





MOLDOVA STATE UNIVERSITY

INSTITUTE OF GENETICS, PHYSIOLOGY AND PLANT PROTECTION

SCIENTIFIC ASSOCIATION OF GENETICISTS AND BREEDERS

OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

International Scientific Conference

"Genetics, Physiology and Plant Breeding"

(VIII-th Edition)

Materials Proceedings

CHISINAU

October 7-8, 2024

UDC: 575:581.1:631.52 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024

The materials proceedings include the most relevant achievements in the fields of genetics, physiology, plant breeding and protection, obtained by researchers from the country and abroad. In accordance with the conference theme, scientific articles presented as reports are exposed, regarding the genetic and physiological aspects of creating and increasing the productive and adaptive potential of crop plants; principles and procedures for increasing and quantifying genetic variability; genetic and physiological diversity, conservation of the plant gene pool; advanced technologies of cultivation and protection of crop plants.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

ANDRONIC Larisa, doctor habilitatus, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Republic of Moldova
BRINDZA Jan, professor, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic
BUTNARU Gallia, doctor, professor, Banat University of Agriculture and Veterinary Medicine "*King Mihai I of Romania*", Timisoara, Romania
DUCA Maria, academician, Moldova State University, Republic of Moldova
ENACHE Madalin, doctor, Institute of Biology Bucharest, Romania
LUPASCU Galina, corresponding member, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Republic of Moldova
MULYUKINA Nina, corresponding member, National Scientific Centre "V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking" of NAAS, Odessa, Ukraine
SISCANU Gheorghe, academician, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Republic of Moldova
TABARA Valeriu, pofessor, The Academy of Agricultural and Forestry Sciences „Gheorghe Ionescu-Sisesti", Romania
RAKHMETOV Dzhamal, corresponding member, M.M.Grishko National Botanical Garden of NAS, Kyiv, Ukraine

ORGANIZING COMMITTEE

BALMUS Zinaida, PhD, https://orcid.org/0000-0002-1164-6435
BATCO Mihail, PhD, https://orcid.org/0000-0002-3711-4429
BOTNARI Vasile, doctor habilitatus, https://orcid.org/0000-0002-0470-0384
CALUGARU-SPATARU Tatiana, PhD, https://orcid.org/0000-0002-9671-6948
CLAPCO Steliana, PhD, https://orcid.org/0000-0001-7147-2740
COTENCO Eugenia, PhD, https://orcid.org/0000-0003-0603-3404
GANEA Anatolie, PhD, https://orcid.org/0000-0002-8658-6879
IVANOVA Raisa, PhD, https://orcid.org/0000-0002-2554-2039
MARII Liliana, PhD, https://orcid.org/0000-0003-3702-3583
MIHNEA Nadejda, doctor habilitatus, https://orcid.org/0000-0003-0304-3295
MITCU Silvia, PhD
NASTAS Tudor, doctor habilitatus, https:// orcid.org/0000-0002-0322-710X
NICUTA Alexandru, PhD, https://orcid.org/0000-0003-3964-130X
SALAGOR Iulian, PhD cand., https://orcid.org/0009-0005-4601-6950
SMEREA Svetlana, PhD, https://orcid.org/0000-0002-1978-0452
STINGACI Aurelia, PhD, https://orcid.org/0000-0001-6621-9919
TODIRAS Vladimir, doctor habilitatus, https://orcid.org/0000-0002-2245-9715
TUMANOVA Lidia, PhD, https://orcid.org/0000-0001-5664-871X
VOLOSCIUC Leonid, professor, https://orcid.org/0000-0002-7475-4310

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAŢIONALE A CĂRŢII DIN REPUBLICA MOLDOVA

"Genetics, Physiology and Plant Breeding", international scientific conference (8; 2024; Chişinău). International Scientific Conference "Genetics, Physiology and Plant Breeding", (8-th Edition): Materials Proceedings, Chisinau, October 7-8, 2024 / international scientific committee: Andronic Larisa (Moldova), Brindza Jan (Slovak) [et al.]. – [Chișinău]: [S. n.], 2024 (CEP USM). – 728 p.: fig., tab. color.

Antetit.: Moldova State University, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Scientific Association of Geneticists and Breeders of the Republic of Moldova. – Texte, rez.: lb. rom., engl. – Referinţe bibliogr. la sfârşitul art. – 30 ex.

ISBN 978-9975-62-766-5.

575:[58+631/635](082)=135.1=111

G 80

©Edtura USM

Content

I. Section A: Genetic and physiological aspects of control and improvement of adaptive and productive potential in crop plants 11

1. ***Andronic Larisa***. Methodological approaches to increase diversity in developing of topics in genetics and plant breeding [In Romanian] 11
2. ***Artiomov Laurenția, Bolocan Nistor***. Aquatic actinomycetes with biocontrol potential of phytopathogenic fungi [In Romanian] 18
3. ***Bahsiev Aighiuni, Zamorzaeva Irina, Melian Lolita***. Stolbur spread in some potato genotypes grown in the Republic of Moldova 22
4. ***Balan Valerian, Bilici Inna, Russu Stanislav, Buza Cornel, Talpalaru Dumitru***. Light intensity in the crown of cherry trees formed in dependence of the crown shape [In Romanian] 27
5. ***Belousova Galina, Mogida Anatolii***. Molecular identification of *Fusarium* species in sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) [In Romanian] 33
6. ***Birsan Ana, Iacubuta Maria, Guțu Costel***. Respiratory activity in noduls of some soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merrill.) under conditions of hydric deficit [In Romanian] 37
7. ***Caterenciuc Cristina***. The productive potential of the mulberry in the ecological system [In Romanian]… 44
8. ***Chisnicean Lilia, Jelezneac Tamara, Vornicu Zinaida, Baranova Natalia***. Species of the *Agastache* genus from the culinary plant collection of the IGPPP of MSU [In Romanian] 51
9. ***Ciobanu Renata***. Variability of productivity characters in triticale somaclones SC_1 - SC_3 obtained by *in vitro* culture and gamma irradiation [In Romanian] 57
10. ***Climenco Oxana***. Selection of resistant maize genotypes under salt stress and drought conditions… 63
11. ***Dascaliuc Alexandru, Jelev Natalia, Ralea Tudor***. Phenotypic plasticity and plant resistance to abiotic stress 68
12. ***Deaghileva Angela***. Identification of mycotoxin-producing species of *Fusarium* in tomato ontogenesis 75
13. ***Demydov Oleksandr, Suddenko Yuliia, Kyrylenko Vira, Humeniuk Oleksandr***. Peculiarities of manifestation of the degree of transgression in populations of winter bread wheat for inheritance of breeding value elements 80
14. ***Duca Maria, Port Angela, Clapco Steliana, Mutu Ana, Burcovschi Ion***. The performance of sunflower hybrids in various environmental conditions of the Republic of Moldova [In Romanian] 87
15. ***Emelyanov Volodymyr, Boboshko Olena, Kovbasenko Raisa, Symonenko Yuri, Matushevych Nadiia, Victor Schwartau***. Pathogen-induced synthesis of calloses and phenolic compounds in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Renan 93
16. ***Gisca Alina, Popovici Ana, Svetlicenco Valentina***. The influence of treating plum trees with SBA Reglalg and microelements on the activity of the photosynthetic apparatus, peroxidase and catalase [In Romanian] 100
17. ***Gladei Mihai***. Interspecific rhizogene grapevine varieties for ecological viticulture 106
18. ***Harciuc Oleg, Malii Aliona***. Water use efficiency in biology, agriculture and sustainable development 111
19. ***Ivanova Raisa, Tatarov Pavel, Brindza Jan***. Approach to assessing the

state of plant biological systems by entropy.....117
20. ***Jelev Natalia***. The influence of drought on seed germination of some wheat genotypes [In Romanian] 123
21. ***Lutcan Elena, Ivanova Raisa, Borovskaia Alla, Elisovetcaia Dina, Spinu Angela***. Impact of temperature and plant extract on maize germination [In Romanian] 130
22. ***Makovei Milania***. Traits of tomato male gametophyte as a criterion for selection of breeding valuable forms at early stages of ontogenesis..... 135
23. ***Malii Aliona***. Study of X-ray influence on soybean genotypes [In Romanian].....142
24. ***Marii Liliana, Andronic Larisa, Sahanovschih Marionela, Ionascu-Urechii Angela***. The identifying of relationships between the parameters that contribute to differentiating the response of tomatoes to drought [In Romanian] 147
25. ***Mikhailov Mikhail***. Study of juxtaposition effect in maize using three-gene chains 154
26. ***Mitina Irina, Grajdieru Cristina, Bahsiev Aighiuni, Tumanova Lidia, Zamorzaeva Irina, Mitin Valentin, Juříček Miloslav, Muller Karel***. Transcriptome profiling of tomato response to phytoplasma infection..... 158
27. ***Molodchenkova Olga, Dashchenko Anna, Mishchenko Lidiya, Lytvynenko Mykola, Motsnyi Ivan, Fanin Yaroslav, Dunich Alina, Tykhonov Pavlo, Kotikov Vsevolod***. Physiological and biochemical responses of wheat to viruses and climate change 163
28. ***Nikishova Natalia, Rakhmetova Svitlana, Rakhmetov Dzhamal***. Physiological strategies of plant species from *Poaceae* family under changing biotic and abiotic factors..... 168
29. ***Platovschii Nicolai, Zdioruk Nina, Calugaru-Spataru Tatiana***. Primary diagnostics of drought resistance of wheat genotypes under osmotic stress..... 174
30. ***Rakhmetov Dzhamal, Bondarchuk Oleksandr, Rakhmetova Svitlana, Blume Yaroslav, Blume Rostyslav, Kutsokon Nataliya, Rashydov Namik***. Physiological state of *Brassica carinata* plants depending on the genotype characteristics and phase of plant development in the conditions of Kyiv 180
31. ***Saltanovici Tatiana, Andronic Larisa, Antoci Ludmila***. The functionality of the male gametophyte in the offspring of virus-reinfected tomato plants [In Romanian] 185
32. ***Sasco Elena***. The reaction of local wheat cultivars to the action of stress factors in field conditions [In Romanian]..... 191
33. ***Shevchenko Viktor, Bondarenko Oksana***. Some aspects of the winter wheat photosynthetic apparatus resistance to drought 196
34. ***Sichkar Vyacheslav, Halyna Lavrova***. Breeding pulses to improve adaptive traits under conditions of general warming..... 201
35. ***Sirbu Tamara, Moldovan Cristina***. Trichoderma strains with high antifungal potential against phytopathogens [In Romanian]..... 208
36. ***Tytenko Nataliia, Volyanska Olga, Kovbasenko Raisa, Nifantova Svitlana, Emelyanov Volodymyr, Kuchuk Mykola, Symonenko Yuriy***. Nicotiana wild tobacco species – new producents for recombinant proteins expression 213
37. ***Turcan Olga, Sirbu Tamara, Moldovan Cristina, Chiselița Oleg, Chiselta Natalia***. The antifungal action of *Trichoderma atrobrunneum* on some phytopathogenic fungi cultivated in the presence of substances

used as stimulants in the cultivation medium [In Romanian] 219
38. ***Zaimenko Natalia, Rakhmetov Dzhamal, Pavliuchenko Nataliia, Didyk Nataliya, Kharytonova Iryna, Yunosheva Olena, Zakrasov Oleksandr, Dziuba Oksana, Slyusarenko Olexandr***. The role of silicon in improving the biotrophic characteristics of the soil.....225
39. ***Zelya Avrelia, Vorobets George, Zelya George***. Spectrophotometry analysis of carcinogenic components of potato varieties when infected by the wart casuative agent *Synchytrium endobioticum (Shilbersky) Percival* …… 231

II. Section B: Principles and proceedings of increasing and quantification of genetic variability..... 237

1. ***Cristea Nicolae, Gavzer Svetlana, Lupașcu Galina***. Variability of leaf disease attack in common wheat perspective forms [In Romanian] 237
2. ***Grigorov Tatiana***. Determination of radiosensitivity and optimal mutagenic doses of X-rays in winter barley [In Romanian] 243
3. ***Ishchuk Liubov, Hrabovyj Volodymyr, Ishchuk Halyna, Didenko Inna***. Foreign and domestic experience of using miscellaneous herbs in urboecosystems 248
4. ***Kondratenko Serhii, Serhiienko Oksana, Krutko Roman, Linnik Zakhar***. A prospective method of interspecific hybridization in the *Cucurbita* genus..... 254
5. ***Lupascu Galina, Cristea Nicolae, Gavzer Svetlana***. The role of genetic variability in the interaction of wheat with *Alternaria alternate* [In Romanian].....260
6. ***Micu Alexandru, Bucor Nicolae***. The influence of X-rays on a homozygous maize line [In Romanian]… 266
7. ***Mihnea Nadejda, Rusu Vadim, Rudacova Angela, Cherdivara Ala***. Variability of biochemical characters in new varieties and lines of tomatoes [In Romanian] 270
8. ***Pravdziva Iryna, Shadchyna Tamara***. Correlation of yield with quality indicators for *Triticum aestivum* L. genotypes… 276
9. ***Serhiienko Oksana, Solodovnyk Lina, Harbovska Tetiana, Radchenko Larisa***. Manifestation of heterosis in cucumber F_1 hybrids according to yield indicators in the forest-steppe conditions of Ukraine 282
10. ***Shestopal Oksana, Zambriborshch Iryna***. Efficiency of *in vitro* androgenesis in anther culture of bread winter wheat (2021-2023)..... 287

III. Section C: Genetic and physiological diversity, conservation of plant genetic resources..... 292

1. ***Balmus Zinaida, Cotelea Ludmila, Butnaras Violeta***. Evaluation and selection of promising inbred lines in the species S*alvia sclarea* L. [In Romanian]….....292
2. ***Balici Elena***. Evaluation of local maize varieties for resistance to *Fusarium spp*. [In Romanian] 298
3. ***Bivol Ina***. Finding an informative multilocus polymorphism in sunflower broomrape populations..... 302
4. ***Ciocarlan Nina***. Conservation of tinctorial plant resources in the National Botanical Garden [In Romanian]..... 309
5. ***Corlateanu Liudmila, Mihaila Victoria, Ganea Anatolie, Doina Cutitaru***. Storage potential of flax (*Linum usitatissimum* L.) Samples – an indicator of seed longevity during *ex situ* conservation 316
6. ***Cotelea Ludmila, Balmus Zinaida, Butnaras Violeta***. The evaluation of the initial improvement material of sage to the quantitative indices of the essential oil [In Romanian]… 321
7. ***Curshunji Dmitri***. Assessment of correlation and path analysis in collection's genotypes of chickpea.....326

8. ***Dobrojan Sergiu, Melnic Victor, Titei Victor, Dobrojan Galina, Melnic Angela***. The utilization of the cultural liquid of the cyanobacterium *Spirulina platensis* for the germination of *Galega orientalis* Lam. seeds. maintained in collections [In Romanian] 332
9. ***Dragoman Iurii, Caisin Larisa, Chisnicean Lilia***. Flowering phenology of the perennial melliferous plants from the Republic of Moldova [In Romanian] 337
10. ***Dudnicenco Tatiana***. Productivity and biochemical composition of the green microalga *Haematococcus pluvialis Flotow CNM-AV-05* cultivated in the presence of some alcohols 343
11. ***Elisovetcaia Dina, Ivanova Raisa, Fedorenco Elena***. Effect of X-ray radiation on the viability of European beech seeds 349
12. ***Gendov Natalia, Chernets Alexandr, Kovalenko Galina***. Conservation of biodiversity of pome rootstocks in the Republic of Moldova 355
13. ***Izverscaia Tatiana, Ghendov Veaceslav***. New findings of *Achillea ochroleuca* Ehrh. in Republic of Moldova 359
14. ***Korablova Olga, Rakhmetov Dzhamal, Shanaida Mariia, Bondarchuk Oleksandr, Vakulenko Tetyana***. Collection fund of species and cultivars of plants *Nigella* L. Genus in M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine.....364
15. ***Kovtun-Vodyanytska Svitlana***. Elemental composition of the aerial part of plants of the genus *Pycnanthemum* Michx.....370
16. ***Lyashenko Galina, Nina Muliukina, Maryna Buzovska, Ella Melnik, Hanna Popova, Olesia Mandych***. Influence of grapevine genetic and physiological features on the agroclimatic resources related yield 375
17. ***Mart Dürdane***. Investigation of yield and quality of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under mediterranean climatic conditions 380
18. ***Mart Dürdane, Türkeri Meltem***. Investigating the adaptation of pea (*Pisum sativum* L) lines and varieties under Mediterranean climatic conditions.....386
19. ***Opalko Olga, Hrabovyi Volodymyr, Opalko Anatoly***. Motivation for horse chestnut replacement by turkish hazel 391
20. ***Pintea Maria, Tabirta L***. Differentiation of fruit buds in walnut cultivars with terminal and lateral fruiting.....398
21. ***Pozniak Oleksandr, Chaban Lesya, Kondratenko Serhii***. New varieties as a factor in increasing vegetable production containing inulin 403
22. ***Romanciuc Gabriela***. International taxonomic databases used in the conservation of plant genetic resources [In Romanian] 408
23. ***Rotari Silvia, Gore Andrei, Leatamborg Svetlana***. Valorification of new winter durum wheat lines as donors of valuable characters [In Romanian].....413
24. ***Rudnyk-Ivashchenko O., Shevel L., Schwartau V., Mykhalska L.*** *Fusarium* wilt resistance of *Callistephus chinensis* (L.) Nees. of the intensity of the flower coloring 419
25. ***Tod Monica, Balan Mironela, Zevedei Paul, Andreoiu Andreea***. Productivity and quality evaluation of the species *Alopecurus pratensis* in the specific conditions of the Depression of Brasov [In Romanian].....424
26. ***Tod Monica Alexandrina, Balan Mironela, Andreoiu Andreea, Zevedei Paul***. Evaluation of new sources of germplasm in some species of perennial meadow grasses with a view to inclusion in the improvement program [In Romanian] 430
27. ***Toncea Ion, Strajeru Silvia, Burnichi Floarea, Velicu Mirela, Dumitrache Traian, Banc Niculae, Buda Ioan, Gheorghe Gheorghe,***

Fratila Maria, Negoita Gheorghe, Salagean Ilie, Teodoreanu Adrian, Vacalie Nicolae, Vacalie Maria.
Small-scale grants for biodiversity in Romania ”First collecting mission” 438
28. ***Titei Victor, Ababii Alexei, Blaj Vasile, Doroftei Veaceaslav, Gadibadi Mihai, Andreoiu Andreea, Maruşca Teodor, Gudima Andei, Tod Monica, Daraduda Nicolae***. Evaluation of the quality indices of the energetic phytomass of *Dactylis glomerata* L. and *Festuca pratensis* Huds. [In Romanian]..... 445
29. ***Titei Victor***. Biochemical composition and nutritive value of the green mass of bird’s-foot trefoil, *Lotus corniculatus* L., and alsike clover, *Trifolium hibridum* L., in Republic of Moldova [In Romanian] 452
30. ***Zdioruk Nina, Cuza Petru, Platovschii Nicolai***. Redox potential variation in pedunculated oak leaves: an analysis of adaptive oxidative reactivity [In Romanian]..... 459

IV. Section D: Plant protection and advanced technologies for crops cultivation 465

1. ***Andriychuk Tetyana, Skoreiko Alla, Kuvshynov Alexander***. Sunflower protection against spread diseases in the western Forest-steppe of Ukraine 465
2. ***Atmaca Evren***. Registration of “ÇİFTÇİ” chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety 470
3. ***Balan Ludmila, Slanina Valerina, Bogdan-Golubi Nina***. Tulpina *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 with stimulatory effect on common winter wheat [In Romanian] 476
4. ***Balan Valerian, Vamasescu Sergiu, Russu Stanislav, Buza Cornel, Talpalaru Dumitru***. The effect of Pistachio Mix Plus NPA foliar fertilizer on cherry fruit yield and quality [In Romanian]..... 480
5. ***Birsa Maxim, Balan Ludmila, Bogdan-Golubi Nina, Moldovan Cristina***. Antagonistic activity of bacterial isolates against *Fusarium* pathogens 486
6. ***Bobokashvili Zviad, Maglakelidze Elene, Kvaliasvili Vazha***. Biological and agricultural characterization of introduced variety „Weiki“ (*Actinidia arguta* Planch,) in Georgia 491
7. ***Botnari Vasile, Cotenco Eugenia***. Drought – increased risk factor for conventional agriculture [In Romanian]..... 496
8. ***Burteva Svetlana, Birsa Maxim, Nicola Sasanelli.*** Activity of *Streptomyces* spp. from agriculture soils against phytopathogens 503
9. ***Burykina Svitlana, Uzhevska Svitlana, Nikishicheva Kateryna, Kohut Inna, Rudenko Vyacheslav***. Potato nematodes of the black sea steppe of Ukraine 509
10. ***Caus Maria***. Chlorophyll index in maize plants grown from seeds treated with Reglalg and hypothermic shock 514
11. ***Cepoi Liliana, Rudi Ludmila, Chiriac Tatiana, Zosim Liliana, Iaţco Iulia, Rudic Valeriu***. Extracts derived from spirulina cultivated on media with Cu and CuO nanoparticles as active agents for triticale seed priming 519
12. ***Chernova Irina***. Biological protection of plants: ontological approach 525
13. ***Croitoru Nichita, Panuţa Sergiu, Talmaciu Nelea***. New contributions to seed treatment with acetamiprid products in winter wheat pest reduction [In Romanian] 529
14. ***Curiev Loredana, Pinzaru*** Boris. Application of harmless ecological preparations against *Podosphaera leucotricha* in apple [In Romanian] 535
15. ***Dumitras Iurie, Magher Mihail, Cojoharenco Valeriu***. Application

of Star 200 SP insecticide against apricot pests [In Romanian] 539
16. ***Eliseev Serghei, Fron Arcadie***. The study of cis-Jasmone additives for parasitoid hymenoptera attraction 542
17. Fron Arcadie. Mode of attack and the devastating impact of *Zeuzera pyrina* (*Cossidae, Lepidoptera*) on orchard trees [In Romanian] 546
18. ***Gavrilita Lidia, Nastas Tudor***. The efficacy of *Trichogramma evanescens* Westw. in the presence of biologically active substances with kairomonal properties in sunflower culture in field conditions [In Romanian] 551
19. ***Gavrilyuck Alyona***. Invasion Cydalima perspectalis (Walker, 1859): harmfulness and contorl measures in the conditions of Western ukrainian foreststeppe province 554
20. ***Gladcaia Alla***. Identification and description of the invasive species isodontia Mexicana 558
21. ***Gorban Victor, Volosciuc Leonid***. The control of agricultural adult crop pests using attractants and sterilisers 563
22. ***Grosu Ion, Gritcan Sava***. The peculiarities of growth and fruiting of some apricot varieties grafted on the cherry plum rootstock [In Romanian] 568
23. ***Holomb Lyudmila, Vakerych Mykhailo, Hasynets Yaroslava, Schwartau Victor***. Detection of heavy metals in soil to determine phosphorus and potassium levels 574
24. ***Holub Yevheniia, Markina Tetiana, Barkar Vitaly***. Methods for determining migratory activity and finding ability of *Perillus bioculatus* 578
25. ***Iordosopol Elena***. New species of encyrtid parasite of the mealybug (*Pseudococcus* sp.) on plum in the Republic of Moldova [In Romanian] 582
26. ***Iordosopol Elena, Muntean Elena, Batco Mihail, Filimon Valeriu, Maevschii Valentina***. Study of trophic relations and voracity of th predator *Amphiareus obscuriceps* (Popp.) on alternative hosts [In Romanian] 586
27. ***Kalitsinska Olesia, Zaima Oleksii***. Grain yield and quality of winter bread wheat depending on crop processing 591
28. ***Krym Inessa, Kuvshynov Oleksander***. Strategy for bacterial phytopathogens spread decrease in fruit orchards 594
29. ***Kuzmenko Yevhenii, Polishchuk Tetiana, Los Ruslan, Sukailo Mykhailo, Khomenko Tetiana, Zhytomyrets Oksana***. Inheritance of grain number per main spike in F_1 hybrids of *Hordeum vulgare* L. 598
30. ***Lozan Andrei***. Influence of the use of Xtend modified atmosphere packages on the quality of the stored cherries of Kordia and Regina varieties [In Romanian] 603
31. ***Lungu Andrei, Stratulat Tatiana, Bulgar Vladimir, Crucean Stefan, Curiev Loredana, Jalba Svetlana***. Phytopathological assessment and composition of *Pinus* sp. pathogens 608
32. ***Mishchenko Lidiya, Andronic Larisa, Rahmatov Mahbubjon, Mishchenko Ivan, Pozhylov Illia, Motsnyi Ivan, Dashchenko Anna***. Wheat viruses don't know borders: identification in Ukraine, Moldova and their impact on yield under global warming 613
33. ***Muliukina Nina, Liashenko Halyna, Kovalova Iryna, Buzovska Maryna, Melnik Ella, Alla Leshchenko, Andriy Nenartovych***. Grapevine pests and diseases under climate change in Ukraine 619
34. ***Muntyan Elena, Ciocarlan Alexandru, Kulcitki Veaceslav, Batco Mihail, Aricu Aculina, Lungu Lidia, Blaja Svetlana, Popescu Violeta***. Effect

of some essential oils on *Acanthoscelides obtectus* say (*Coleoptera*: *Bruchidae*) and *Tetranychus urticae* Koch (*Acari*: *Tetranychidae*) adults 623
35. ***Musleh Mohammed, Odobescu Vasilisa, Erhan Tatiana, Jalba Svetlana***. The evaluation of the minor component on the sex pheromone attractiveness of the plum worm [In Romanian] 629
36. ***Paladi Ion***. The impact of monoculture on sunflower productivity in the southern part of the Republic of Moldova [In Romanian] 633
37. ***Paladi Ion, Volosciuc Leonid***. The peculiarities of the integrated protection of the sunflower under monoculture conditions [In Romanian].....637
38. ***Paladi Ion, Volosciuc Leonid***. The integrated protection of the sunflower in conventional and organic agriculture under monoculture conditions in the year 2023 [In Romanian] 640
39. ***Panuta Sergiu, Croitoru Nichita, Talmaciu Mihai***. The biological efficiency of some products containing chlorantraniliprole 200 g/l, in the fight against apple pests [In Romanian] 643
40. ***Pesteanu Ananie***. The influence of Geneva rootstocks on the development and fruiting of apple trees after the first year of planting [In Romanian] 649
41. ***Pishchanska Nonna, Belchenko Volodimir, Podmazko Olexandr***. Modeling of air treatment processes in energy-efficient systems for ensuring abiotic factors in entomoculture production..... 655
42. ***Popa Alexei, Todiras Vladimir, Tretiacova Tatiana, Gusan Ana.*** The efficacy of liquid sulfur in controlling of vine powdery mildew in organic farming [In Romanian] 658
43. ***Pryvedeniuk Nazar, Hlushchenko Liudmyla***. Features of the technology of growing *Allium ursinum* L. [In Ukraine] 662
44. ***Safronova Tamara, Stoyanova Kateryna, Skoreiko Alla***. Growth stimulators impact on growth and productivity potato plant in culture *in vitro* 666
45. ***Samoilova Anna***. Impact of bacteriophages on the fire blight disease prevalence on quince 670
46. ***Schwartau Victor, Mykhalska Liudmyla, Makoveychuk Tetyana, Tretiakov Vadym***. Prevalence of herbicide-resistant weed species in Ukraine …… 674
47. ***Serhieiev Leonid, Burykina Svitlana, Uzhevska Svitlana, Rudenko Vyacheslav, Vlasenko Sergiy, Khodorchuk Vasyl***. The using of bio preparations against summing pests (thrips and aphids) in growing winter wheat..... 679
48. ***Spinu Angela***. Research on corn tolerance to drought and heat in the context of changing plant-soil-water-air relationships caused by climate change [In Romanian] 685
49. ***Stingaci Aurelia, Goncharuk Violeta***. Eco strategies with biological products in apple orchards [In Romanian] 687
50. ***Scerbacova Tatiana, Lungu Andrei, Pinzaru Boris***. A preparation based on *Bacillus subtilis* testing for the protection of winter wheat from pathogens [In Romanian]..... 693
51. ***Todiras Vladimir, Gusan Ana, Soran Maria-Loredana, Stegarescu Adina***. The efficacy of Sophora *(Sophora flavescens*) and Neem (*Azadirachta indica*) plant extracts in pest control under protected space [In Romanian]..... 700
52. ***Todiras Vladimir, Tretiacova Tatiana***. Using the BioClass classification system for phenological forecasting [In Romanian].....705

53. ***Volosciuc Leonid, Scerbacova Tatiana, Stingaci Aurelia, Pinzaru Boris, Samoilova Anna, Harciuc Oleg, Zavtoni Pantelimon, Lungu Andrei, Crucean Stefan, Curiev Loredana, Chistol Marcela***. The benefits of synergistic phenomena in plant protection with the application of biological preparations [In Romanian]..... 710

54. ***Zavtoni Pantelimon, Goncharuk Violeta***. *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* in the control of Colorado beetle larvae [In Romanian]..... 717

55. ***Zubcu Ion, Todiras Vladimir***. Capture of the polyphagous pest *Epicometis hirta* Poda by applying colored non-adhesive traps with attractants [In Romanian]..... 722

Section A: *Genetic and physiological aspects of control and improvement of adaptive and productive potential in crop plants*

UDC: 575:631.526 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.01

ABORDĂRI METODOLOGICE DE SPORIRE A DIVERSITĂȚII ÎN SOLUȚIONAREA SUBIECTELOR DIN GENETICA ȘI AMELIORAREA PLANTELOR

Andronic Larisa
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Modova
https://orcid.org/0000-0002-2761-9917, e-mail: larisa.andronic@sti.usm.md

METHODOLOGICAL APPROACHES TO INCREASE DIVERSITY IN DEVELOPING OF TOPICS IN GENETICS AND PLANT BREEDING

Summary. The classical methodological approaches proposed for solving the objectives of the sub-program „*Genetic and biotechnological approaches to the agroecosystems management under climate change*" are argued through the prism of the modern methods of inducing genetic variability. To study the functionality of species/genotypes in dependence of environmental conditions it is proposed multivalent genetic, biotechnological, physiological techniques, aimed to develop measures to ensure the sustainability of agrosystems in the conditions of unfavorable environmental factors fluctuation (water restrictions, high temperatures) of crops genotypes with economic interest (winter barley, common wheat, corn, sunflower, tomato, as well as perennials, such as plum and apple). In this order is proposed the methods of inducing genetic variability through physical mutagenesis (ionizing radiation), cellular biotechnologies (gametic selection, *in vitro* culture of embryos, anthers). The proposed strategies will allow to obtaining and selecting genotypes of autumn barley, common wheat, corn, sunflower with ecological plasticity to ensure the sustainability of agrosystems.

Keywords: crop germplasm, genetic variation, crossing, mutagenesis, transgenesis.

Schimbările climatice afectează toate domeniile de dezvoltare ale unui stat; majoritatea sectoarelor fiind vulnerabile la factorii de mediu și afectate de fenomenele extreme. Creșterea continuă a populației umane, care conform prognozelor va ajunge la 10 miliarde până în 2050, condiționează provocări enorme prin necesitatea de a satisface cererea de alimente. Pentru a asigura solicitările crescânde față de producția agricolă este necesară o majorare de până la 60% a randamentului culturilor agricole [19]. În condițiile schimbărilor climatice culturile agricole sunt supuse unii presing sever abiotic, ce influențează recolta și calitatea acesteia, care modifică substanțial și reacția la factorii biotici [5]. Temperaturile ridicate, perioadele mai lungi de secetă și căldură, riscurile crescute de îngheț târziu, fenomenele de precipitații abundente și fenomenele meteorologice extreme pun în pericol sistemele de producție agricolă. În același timp, intensificarea sistemelor agricole și utilizarea excesivă a terenurilor au efecte negative asupra mediului, precum fragmentarea/pierderea habitatului și pierderea biodiversității, degradarea resurselor de apă și sănătății solului. Evenimentele climatice nefavorabile subliniază fragilitatea agrosistemelor și accentuează importanța reducerii efectelor negative a consecințele schimbărilor climatice asupra culturilor, evidențiind necesitatea sporirii diversității și adaptabilității.

Schimbările climatice și pierderea habitatului reprezintă amenințări serioase la adresa naturii prin influențe antropice și conversia terenurilor, tehnologiile ce au dus la omogenizarea biotică și reducerea biodiversității [15]. Schimbarea biodiversității în perioadele recente sunt o reflecție a

interacțiunilor climă-ecosisteme produse asupra speciilor și taxonilor cu un diferit impact asupra sistemelor naturale, seminaturale sau cultivate. Agrosistemele spre deosebire de cele naturale sunt supuse nu doar presiunilor cauzate de factorii de mediu și biotici, poluare, dar se află permanent sub amenințările provocate de sistemele de agricultură intensivă, interesul comercial, monocultură, introducerea de soiuri neadaptate la condițiile locale. Conexiunile specifice stabilite în cadrul sistemelor în relație cu factorii externi sunt extrem de complexe, indicând necesitatea aprecieri funcționalității pentru fiecare specie/genotip și condiții ambientale. Culturile agricole se caracterizează printr-o sursa limitată de variații genetice utile a trăsăturile agrobiologice, ca urmare a procesului de ameliorare realizat direcționat pentru anumite caractere de interes. Pentru extinderea genofondului speciilor cultivate, sunt necesare abordări inovaționale pentru lărgirea spectrului de variații genetice, care constituie baza genetică a ameliorării.

De-a lungul istoriei ameliorării plantelor pentru crearea de noi genotipuri au fost utilizate tehnicile precum încrucișarea, mutageneza și reproducerea transgenică. Ameliorarea tradițională a plantelor prin încrucișarea plantelor implică combinarea țintită a genitorilor cu trăsături cunoscute/prestabilite. Procesul de încrucișare utilizează variabilitatea bazată pe recombinarea meiotică, segregarea aleatorie a alelelor în anafaza meiozei, contopirea incidentală a gameților, evenimente ce prezintă o sursă importantă de obținere de forme cu caractere noi. Această strategie a fost aplicată în crearea unui număr semnificativ de hibrizi/soiuri, a constituit elementul principal al Revoluției verzi [9]. Eforturile de încrucișare au oferit o diversitate remarcabilă pentru diferitele specii și chiar au condus la crearea unor culturi noi, cum ar fi triticale. Cu toate acestea, încrucișarea poate fi folosită doar pentru a introduce însușiri care sunt deja prezente în genomul parental, necesită o perioadă lungă de selecție individuală, ceea ce limitează utilizarea acestei tehnici.

Mutageneza indusă chimic sau prin radiații este utilizată pentru a cauza modificări aleatorii la nivelul întregului genom, ceea ce extinde mult variația genetică (Holme et al., 2019 citat după [9]) și constituie o metodă eficientă pentru schimbarea materialului genomic prin majorarea frecvenței diferitor tipuri de mutații, crescând artificial diversitatea genetică a trăsăturilor morfofiziologice. Conform datelor FAO/IAEA [11], aplicarea mutagenezei fizice este un procedeu important în programele de ameliorare a plantelor, numărul de varietăți mutante constituind 3275 pentru cca 220 specii, prezentând în continuare o creștere semnificativă după anii 2000, când erau înregistrate 2252. Spre deosebire de încrucișare, mutageneza nu numai că scurtează timpul de reproducere, iar față de reproducerea transgenică, are și avantajul de a fi considerată non-modificare genetică [6]. Astfel, produsele generate prin această abordare pot obține mai ușor aprobarea de reglementările guvernamentale. Printre acestea pot fi menționate produsele din seriile Clearfield® și Provisia™ [5], care oferă o gamă de genotipuri dezvoltate prin mutageneză la porumb, grâu, orez, rapiță și floarea-soarelui, caracterizate prin rezistență la erbicide și care sunt culturi non-transgenice. Seria Clearfield este una dintre puținele sisteme tolerante la erbicide. De asemenea, seria Provisia™, elaborată la orezul nemodificat genetic, deține rezistență la erbicide prin inhibarea acetil-coenzimei A carboxilaza (ACCaza), și are o largă promovare comercială la nivel global [4]. Este important de menționat, că prima cultură cu rezistență la erbicide care inhibă ACCaza, și anume soiul de porumb Black Mexican Sweet cu toleranță la setoxidimă (exercită activitate erbicidă asupra majorității monocotiledonatelor), a fost obținută prin cultura de calus [16], o metodă dovedită eficientă în inducerea variabilității genetice. În pofida eficacității metodei și interesului față de soiurile mutante, aplicabilitatea mutagenezei rămâne limitată din cauza frecvenței scăzute de mutații de interes și a caracterului aliator al mutațiilor induse, reducând semnificativ posibilitatea utilizării procedeului în scopul dobândirii simultane a mai multor însușiri valoroase.

Un alt instrument de extindere a variabilității genetice, bazat pe variabilitatea somaclonală, indusă de cultura de celule și țesuturi, oferă o nouă sursă de variație în cadrul unei specii care poate fi utilizată pentru îmbunătățirea culturilor [2; 7; 10]. Selecția de noi variante prin variația somaclonală indusă *in vitro* asigură generarea de genotipuri cu trăsături agronomice importante, care pot fi exploatate în ameliorare. În ultimele 3-4 decenii, au fost selectate mai multe variante

somaclonale cu trăsături agronomice utile, cum ar fi productivitatea, calitatea, rezistența la boli, toleranța la stres abiotic, etc. [10; 17; 18]. Pe baza acumulării studiilor biotehnologice sunt raportate date cu privire la selectarea somaclonelor valoroase la multe specii de plante: hrișcă cu productivitate majoră și conținut înalt de proteină, mărimea boabelor; grâu și sorg cu randament ridicat, conținut crescut de proteine, coacere precoce, rezistență la boli; trestia de zahăr cu conținut înalt de zaharoză și rezistență moderată la putregaiul roșu; variante cu valori majore ale indicilor morfologici la tutun, tomate, cartof, banane, plante ornamentale (crizantema, gălbenele), medicinale și aromatice (ghimbir), etc. Cu toate acestea, puține soiuri au fost derivate din variantele somaclonale din cauza unor limitări, cum ar fi îmbinarea cu trăsăturilor nedorite, instabilitatea genetică [2; 7; 10].

O descoperire cheie în ameliorarea plantelor a fost dezvoltarea plantelor transgenice (plante modificate genetic, PMG), în care genele sau trăsăturile de interes sunt introduse în plantele de cultură, ceea ce duce la obținerea plantelor cu trăsături noi, productivitate înaltă, toleranță îmbunătățită la diferiți factori, inclusiv pesticide. În pofida avantajelor metodologice un număr redus de culturi transgenice au găsit utilizare practică (soia, porumbul, sfeclă de zahăr, rapița, cartoful, bumbacul, papaia, lucerna, mărul, ananasul, dovleacul), deoarece această tehnică integrează aleatoriu ADN-ul străin în genomul plantelor. De asemenea, un impediment important în promovarea practică a organismelor modificate genetic (OMG) sunt reglementările guvernamentale stricte. Unul dintre cultivatorii de bază a PMG este SUA, procentul acestora în 2020 a constituit 94% pentru soia, 96% pentru bumbac și 92% - porumb.

În acest plan, legislația Uniunii Europene privind OMG este rigidă; astfel pentru introducerea în comerț a unei noi culturi modificate genetic se cere obținerea unei autorizații specifice a Comisiei Europene (pe baza unei evaluări a riscurilor de siguranță efectuată de Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară). Până în prezent, Uniunea Europeană a autorizat introducerea în statele membre a unui număr limitat de soiuri de plante modificate genetic. Astfel, pentru cultivare comercială în UE este admis porumbul MON810, care conține o genă a bacteriei *Bacillus thuringiensis* (Bt) ce produce o toxină față de insectele dăunătoare, cum ar fi *Ostrinia nubilalis* (sfredelitorul european al porumbului). În scop de import și utilizare în alimente și furaje au fost autorizate soia, rapița, sfecla de zahăr, bumbacul. Pentru produsele alimentare și furajele care conțin sau sunt produse din OMG este admis pragul de 0,9% de contaminare accidentală sau tehnic inevitabilă.

Republica Moldova este parte semnatară a Protocolului de la Cartagena privind biosecuritatea la Convenția privind diversitatea biologică, care a fost rectificat pe 30.04.2002 și intrat în vigoare la 11.09.2003. Întru respectarea prevederilor protocolului, Republica Moldova a adoptat Legea nr. 152/2022 cu privire la reglementarea și controlul organismelor modificate genetic și Legea nr. 394/2023 privind produsele alimentare și furajele modificate genetic. Astfel, prin adoptarea legilor menționate s-a stabilit domeniul de bază, obligațiile generale și sfera de acțiune ale politicii de stat în domeniul organismelor modificate genetic. Conform Legii nr. 152/2022 cu privire la reglementarea și controlul organismelor modificate genetic este interzisă cultivarea în scopuri comerciale a soiurilor de plante modificate genetic. Ca excepție, este admisă cultivarea plantelor superioare modificate genetic în scop de cercetare științifică realizată în condiții care să excludă diseminarea accidentală.

Cu toate acestea, tendințele din agricultură au indicat că metodele tradiționale nu vor putea ține pasul cu cererile tot mai mari de alimente, fibre și biocombustibil. Biotehnologiile moleculare oferă un instrument important în îmbunătățirea randamentelor culturilor, pot întări eforturile de ameliorare a plantelor pentru a face față acestor noi provocări. Oamenii de știință dezvoltă continuu tehnici mai performante pentru ameliorarea plantelor.

Ingineria țintită a genomului (cunoscută și sub numele de editare a genomului) a apărut ca o alternativă la metodele clasice de ameliorare a plantelor și transgenice pentru a îmbunătăți plantele de cultură. Până de curând, instrumentele disponibile pentru producerea de rupturi ADN dublu catenare specifice erau limitate la nucleazele „degete de zinc” (*Zinc Finger Nucleasee*) și nucleazele

efectoare care activează ca activatori transcripționali (*Transcription Activator-Like Effector Nucleases, TALEN*). Totodată, aceste tehnologii nu au fost adoptate pe scară largă din cauza design-ului complicat și al asamblării laborioase a proteinelor specifice de legare la ADN-ul pentru fiecare genă țintă.

O tehnică ce oferă aplicabilitate a metodelor de editare a genomului pentru îmbunătățirea culturilor este bazată pe sistemele de editare a genomului mediate de CRISPR/Cas și elementele de reglare a expresiei genelor. Metoda bazată pe sistemul CRISPR/Cas (repetiții palindromice scurte intercalate în mod regulat, Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)/Cas (asociat cu CRISPR), permite scindarea țintită a ADN-ului genomic, rezultând modificări ale genelor atât prin mecanisme de unire neomoloagă a capetelor moleculei de ADN, cât și prin mecanisme de reparare omoloagă.

Tehnologiile de editare a genomului CRISPR/Cas permit modificarea țintită a aproape oricărei secvențe pentru a genera noi variații și pentru a accelera eforturile de reproducere. Îmbunătățirea culturilor prin editarea genomului nu este constrânsă de variația existentă limitată sau de cerința de a selecta alele pe parcursul mai multor generații. Aplicarea sistemului CRISPR/Cas la plante este una din tehnicile recente. Primele raportări de utilizare a sistemului Cas9/sgRNA în ingineria genomului plantelor au fost publicate în 2013 în revista *Nature Biotechnology* (citat după [5]), urmate de alte prime lucrări axate în principal pe testarea tehnologiei CRISPR/Cas, folosind metode de expresie tranzitorie, cum ar fi transformarea protoplastelor și expresia în plantă, folosind *Agrobacterium tumefaciens*. În ultimii ani sunt raportate mai multe rezultate de succes de modificare a plantelor bazată pe sistemul CRISPR/Cas9 pentru a accelera îmbunătățirea culturilor și a obține trăsături agronomice dorite, cum ar fi calitatea, toleranța la stres și rezistență la erbicide, datorită eficienței și specificității ridicate a metodei [1; 3; 5; 9; 22]. Conform unui studiu bibliografic [22] se constată un număr impresionant de rezultate ale editării genelor, astfel fiind identificate 28 de specii de plante cultivate (căutarea a fost efectuată pentru 56 specii). Rezultatele de bază se referă prioritar la editarea genelor țintă. În total 287 de gene țintă ale plantelor cultivate au fost supuse editării prin îmbunătățirea proprietăților semnificative pentru reproducere pe parcursul perioadei de aplicare a sistemului CRISPR/Cas. Gama de soiuri modificate a fost extinsă semnificativ, în special pentru grâu, orez, soia, tomate, cartofi, rapiță, struguri și porumb. Schimbarea dorită a trăsăturilor a fost obținută cel mai frecvent prin *knock-out* genetic. De asemenea sunt înregistrate substituții de nucleotide în gena țintă. Acest tip de modificare bazat pe substituții de nucleotide este tot mai frecvent utilizat în tehnologiile de editare a genelor plantelor.

În pofida reușitelor obținute, aplicațiile editării genomului plantelor sunt limitate de lipsa descrierii integrale a genomurilor de referință, de cunoștințele incomplete despre potențialele ținte propuse pentru editare [5].

În contextul acestor argumentări, în dezvoltarea substanțială a programelor de ameliorare a mai multor culturi, un rol important rămâne a fi acordat metodelor convenționale bazate pe exploatarea germoplasmei vegetale. Astfel, hibridările intervarietale și interspecifice, asociate cu manipulări genetice și fitopatologice, s-au dovedit eficiente în îmbunătățirea plantelor pentru rezistența la boli (ciuperci și virusuri) și stres abiotic.

Extinderea bazei genetice a agroculturilor prin biotehnologii celulare, metode ale mutagenezei experimentale, geneticii clasice este una din strategiile moderne ale ameliorării în scopul sporirii adaptabilității plantelor de cultură la schimbările climatice [8]. Obținerea de varietăți performante necesită crearea rapidă de noi forme cu combinații de gene valoroase prin tehnologii bazate pe cunoașterea particularităților de interacțiune a genotipului cu factori exogeni în diferite condiții ambientale. În conformitate cu conceptul creării genotipurilor de culturi agricole cu reziliență este importantă identificarea genotipurilor cu adaptabilitate la schimbările climatice și rezistență la agenții patogeni cu impact negativ.

Diversitatea genetică a culturilor agricole și securitatea produselor agroalimentare sunt o preocupare majoră pentru țările europene, fiind reflectată în orientările strategice cheie ale UE [13],

în care se subliniază necesitatea îmbunătățirii capacității adaptive a plantelor de cultură, consolidarea rezistenței și reducerea vulnerabilității la schimbările climatice, sporirea calității produselor agricole. Cadrul global de biodiversitate (Global Biodiversity Framework, GBF), adoptat în 2022 de 196 țări în timpul celei de-a cincisprezecea reuniuni a Convenției ONU (COP 15), denumit „*Planul pentru Biodiversitate*”, care a fost dezvoltat la întâlnirile de la Kunming (China) și Montreal (Canada), trasează acțiunile globale pentru natură, bazându-se pe planuri strategice 2030 și 2050 și stabilește căile orientate spre stoparea degradării biodiversității. Conform *Regulamentului privind refacerea naturii* adoptat în februarie 2024 de Parlamentul European se prevede restabilirea a cel puțin 30 % din suprafețele terestre și maritime până în 2030 și 90 % din toate ecosistemele degradate până în 2050 [12].

În ultimul deceniu în domeniul cercetării și dezvoltării politicilor este formulat conceptul privind legătură „*apă-energie-alimente*”, pentru depășirea sensibilității și conferirii rezilienței sistemelor, ce includ referințele de securitate ale mediului, cum ar fi „*securitatea mediului*”, „*securitatea climatică*” sau „*biodiversitatea*” [20], evidențiind importanța fiecărui element în parte. Noul concept „*apă-energie-alimente*” extinde sfera studiilor de securitate, aspecte care sunt de o mai mare relevanță pentru asigurarea sustenabilității sistemelor. Securitatea alimentară, energetică și de apă reprezintă o preocupare importantă condiționată de limitarea resurselor naturale. Legătura „*apă-energie-alimente*” formează un complex care necesită instrumente robuste de luare a deciziilor pentru a investiga elementele constitutive și interrelațiile pentru asigurarea durabilității. Abordarea practică și integrată pentru gestionarea durabilă și eficientă a resurselor evidențiază interdependențele, beneficiile comune (sinergiile) și constrângerile dintre cele trei sectoare în vederea atenuării compromisurilor, consolidarea sinergiilor, îmbunătățirea securității resurselor și a guvernanței în cele trei sectoare și îmbunătățirea eficienței sistemelor [14].

Pentru o mai bună cunoaștere a factorilor ce conferă reziliență sistemelor, descriere a relațiilor dintre biodiversitate, funcțiile și serviciile ecosistemelor sunt dezvoltate și propuse soluții bazate pe natură, SBN [21]. În acest context, înțelegerea capacităților SBN este abordată prin mai multe provocări:

- identificarea aspectelor biodiversității pentru dezvoltarea și implementarea SBN;
- explorarea resurselor genetice/diversitatea speciilor și varietăților de organisme, promovând sustenabilitatea, adaptarea, conservarea și restaurarea biodiversității;
- identificarea țintelor cuantificabile pentru evaluarea biodiversității, apreciind efectele negative ale schimbărilor climatice și măsurile bazate pe natură de îmbunătățire pe termen lung a situației ecologice;
- monitorizarea pe termen lung a biodiversității și sănătății ecosistemelor după implementarea unor sisteme bazate pe natură.

În scopul elaborării, optimizării procedeelor genetice, biotehnologice de sporire, evaluarea și selectare a genotipurilor de culturi agricole pentru crearea unui sistem agroalimentar rezilient a fost elaborat și se realizează subprogramul 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*” (2024-2027), finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM. Prin abordări multivalente genetice, biotehnologice, fiziologice se propune elaborarea măsurilor de asigurare a durabilității agrosistemelor în condițiile de fluctuație a factorilor nefavorabili de mediu (restricții hidrice, temperaturi ridicate) ce determină sporirea vulnerabilității și erodarea genotipurilor culturilor de interes economic (orz de toamnă, grâu comun, porumb, floarea-soarelui, tomate, precum și multianuale, precum prunul și mărul). În vederea obținerii de genotipuri performante sunt aplicate tehnicile de inducere a variabilității genetice prin mutageneză fizică (radiații ionizante), biotehnologii celulare (selecție gametică, cultura *in vitro* a embrionilor, anterelor); elaborate procedee de *screening* a genotipurilor cu indici performanți și calitate a producției agricole prin metode morfofiziologice, citologice (regularitatea proceselor proliferative, localizarea intracelulară a compușilor secundari și deponenților), biochimice (activitatea enzimelor asociate stresului hidric/termic, analiză calitativă și cantitativă a proteinelor

de rezervă, polimorfismul izoenzimelor, conținutul de pigmenți fotosintetici, substanțe plastice, glucide totale, etc.), moleculare (PCR, TR-PCR).

Interpretarea multidimensională a informației va permite obținerea și selectarea genotipurilor de culturi agricole (orz de toamnă, grâu comun, porumb, floarea-soarelui) cu caractere performante. Procedeele de sporire a biodiversității asistate de *screening*-ul genotipurilor cu însușiri utile vor asigura diminuarea declinului resurselor biologice și valorificarea eficientă a biodiversității.

Notă. Studiile au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Adeyinka O. S., Tabassum B., Koloko B.L., Ogungbe I.V. Enhancing the quality of staple food crops through CRISPR/Cas-mediated site-directed mutagenesis. In: *Planta*, 2023, 257(4), p.78. doi: 10.1007/s00425-023-04110-6.
2. Bednarek P., Orłowska R. Plant tissue culture environment as a switch key of (epi)genetic changes. In: *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 2020, 140, pp.245-257.
3. Das D., Singha D. L., Paswan R.R. et al. Recent advancements in CRISPR/Cas technology for accelerated crop improvement. In: *Planta*, 2022, 255(5), p.109. doi: 10.1007/s00425-022-03894-3.
4. Dauer J., Hulting A., Carlson D. et al. Gene flow from single and stacked herbicide-resistant rice (*Oryza sativa*): modeling occurrence of multiple herbicide-resistant weedy rice. In: *Pest Manag Sci*, 2018, 74(2), pp.348–355.
5. Dong H. Application of genome editing techniques to regulate gene expression in crops. In: *BMC Plant Biol*, 2024, 24(1), p.100. doi: 10.1186/s12870-024-04786-2.
6. FAO/IAEA. Manual on Mutation Breeding - Third edition. Spencer-Lopes, M.M., Forster, B.P. and Jankuloski, L. (eds.), Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy. 2018, 301 p. ISBN 978-92-5-130526-3.
7. Fehér A. Callus, dedifferentiation, totipotency, somatic embryogenesis: what these terms mean in the era of molecular plant biology? In: *Front Plant Sci*. 2019, 10, p.536. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00536.
8. Felipe L., Ferreira G., Arruda H. et al. Principal component analysis: a natural approach to data exploration. In: *ACM Comput. Surv*, 2021, 54(4), pp.1–34.
9. Gao C. Genome engineering for crop improvement and future agriculture. In: *Cell*, 2021, 184(6), pp.1621–1635.
10. Ghosh A., Igamberdiev A.U., Debnath S.C. Tissue culture induced DNA methylation in crop plants. In: *Molecular Biology Reports*. 2021, 48(1), pp.823-841. https://doi.org/10.1007/s11033-020-06062-6.
11. http://mvd.iaea.org/ (vizitat 15.10.2023).
12. https://www.europarl.europa.eu/factsheets/ro/sheet/71/politica-de-mediu-principii-generale-si-cadrul-de-baza (vizitat 30.03.2024).
13. IPBES: Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Eds. Brondizio E. S., Settele J., Díaz S., and Ngo H. T. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 2019, 1148 p. https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673.
14. Mikhno I., Koval V., Shvets G. et al. Discussion: Green economy in sustainable development and improvement of resource efficiency. In: *Central European Business Review*, 2021, 10(XX). https://doi.org/10.18267/j.cebr.252.

15. Montràs-Janer T., Suggitt A.J., Fox R. et al. Anthropogenic climate and land-use change drive short- and long-term biodiversity shifts across taxa. In: *Nature Ecology & Evolution*, 2024, 8, pp. 739–751. https://doi.org/10.1038/s41559-024-02326-7.
16. Parker W.B., Somers D.A., Wyse D.L. et al. Selection and characterization of sethoxydim-tolerant maize tissue cultures. In: *Plant Physiol*, 1990, 92, pp.1220–1225. doi: 10.1104/pp.92.4.1220.
17. Rai M. K. Somaclonal variation in improvement of agricultural crops: Recent progress. In: *Agricultural Biotechnology: Latest Research and Trends*, 2021 eBook, Chapter, 2021, pp.129-146. ISBN: 978-981-16-2338-7.
18. Rai M.K., Rathour R., Yadav S. et al. Somaclonal variation in fruit crop improvement. In: Somaclonal Variation: Basic and Practical Aspects. Sánchez-Romero, C. (eds) Springer, Cham., 2024, p.99-121. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51626-9_6.
19. Sprinmann M., Clark M., Mason-D´Croz et al. Options for keeping the food system within environmental limits.In: *Nature*, 2018, 562(7728), pp.519–525.
20. Srigiri S. R., Dombrowsky I. Governance of the water-energy-food nexus for an integrated implementation of the 2030 Agenda. Conceptual and methodological framework for analysis. Bonn, 2021, 37 p. https://doi.org/10.23661/dp2.2021.
21. Strengthening actions for nature achieve the sustainable development goals. The 5th United Nation Environment Assembly. 8 February, 2022 - 2 March, 2022. https://www.unep.org/environmentassembly/unea5.
22. Ukhatova Y. V., Erastenkova M. V., Korshikova E. S. et al. Improvement of crops using the CRISPR/Cas system: New target genes. In: *Mol Biol* (Mosk), 2023, 57(3), pp.387-410.

UDC: 579.87:632.4(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.02

ACTINOMICETE ACVATICE CU POTENȚIAL DE BIOCONTROL AL FUNGILOR FITOPATOGENI

Artiomov Laurenția*, *https://orcid.org/0000-0002-4478-4375*
Bolocan Nistor, *https://orcid.org/ 0000-0003-2724-7719*
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, UTM, Chișinău, Republica Modova
*e-mail: *laurentia.artiomov@imb.utm.md*

Summary. Fungal diseases of crops affect crop quantity and quality and have become a major impediment to the development of sustainable agriculture. The widespread use of synthetic fungicides leads to ecological problems, food contamination and serious damage to human health. Biocontrol of phytopathogens using actinomycetes is a less dangerous option. In this research we tested the antifungal activity of three actinomycetes strains from the genera *Streptomyces, Micromonospora* și *Actinomadura* from the water and silt of *La Izvor* lake All strains had a moderate power to inhibit the development of the fungi *Alternaria alternata* and *Botrytis cinerea*, but practically did not affect the development of *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum*.

Keywords: actinomycetes, phytopathogenic fungi, biological control.

Introducere

Stresul biotic, cum ar fi dăunătorii și agenții patogeni este unul din principalii factori de amenințare pentru producția de culturi agricole la nivel global. În agricultură, protejarea culturilor împotriva bolilor fungice este esențială pentru a asigura o roadă bogată și sănătoasă. Fungicidele utilizate în agricultura tradiţională sunt substanţe de sinteză chimică, străine agroecosistemelor, ce reprezentă pentru biocenozele acestora un factor de stres. Multe pesticide sunt greu degradabile, cauzează contaminarea alimentelor, solurilor şi apelor cu reziduuri toxice, afectează grav sănătatea oamenilor.

Astfel, măsurile de biocontrol a fitopatogenilor sunt considerate o abordare alternativă sigură și de succes. *Actinobacteriota* este unul dintre cele mai mari filumuri bacteriene care s-a răspândit în toate habitatele naturale și include numeroși membri, inclusiv recunoscuți ca agenți eficienți de biocontrol a diverșilor fungi fitopatogeni. În prezent, este important să se caute noi tulpini care produc metaboliți antimicrobieni, deoarece unele preparate preexistente au eșuat din cauza dezvoltării rezistenței agenților patogeni la ele.

Numeroase cercetări au demonstrat că actinomicetele posedă un potențial important ca agenți de biocontrol ai agenților patogeni ai plantelor și ca promotori de creștere a plantelor [1, 10]. Deși majoritatea actinomicetelor studiate din perspectiva folosirii ca agenți de control a fitopatogenilor provin din sol, rizosfera plantelor, un număr impunător de lucrări științifice sunt consacrate și studierii potențialului biotehnologic al actinomicetelor din mediul acvatic [3, 11, 16]. Mediile puțin explorate, inclusiv ecosistemele acvatice, pot fi surse promițătoare de actinomicete rare, producătoare de compuși utili în diverse biotehnologii [5]. „Actinomicetele rare” sunt definite ca tulpini de actinomicete izolate mai rar decât cele ale *Streptomyces spp*., chiar dacă este posibil să nu fie rare în mediu.

Subramani R. și Sipkema D. [12] în cadrul unui studiu amplu și îndelungat (2007-2017) al actinomicetelor noi și rare din mediul marin au determinat 46 compuși bioactivi noi, produși de actinomicetele genului *Micromonospora* și 8, proveniți de la cele din genul *Actinomadura.* Astfel, reieșind din sursele bibliografice, genurile *Streptomyces, Actinomadura* și *Micromonospor*a posedă potențial de control a fungilor fitopatogeni.

Materiale și metode

A fost studiată activitatea antifungică a unor tulpini de actinomicete din genurile *Actinomadura* sp.2 (*Thermosporaceae*), *Streptomyces* sp.21 (*Streptomycetaceae*) *Micromonospora* sp.56 (fam. *Micromonosporaceae*). Actinomicetele genurilor *Streptomyces* și *Actinomadura* provin din apa lacului „La Izvor" (municipiul Chișinău), iar cele din genul *Micromonospora* – din mâlul acestui lac. Aceste actinomicete au fost izolate în cadrul laboratorului *Colecția de Microorganisme Nepatogene* al *Institutului de Microbiologie și Biotehnologie*, UTM [3, 11]. Actinomicetele au fost cultivate 14 zile pe mediul nutritiv Gause 1. Activitatea antifungică a fost determinată conform metodei de difuziune a metaboliţilor cu utilizarea blocurilor din mediul cu culturile de actinomicete şi a culturilor fungilor fitopatogeni: *Alternaria alternata, Botrytis cinerea Fusarium solani, Fusarium oxysporum* pe meduil Malț-Agar. Metoda este bazată pe capacitatea de difuziune a metaboliţilor produşi de microorganismele studiate în profunzimea agarului şi a acţiunii substanţei active din zona de difuzie asupra culturilor-test. După 2 zile de incubare apar zonele de inhibiţie (de liză) din jurul discurilor cu cultura actinomicetelor, diametrul cărora reflectă intensitatea antagonismului dintre actinomicete și fungi.

Rezultate și discuții

Pentru aprecierea activității antifungice a tulpinilor de actinomicete au fost testați 4 fungi fitopatogeni, care afectează un spectru larg de culturi agricole din Republica Moldova și cauzează pierderi economice enorme.

Alternaria alternata este în prezent considerată a fi o specie cosmopolită cu o gamă largă de gazde, inclusiv plante importante de cultură. Provoacă pătarea, putrezirea multor părți ale plantelor și alte boli. Este un agent patogen oportunist pentru peste 380 de specii gazdă de plante [4, 14].

Botrytis cinerea este una din cele mai distructive ciuperci fitopatogene ce cauzează putregaiul cenușiu la circa 230 specii de plante [13].

Fusarium solani este un complex de specii filogenetice similare morfologic, un important fitopatogen care cauzează putrezirea tuberculilor de cartofi, fructelor de tomate, ardei, pepene galben, a boabelor de cereale ș.a. [2, 9].

Fusarium oxysporum este un fitopatogen care afectează o gamă largă de gazde la care provoacă ofilirea fuzariană vasculară și putrezirea fuzariană. Putrezirea afectează predominant plantele cu organe de depozitare (tuberculi, bulbi, rizomi) [6].

În ultimii ani, actinobacteriile, inclusiv cele rare, au devenit din ce în ce mai recunoscute ca o sursă bogată de noi metaboliți bioactivi [7, 15]. Rolul de agenți de biocontrol a unor tulpini ce aparțin genurilor de actinomicete *Streptomyces, Micromonospora, Actinomadura* a fost reflectat în multe publicații științifice. Astfel, LeBlanc [8] menționează că, în general, agenții de control biologic *Streptomyces* reduc semnificativ bolile fungice ale plantelor cu 56%, iar eficacitatea controlului biologic este mai mare în medii controlate şi când bacteriile *Streptomyces* sunt aplicate sub presiune mare a bolii. In agricultură se utilizează preparate comerciale de biofungicide pe bază de actinomicete: Mycostop (*Streptomyces griseoviridis* strain K61), înregistrat în SUA, Canada și Uniunea Europeană; Actinovate SP (*Streptomyces lydicus* WYEC 108, înregistrat în SUA, Canada și Turcia. Speciile de *Micromonospora, Actinomadura* produc, de asemenea, compuși antibacterieni și antifungici care acționează pentru a proteja plantele de agenți patogeni [3, 7, 12].

În experimentele noastre tulpina de *Actinomadura* a avut o actvitate antifungică moderată față de *Alternaria alternata* și *Botrytis cinerea*, exprimată prin diametrele în mm a zonelor de inhibare (DZI), respectiv 13,75 și 16,25. Inhibarea creșterii fitopatogenilor *Fusarium solani* a fost slabă (DZI-10), iar creșterea *Fusarium oxysporum* nu a fost afectată (DZI-0). Actinomicetele genului *Micromonospora* a avut putere de inhibiție medie față *de Botrytis cinerea* (DZI-15,3) și *Alternaria alternata* (DZI-11,5) și slabă față de *Fusarium solani* (DZI-9,5) și *Fusarium oxysporum* (DZI-8). Tulpina de *Streptomyces* a avut potențial mediu de inhibare a creșterii *Alternaria alternata*

(DZI-13,5) și *Botrytis cinerea* (DZI-11,17). Dezvoltarea coloniilor de *Fusarium solani* (DZI-13,5) și *Fusarium oxysporum* (DZI-13,5) a fost afectată nesemnificativ.

Toate actinomicetele studiate au demonstrat activitate de inhibare slabă (DZI-5-9) sau moderată (DZI – 10-19). Nici o tulpină nu a demonstrat activitate puternică de inhibare a fungilor fitopatogeni (DZI ≥20). Cei mai susceptibili fungi la activitatea antagonistă a actinomicetelor investigate au fost *Alternaria alternata* (DZI – 11,5-15,33) *și Botrytis cinerea* (DZI – 10-16,25). Cele mai rezistente la acțiunea actinobacteriilor au fost *Fusarium oxysporum* (DZI – 0-8) și *Fusarium solani* (DZI – 0-9,4). Eficiența antifungică a fost : *Actinomadura* (DZI – 0-16,25), *Streptomyces* (DZI – 8-13,5), *Micromonospora* (DZI – 8-15,33) [Tab].

Tabel

Inhibarea creșterii fungilor fitopatogeni de către actinomicetele izolate din lacul *La Izvor*

Genul actinomicetelor	Diametrul zonei de inhibiție a microorganismelor testate (DZI) mm			
	Alternaria alternata	*Botrytis cinerea*	*Fusarium solani*	*Fusarium oxysporum*
Actinomadura (2)	13,75±0,63	16,25±0,48	10±0.577	0
Micromonospora (56)	11,5±0,58	15.33 ±1.45	9.5±0.33	8±0
Streptomyces (21)	13,5±1,2	11,17±0.65	9,6±0.33	8±0

Concluzii

Preocuparea crescândă a consumatorilor, opiniei publice cu privire la utilizarea fungicidelor sintetice și dezvoltarea rezistenței de către fungii fitopatogeni la aceste fungicide conduce la căutarea unei strategii alternative de control. Actinomicetele izolate din diverse medii au demonstrat un potențial promițător pentru controlul biologic al ciupercilor fitopatogene. Deși există un număr impresionant de investigații consacrate acestui subiect, utilizarea actinomicetelor din mediile acvatice ca agenți de biocontrol al fungilor fitopatogeni este mai puțin studiată.

Rezultatele experimentelor noastre indică în mod clar, că izolatele de actinomicete *Actinomadura* sp.2, *Streptomyces* sp.21, *Micromonospora* sp.56 din apa și mâlul (sedimentele) lacului *La Izvor* au fost capabile să restricționeze moderat creșterea *in vitro* a culturilor ciupercilor fitopatogene *Alternaria alternata* și *Botrytys cinerea.* Aceste tulpini pot fi recomandate pentru continuarea cercetărilor în vederea utilizării în calitate de agenți de biocontrol a acestor fitopatogeni în experimente *in planta*. Actinomicetele *Actinomadura* sp.2, *Streptomyces* sp.21, *Micromonospora* sp.56 ar putea fi utilizate pentru a formula amestecuri de microorganisme benefice în scopul la ameliorării eficienței produselor de biocontrol, ce ar contribui la extinderea bunelor practici agricole în gestionarea sănătății plantelor.

Mulțumiri: Autorii își exprimă profunda recunoștință colegilor doctor șt. Bârsa Maxim și doctor hab. Burțeva Svetlana pentru furnizarea tulpinilor de actinomicete pentru cercetare și consultanță.

Notă. Lucrarea a fost realizată în cadrul subprogramului de cercetare 020101 InBioS „Soluții biotehnologice inovative pentru agricultură, medicină și protecția mediului”.

Referințe bibliografice

1. Artiomov L. Unele considerente vizând rolul actinomicetelor în agricultura durabilă. In: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*, Ed. 8, Bălți, RM, 2024, p. 169-175 https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/206622
2. Bahadur A. Current status of *Fusarium* and their management strategies. In *Fusarium-An Overview of the Genus*. 2021, IntechOpen. https://www.intechopen.com/chapters/79176
3. Burtseva S., Byrsa M. The ability of actinobacteria from silt sediments of the lake system "La Izvor" (Chisinau) to delay the growth of phytopathogenic microorganisms. In: *Biology and*

sustainable development, Ed. 20, Bacău, Romania: 2022, Ediția 20, p. 31. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/169659
4. Chaverri, P., Samuels, G. J. Evolution of habitat preference and nutrition mode in a cosmopolitan fungal genus with evidence of interkingdom host jumps and major shifts in ecology. *Evolution*, 2013, 67(10), p. 2823-2837. http://dx.doi.org/10.1111%2Fevo.12169
5. Dhakal D., Pokhrel A.R., Shrestha B., Sohng J.K. Marine rare actinobacteria: Isolation, characterization, and strategies for harnessing bioactive compounds. In: *Frontiers in microbiology*, 2017, 8, 1106. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01106
6. Edel-Hermann V., Lecomte C. Current status of Fusarium oxysporum formae speciales and races. In: *Phytopathology*, 2019, 109(4), p. 512-530. https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-18-0320-RVW
7. Lahoum A., Aouiche A., Bouras N.,Verheecke C. Antifungal activity of a Saharan strain of Actinomadura sp. ACD1 against toxigenic fungi and other pathogenic microorganisms. In: *Journal de Mycologie Medicale*, 2016, 26(3), p.193-200. https://core.ac.uk/reader/163105040
8. LeBlanc, N. Bacteria in the genus *Streptomyces* are effective biological control agents for management of fungal plant pathogens: a meta-analysis. In: *BioControl* , 2022, 67, p. 111–121 https://doi.org/10.1007/s10526-021-10123-5
9. Mihnea N., Lupașcu G., Gavzer S. Reacția unor linii de perspectivă de tomate la fungii *Alternaria alternata* şi *Fusarium* spp. In : *Stiinta agricola*, 2018, 1,p. 50-54. ISSN 1857-0003. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/65029
10. Patel Ishita B., Jhala Y. K., Patel H. K., Patel,M. H., Shelat H. N., Vyas R. V. Evaluation of Antagonistic Potential of Actinomycetes against Phytopathogenic Fungi. In: *Ind. J. Pure App. Biosci*, 2021, 9(2), 138-150. http://dx.doi.org/10.18782/2582-2845.8633
11. Sîrbu, T., Burțeva, S., Bîrsa, M., Balan, L., Slanina, V., Țurcan, O., & Moldovan, C. Study of the microbial biodiversity of the Lake La Izvor, Chisinau municipality. In: *ACROSS*, 2022, 6(2), p.56-66
12. Subramani R., Sipkema D. Marine rare actinomycetes: a promising source of structurally diverse and unique novel natural products. In: *Marine drugs*, 2019, *17*(5), p. 249. https://doi.org/10.3390/md17050249
13. Walker A. S., Gladieux P., Decognet,V., Fermaud M., Confais J., Roudet J., Fournier E. Population structure and temporal maintenance of the multi-host fungal pathogen *Botrytis cinerea*: causes and implications for disease management. In: *Environmental Microbiology*, 2015, 17(4), p. 1261–1274. https://doi.org/10.1111/1462-2920.12563
14. Woudenberg, J. H., Groenewald, J. Z., Binder, M., Crous, P. W. *Alternaria* redefined. In: *Studies in mycology*, 2013, *75*(1), p. 171-212. https://doi.org/10.3114%2Fsim0015
15. Zamora-Quintero A. Y., Torres-Beltrán M., Guillén Matus, D. G., Oroz-Parra I., Millán-Aguiñaga N. Rare actinobacteria isolated from the hypersaline Ojo de Liebre Lagoon as a source of novel bioactive compounds with biotechnological potential. In: *Microbiology*, 2022, *168*(2), 001144. https://doi.org/10.1099%2Fmic.0.001144
16. Zothanpuia Passari, A. K., Yadav M. K., Singh B. P. *In vitro* evaluation of antimicrobial activities and antibiotic susceptibility profiling of culturable actinobacteria from fresh water streams. In: *Indian J. of experimental Biology*, 2018, 56, p 665-673 https://imsear.searo.who.int/bitstreams/44e1c7ab-48df-45b4-b80a-f0083f9b2308/download

UDC: 632.3:635.21(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.03

STOLBUR SPREAD IN SOME POTATO GENOTYPES GROWN IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Bahsiev Aighiuni*, *https://orcid.org/0000-0002-1915-7652*
Zamorzaeva Irina, *https://orcid.org/0000-0002-6302-2069*
Melian Lolita, *https://orcid.org/0000-0002-9192-0560*
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
**e-mail*: *aighiuni.bahsiev@igfpp.md*

Summary. Testing of 11 potato genotypes for the stolbur disease was carried out in plants grown on the experimental plots of IGPPP, MSU during the 2023 season of vegetation. A low level of '*Candidatus* Phytoplasma solani' infection was determined by nested-PCR analysis in all analyzed genotypes. Overall, the percentage of infected plants in the potato field was only 14.6%. In addition, the presence of phytoplasma infection was detected in the tubers of infected potato plants, while it was not detected in the sprouts that appeared on these tubers.

Key-words: '*Candidatus* Phytoplasma solani', stolbur disease, molecular diagnostics, potato, infection spread.

Introduction

Phytoplasmas are a group of wall-less microorganisms that colonize the phloem of more than 1000 plant species, including solanaceous plants [1]. An important role in phytoplasma transmission is played by vector insects like leafhoppers, planthoppers and psyllids. Numerous species among them are polyphagous, which facilitates the infection of new plant species. Thus, phytoplasmas can adapt to different agroecosystems due to their ecological plasticity [2]. Monitoring new agricultural crops that can be affected by phytoplasma is a tool for controlling the spread of infection in the region.

The geographical distribution of phytoplasmas is wide. They were found in North Africa, Asia Minor, and the Near East, and especially in the Euro-Mediterranean area. In the European Union '*Candidatus* Phytoplasma solani', the causal agent of stolbur and bois noir, is widespread and considered as an endemic pathogen [3]. In the Republic of Moldova this pathogen predominantly affects tomato and grapewine, and to a lesser extent pepper [4, 5]. Stolbur infestation causes a significant reduction in the quality and quantity of crops reaching up to 90% [6].

One of the important agricultural crops in Moldova is potato. Typical symptoms of stolbur in potato include upward rolling of the top leaves with reddish or purplish discoloration, proliferation of buds, shortened internodes, and swollen nodes [7]. Rapid diagnosis and precise identification of phytoplasmas responsible for emerging plant diseases are crucial for preventing further spread of infection and reducing economic losses [8, 9]. The methods for stolbur diagnosing can be based on symptomatic study, electron microscopy, *in vitro* cultivation, and molecular technology. Each of these methods has certain limitations. Morphological study is quite difficult because infection may occur simultaneously with other diseases that can mask the symptoms [10]. Also, disease identification is only possible with the appearance of symptoms approximately one month after infection. Detection using electron microscopy is limited by the fact that phytoplasma cells are morphologically polymorphic [11]. The *in vitro* cultivation is not efficient due to laborious to obtain specific colonies and requirments to use commercial media [8].

Reliable and timely diagnosis is possible using molecular methods. The advantages of molecular diagnosis include the possibility to determine the infection before the appearance of symptoms, high specificity and accuracy, in phytoplasma identification. Molecular methods allow

to evaluate quickly the specificity of disease that affects the crop and monitor the infection spread among new crops [12, 13].

The aim of the research was the molecular diagnosis of '*Ca*. P. solani' in plants of some potato genotypes from IGPPP collection grown on the experimental lots of the institute during the season of vegetation of 2023.

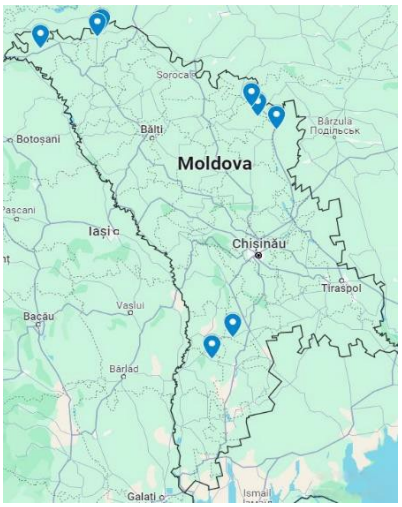
Materials and methods

The molecular diagnosis of '*Ca*. P. solani' was carried out in 11 potato genotypes of the different origin (Table 1). The leaves were collected for analysis from potato plants growing on the experimental plots of IGPPP (MSU) at the end of June and in mid-August of 2023. The tubers of potato were colected at the end of August.

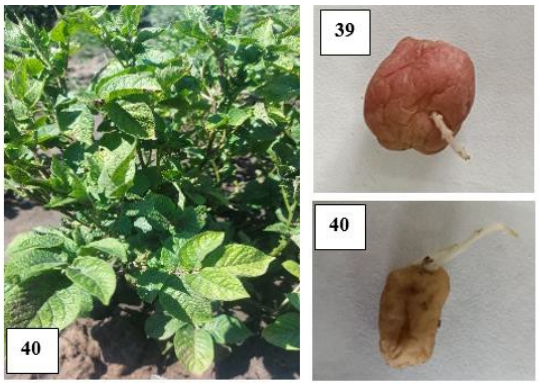
Table 1

Potato genotypes and their origin

Nr.	Genotype	Origin of genotype
1	Summer potato	d.Rezina, v.Solonceni
3	Potato 40 days	d. Ungheni, v.Cioropcani
8	Cheyenne variety	Franta
6	Potato 40 days, pink	d. Soldanesti, v. Climautii de jos
12	Potato	d. Soldanesti, v. Poiana
23	White potato 40 days	d.Cantemir, v.Visniovca
38	Violet potato, 2019	d. Soldanesti, v. Poiana
39	74/MDI05707 red potato + americanca	d.Ochnita, v.Ochnita
40	62/MDI05733 potato tsutsuki	d.Briceni, v. Berlinti.
50	Potato MDI05705	d.Ochnita, v.Ochnita
56	Home white potato	d.Cimislia, v. Cenac



DNA extraction from general sample of potato leaves, tubers and sprouts on tubers (Fig. 1) was done using DNAzol to analyze the presence of '*Ca*. P. solani' in plants of different genotypes. The general sample consists of 5-10 plants of each genotype. The high quality of purified DNA was confirmed using PCR with common plant ribosomal primers.



A **B**

Figure 1. Potato plant material for DNA isolation: A – leaves; B – tubers

DNA isolation from leaves of individual potato plants was performed by the boiling thin slices of leaves in an alkaline solution (express method).

Phytoplasma detection was carried out using the nested-PCR analysis with specific primer pairs cpn 421 F/R and cpn 200 F/R based on the unique sequence of the chaperonin gene (*groEL*) of '*Ca*. P. solani'. The amplification reaction proceeded according to the following program: I - 94°C for 5'; II - 94°C for 30", 58°C for 30", 72°C for 30" × 30 cycles (I round) or ×35 cycles (II round); III - 72°C for 10'; IV - 4°C ∞. The results were recorded by electrophoresis of the amplified products stained with ethidium bromide (1× TBE buffer, 1.5% agarose gel) with subsequent visualization under UV light. The size of the amplified fragment was determined using „GeneRuler 1kb DNA Ladder".

Rezults and discusions

The data of the molecular diagnosis of the presence of '*Ca*. P. solani' in plants of potato genotypes at the end of June and in mid-August are presented in Figure 2. The results obtained demonstrate the absence of phytoplasma infection in all analyzed genotypes at the end of June (Fig. 2A). The presence of the pathogen was detected in 5 out of 6 potato genotypes in mid-August (Fig. 2B).

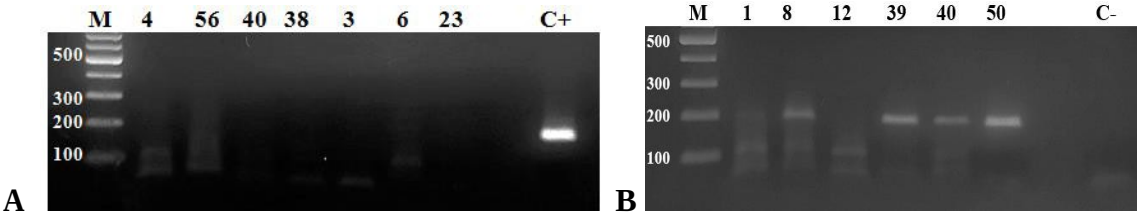


Figure 2: Results of the nested-PCR analysis based on DNA isolated from general samples of leaves collected from potato plants at the end of June (A) and in mid-August (B):
M – DNA fragment length marker; C+ – positive control of amplification;
C- – negative control of amplification.

Molecular analysis of individual potato plants was done in 5 genotypes infected with phytoplasma in mid-August. This genotypes were chosen in accordance with results of molecular testing of general samples (see Figure 2). Between 5-10 plants were analyzed in each genotype. The results of the nested-PCR are shown in Figure 3.

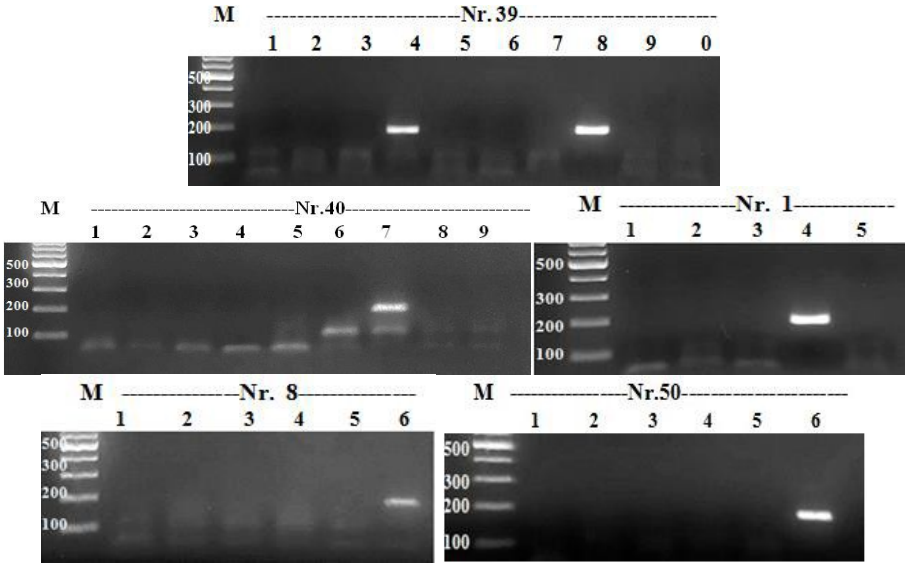


Figure 3: Results of the nested-PCR analysis based on DNA isolated from individual potato plants: M – DNA fragment length marker.

This step of the study allows to register the level of infection spread in the potato field in whole as well as in each analyzing genotype. According to the obtained results one can see a low level of phytoplasma spread in all studied potato genotypes (Fig. 4). The percentage of infected plants in the potato field consists of only 14.6%, At the same time, at the end of the season of vegetation 2023, the spread of this disease at the tomato field of IGPPP was significantly higher. In accordance to our study, tomatoes were infected with '*Ca*. P. solani' in the mass [14]. The assumption is reasonable that stolbur does not pose such a danger to potatoes grown in the field in Moldova as it does to tomato.

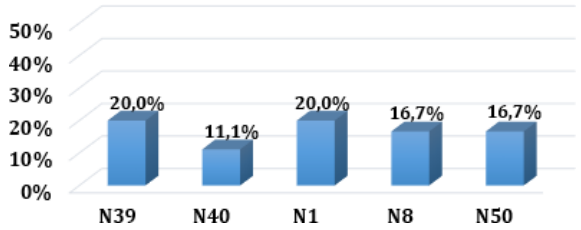


Figure 4: Spread of stolbur at five potato genotypes in mid-august 2023

In addition, the interesting results were obtained in the molecular analysis of the sprouted tubers of two potato genotypes. The presence of phytoplasma infection was determined in the tubers of both analyzed genotypes, while in the sprouts it was not identified (Fig. 5).

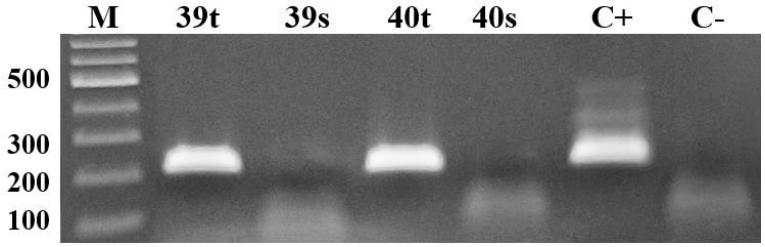


Figure 5: Results of the nested-PCR analysis based on DNA isolated from the sprouted tubers of two potato genotypes: M – DNA fragment length marker; 39t, 40t – tubers; 39s, 40s – sprouts; C+ – positive control of amplification; C- – negative control of amplification.

These results give hope for obtaining uninfected potato plants just in the case when infected tubers were planted. However, this assumption requires further extensive research.

Conclusions

The presence of '*Ca*. P. *solani*' infection was determined in the potato plants in mid-August. Phytoplasma infection was not identified at the end of June. The level of infection in analyzed potato genotypes was low under the conditions of the season of vegetation 2023. The presence of stolbur infection in potato tubers was established, while the pathogen was not detected in the sprouts that appeared on the affected tubers. Thus, stolbur does not currently pose a major danger to potato cultivation in Moldova. However, further stolbur monitoring is needed to prevent outbreaks of this disease in this crop.

Acknowledgements. This study was supported by the subprogram 011101 „*Genetic and biotechnological approaches of management of agroecosystems under climate change conditions*”, funded by the Ministry of Education and Research.

References

1. Wei, W, Trivellone, V., Dietrich, C.H. et al. Identification of phytoplasmas representing multiple new genetic lineages from phloem-feeding leafhoppers highlights the diversity of phytoplasmas and their potential vectors. *Pathogens*, 2021, vol.10, nr. 352, P. 1-17.
2. Weintraub, P.G., Trivellone, V., Krüger, K. Transmission and management of phytoplasma - associated diseases. *Phytoplasmas, Plant Pathogenic Bacteria – II*. Springer, 2019, P. 27- 52.
3. EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), 2014. Scientific Opinion on the pest categorization of *Candidatus* Phytoplasma solani. *EFSA Journal*. 2014, vol. 12, nr. 12:3924, P. 1-27.
4. Заморзаева, И., Бахшиев, А. Молекулярная диагностика распространения столбура в некоторых важных для сельского хозяйства Молдовы культурах. *Агрофизический институт: 90 лет на службе земледелия и растениеводства*, Санкт-Петербург: ФГБНУ АФИ, 2022, С. 509-513.
5. Хаустов, Е. Распространение почернения древесины винограда в естественных условиях. *Theses of the: 74th scientific conference of students*, Ed. 74, 2021, Chisinau, P. 51.
6. Hogenhout, S.A. Plant Pathogens, Minor (Phytoplasmas). *Encyclopedia of Microbiology* (Third Edition), Editor(s): Moselio Schaechter, Academic Press, 2009, P. 678-688.
7. Ember, Z., Acs, I.E., Munyaneza, J.M. et al. Survey and molecular detection of phytoplasmas associated with potato in Romania and southern Russia. *European Journal of Plant Pathology*, 2011, vol. 130, P.367-377.
8. Bertaccini, A., Duduk, B. Phytoplasma and phytoplasma diseases: a review of recent research. *Phytopathologia Mediterranea*, 2010, vol. 48, nr. 3, P. 355-378.
9. Ministry for Primary Industries Amendments to the Import Health Standard 155.02.06: Importation of Nursery Stock. Consultation: Proposed measures to manage phytoplasmas on ornamental plants for planting Importation of Nursery Stock (155.02.06) https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/60817/direct
10. COST ACTION FA0807. Phytoplasmas and phytoplasma disease management: how to reduce their economic impact. Advances in knowledge about phytoplasma diseases in Argentina, P. 82-89. Assunta Bertaccini (ed.). Bologna, Italy, P. 82-89.
11. Namba, S., Molecular and biological properties of phytoplasmas. *Proceedings of the Japan Academy*, Series B, 2019, vol. 95, nr. 7, P. 401-418.
12. Delić, D. Polymerase Chain Reaction for phytoplasmas detection. Polymerase Chain Reaction. *InTech*. 2012, P. 91-120.
13. Marcone, C., Rao, G.P. Control of phytoplasma diseases through resistant plants. In: Phytoplasmas: *Plant Pathogenic Bacteria - II: Transmission and Management of Phytoplasma - Associated Diseases.* Springer Singapore, 2019, P. 165-84.
14. Bahsiev, A., Zamorzaeva-Orleanscaia, I. Estimation of '*Candidatus* Phytoplasma solani' prevalence in local tomato varieties. *Biology and sustainable development*, Ed. 21, 23 November 2023, Bacau, 2023, Ed. 21, P. 69.

UDC: 634.23 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.04

INTENSITATEA LUMINII ÎN COROANA POMILOR DE CIREȘ FORMAȚI DUPĂ COROANA FUS ZVELT

Balan Valerian*, *https://orcid.org/0000-0001-9875-8888*,
Bilici Inna, *https://orcid.org/0009-0000-8971-092X*, Russu
Stanislav, *https://orcid.org/0009-0005-9115-5589*, Buza
Cornel, *https://orcid.org/ 0009-0006-3097-9709*, Talpalaru
Dumitru, *https://orcid.org/0009-0003-7098-4535*
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chisinau, Republica Moldova
**e-mail: valerianbalan@gmail.com*

Summary: The research was carried out on the Kordia cherry variety, grafted on Gisela 6, planted at a distance of 4x1 m. The 7-year-old trees are led by the slender spindle crown with the rows located from north to south. The light intensity in the crown of the trees was measured at the end of July, in clear weather from 7 a.m. to 5 p.m., every 2 hours, with the universal pyranometer M-80 and the galvanometer GSA-1. Based on the obtained data, the light intensity was calculated in the center of the crown, along the axis and in the area where the crown joins, both in the East and West of the row of trees, as well as in the shadow of the crown.

Keywords: *Prunus avium*; crown shape; solar radiation.

Introducere

Cireșul este o specie valoroasă cu vechi tradiții de cultură în Republica Moldova, unde condițiile climatice sunt favorabile pentru cultivarea lui, acesta ocupând 5,3 mii ha în anul 2021 sau 3,6% din suprafața livezilor.

Perfecţionarea continuă a tehnologiei de formare şi tăiere a pomilor de cireș prevede valorificarea optimă a potenţialului biologic, în scopul creării unui raport favorabil între procesele de creştere şi fructificare în pom (Masseron et al., 1990; Babuc, 2012; Balan, 2015). Procedeele de formare şi tăiere raţională contribuie la obţinerea unor recolte precoce, înalte şi calitative, fapt ce măreşte eficienţa economică a pomiculturii (Balan et al., 2001; Simon et al., 2004). De aceea, în cercetare am abordat problema formării şi tăierii pomilor de cireș din soiurile Kordia și Regina, altoite pe Gisela 6, pentru a obţine coroane fusiforme cu volum redus, cu înălțimea pomilor de 3-3,5 m, aerisite, echilibrate în spațiu și bine iluminate. Astfel se va aduce un spor de cunoaştere la efectul formării și tăierii coroanei fus subțire ameliorat asupra creşterii pomilor şi formării producției de fructe (Balan et al., 2022).

Materiale și metode

Locul experimental. Investigațiile au fost efectuate, în zona pomicolă de nord a Republicii Moldova, în anul 2024 în livada de cireș a companiei Sermofarm, satul Sturzeni, raionul Rîșcani. Înființarea plantației s-a efectuat în primăvara anului 2018 cu soiurile Kordia și Regina, altoite pe Gisela 6, la distanța de 4 x 1 m. Pomi sunt conduși după coroana fus zvelt cu rândurile situate de la nord la sud. Solul dintre rândurile de pomi se menține cu ierburi artificiale, care se cosesc când iarba atinge înălțimea de 25-30 cm, rămânând ca mulci. Solul pe rîndul de pomi se lucrează cu freza sau se erbicidează la necesitate. Pomii se irigă prin picurare, tuburile cu picurători sunt fixate la 40 cm de la sol pe direcția rândului. Livada este protejată cu plasă antigrindină.

Aplicarea procedeelor. Obiectivul principal al acestui studiu a fost evaluarea efectului tăierii de formare, întreținere și de fructificare a coroanei fus zvelt la penetrarea luminii în zona ramurilor de semischelet la baza coroanei, elaborarea procedeelor de formare și tăiere a pomilor precum și menținerea unui echilibru între creștere și fructificare la specia cireș.

Soiurile Kordia și Regina sunt grupate în benzi a câte 10 rânduri de fiecare soi. Variante:
V1 - Fus zvelt clasic, tăieri de întreținere și de fructificare aplicate anual (martor).
V2- Fus zvelt ameliorat, tăieri de întreținere și de fructificare aplicate anual.

Obiecte de studiu. Soiul Regina - Pomii sunt de vigoare medie-mare cu coroană compactă, fructifică preponderent pe buchete de mai și au o productivitate mijlocie. Soi autosteril, sensibil la cancerul bacterian și răsucirea frunzelor. Fructul este mare, alungit, cordiform, cu pielița de culoare roșie, lucioasă. Pulpa este foarte consistentă, puțin suculentă, dulce, cu calități gustative optime. Fructele sunt rezistente la manipulare, transport și crăparea cauzată de ploaie. Maturarea fructelor are loc în decada a treia a lunii iunie, acestea sunt rezistente la transportare (Long et al., 2014; Cimpoieș, 2020).

Soiul Kordia – Pomii sunt de vigoare mijlocie, cu coroană larg-conică, rodește pe buchete de mai și ramuri mijlocii, are productivitate mare, inconstantă. Soi autosteril, fructul este de mărime mijlocie, cordiform, alungit, cu pielița de culoare brună-roșietică, fermitatea pulpei este bună. Pulpa este crocantă, suculentă, dulce, neaderentă la sâmbure, cu gust plăcut, puțin sensibilă la crăpare, are rezistentă la manipulare și transportare. Soiul Kordia este transportabil, se maturează în ultima decadă a lunii iunie (Long et al., 2014; Cimpoieș, 2020).

Portaltoiul Gisela 6 (*P. Cerasus x P. canescens*) este de vigoare medie. Pomii au un ancoraj mediu, crește pe terenurile grele și umede, intră pe rod în anul 3 după plantare, sunt rezistenți la *Agrobacterium* și la cancerul bacterian. Stimulează înflorirea timpurie a pomilor și permite obținerea unor recolte mari. Pomii, altoiți pe Gisela 6, produc recolte înalte, stabile și de calitate. Datorită nivelului înalt de productivitate, este necesar de a forma coroana corect și a menține vigoarea de creștere a pomilor pentru a obține cireșe de calitate înaltă. Gisela 6 este compatibil cu toate soiurile de cireș, se multiplică prin butași și micropropagare (Long et al., 2014; Cimpoieș, 2018).

Forma de coroană fus zvelt clasic (V1). Coroana pomilor, altoiți pe Gisela 5 și Gisela 6, se extinde pe verticală la 3,5-4 m înălțime cu diametrul coroanei la bază de 2-2,5 m. Pomii au trunchi de 50-60 cm înălțime și un ax bine dezvoltat, pe care sunt înserate 2 etaje de șarpante la un interval de 60-70 cm. Ramurile în etaj sunt amplasate în spirală uniform în jurul axului la distanța de 8-12 cm între ele. Mai sus de etajul doi, pe ax, sunt dispuse uniform în jurul lui, în poziție oblică, numai ramuri de semischelet și de rod, care se substituie periodic.

La plantare se folosesc pomi fără ramificări și soiuri cu capacitatea înaltă de a forma lăstari laterali și de a produce fructe pe mugurii de la baza ramurilor anuale. La formare se folosește inelarea și inciziile împrejurul tulpinii pentru stimularea și formarea lăstarilor pe ax.

Tăierea pomilor se bazează pe scurtarea medie și puternică a lăstarilor și a ramurilor anuale pe șarpante și pe ax, în scopul normării cantității mugurilor floriferi și vegetativi ce s-au format la baza lor, lăsând permanent cel puțin doi muguri vegetativi pentru formarea noului lăstar. Ramurile verticale și cele ce depășesc jumătate din ramurile mamă se taie la cep, ce permite formarea lăstarilor pe ciot, diferențierea mugurilor și obținerea recoltei preponderent pe mugurii floriferi la baza ramurilor anuale, localizate în apropiere de ax, șarpante și subșarpante (Asanică, 2012; Long et al., 2014).

Forma de coroană fus zvelt ameliorat (V2) include un ax bine dezvoltat, la baza cărui, între 60-100 cm înălțime, se aleg 4-6 ramuri de semischelet permanente, radial în jurul axului, după care urmează zona de 90-100 cm lungime liberă de ramuri, apoi axul se garnisește cu ramuri slabe de semischelet și de rod. Procedeele de întreținere și tăiere a coroanei sunt identice variantei clasice.

Metode aplicate. Regimul de lumină a fost determinat cu piranometrul universal M-80 și galvanometrul GSA-1. Intensitatea luminii s-a măsurat în centrul coroanei, de-a lungul axului și în zona de împreunare a coroanei atât în partea superioară și inferioară, cât și în partea de Est și Vest a rândului de pomi la înălțimea de 0,7; 1,5 și 2,5 m de la suprafața solului, în centrul planului de simetrie a coroanei și la 0,5 m depărtare de el spre direcția dintre rânduri și pe umbra coroanei în decursul unei zile (Лукьянов & Денисов, 1968). Regimul solar s-a determinat la sfârșitul lunii

iulie, când suprafața de frunze are dimensiuni maxime pe timp senin de la ora 7 până la ora 17, peste fiecare 2 ore.

Rezultate și discuții

Utilizarea portaltoaielor vegetative Gisela 5, Gisela 6, P-HL-C, Colt, Maxma 14 și CAB 6P a permis înființarea plantațiilor de cireș la densități mari, forme de coroane fusiforme, recolte mari și eficiente (Balan & Ivanov, 2016; Long, et al., 2014). Aavînd în vedere că, lumina este unul dintre cei mai importanți factori, în formarea producției biologice, iar modul de conducere a pomului influențează în mare măsură asupra captării de către frunze a energiei solare a fost studiat regimul de lumină în coroana pomilor din soiurile Kordia și Ferrovia, altoite pe Gisela 6, în vârstă de 7 ani, densitatea de 2500 pomi/ha în funcție de sistema de formare și tăiere a coroanei.

Determinarea regimului solar în plantația de cireș din soiul Kordia, altoit pe Gisela 6, denotă că, iluminarea coroanei pomilor, pe parcursul zilei depinde de intensitatea luminii și de sistema de conducere a coroanei (fig. 1, 2, tab 1). Astfel, există diferențe mari în iluminarea coroanei pe parcursul zilei a pomilor de cireș, iar forma de coroană fus zvelt nu poate să intercepteze în condiții optime radiația solară ajunsă la sol.

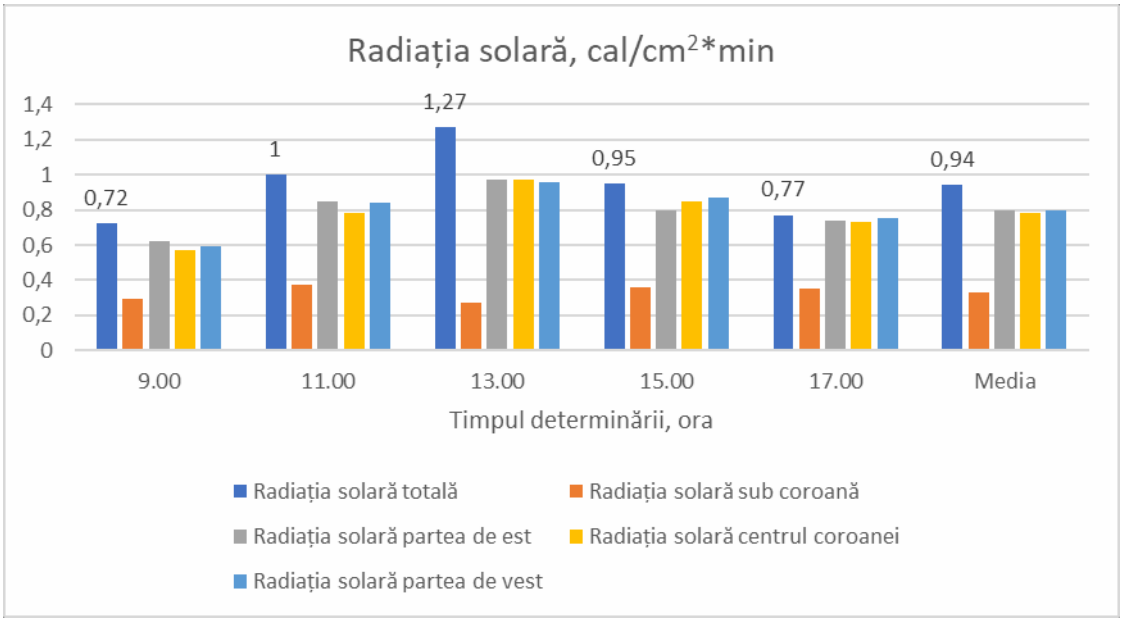


Figura 1. Regimul de lumină în coroana pomului de soiul Kordia, cal/cm^2*min.
(Portaltoiul Gisela 6, forma coroanei fus zvelt clasic, distanta de plantare 4x1 m, vârsta pomilor 7 ani, iulie 2024)

Din cercetările efectuate rezultă că în perioada de vârstă de creștere și fructificare a pomilor de cireș, valorile iluminării diurne ale coroanei au fost la nivel optim, iar diferența de iluminare între variantele de formare a coroanei a fost nesemnificativă, ceea ce demonstrează că pomii de cireș sunt formați în corespundere cu parametrii optimi ai structurii geometrice a rândurilor de pomi (Balan, 2010). În același timp se poate de menționat că volumul și structura internă a coroanei pomilor de cireș nu sunt în măsură să intercepteze în condiții optime cantitatea radiației luminoase ajunsă la sol.

În perioada de creștere și rodire a pomilor de cireș, coroanele au format rând continuu în direcția rândului de pomi . Conform datelor prezentate rezultă, că intensitatea luminii în coroana pomilor de cireș din soiul Kordia este în raport cu intensitatea radiației solare totale și progresează de la ora 9^{00} până la ora 13^{00} și pe urmă scade, simultan cu diminuarea fluxului de lumină. În zona axului central a coroanei pe parcursul zilei, în cazul variantei fus zvelt clasic, menționăm că ansamblul vegetativ în partea de est și vest a rândului de pomi, primesc câte 85,11%, iar în centrul coroanei numai 82,9% din radiația totală de 0,94 cal/cm^2*min. În același timp, odată cu mărirea unghiului de incidență a razelor solare se mărește și

iluminarea coroanelor, ajungând la 1,01-1,08 cal/cm^2*min în partea de est și vest a coroanei.

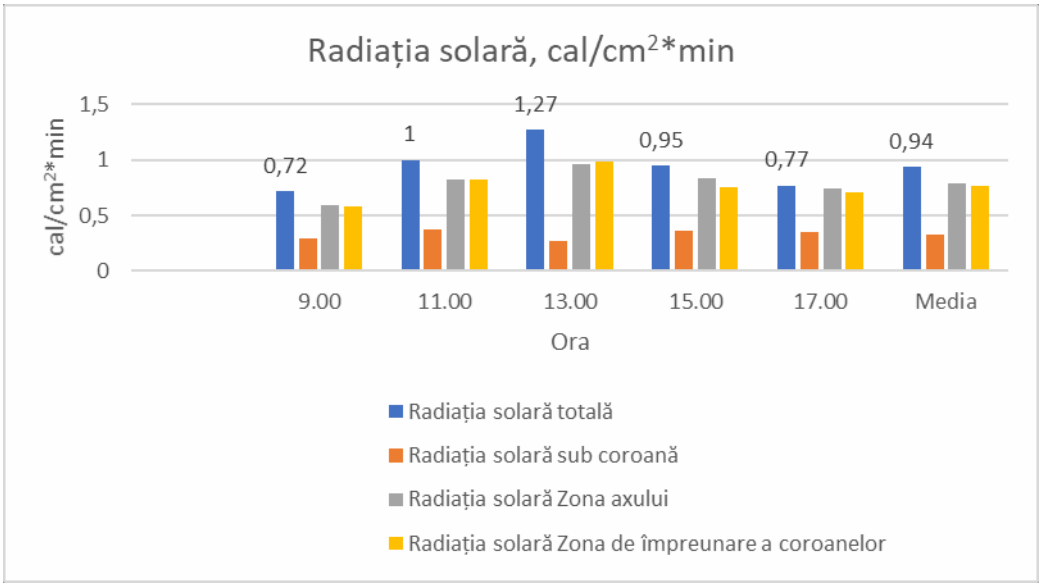


Figura 2. Regimul de lumină în coroana pomului de soiul Kordia, cal/cm^2*min.
(Portaltoiul Gisela 6, forma coroanei fus zvelt clasic, distanta de plantare 4x1 m, vârsta pomilor 7 ani, iulie 2024)

Ritmul de distribuire a energiei radiației solare în coroana pomilor de cireș, formați după sistema fus zvelt ameliorat, a fost asemănător cu cea a pomilor cu coroana fus zvelt clasic, dar nivelul de iluminare a coroanei fus zvelt ameliorat a fost mai înalt. Astfel, în zona axului, coroana pomilor în formă de fus clasic, centrul coroanei primește 0,78 cal/cm^2*min, pe când coroana fus ameliorat poate asimila 0,85 cal/cm^2*min. Aceeași tendință se manifestă și în zona de împreunare a coroanelor.

Menționăm, că livezile intensive de cireș, unde pomii sunt conduși în formă de fus zvelt și formează coroane continue pe direcția rândului de la sud la nord, cu lățimea la bază de cca 200 cm, partea de est și de vest a coroanei primesc o cantitate suficientă de energie solară. Pomii de cireș, altoiți pe Gisela 6, formați după sistema fus zvelt clasic, cu orientarea rândurilor în sensul nord-sud, pe parcursul zilei, partea de est a rândului de pomi primește 81,9-85,1%, centrul coroanei – 79,7-82,9% și partea de vest – 85,1% din radiația totală, iar pomii cu coroana fus zvelt ameliorat primesc o cantitate mai mare de energie solară, respectiv 89,2-92,4% partea de est, 79,5-91,2% centrul coroanei și 91,2-92,4% partea de vest. Cercetările în acest domeniu (Balan, 2009, 2010). au confirmat că, procesul de fotosinteză, la pomi are loc la nivel optim când intensitatea luminii, la nivelul frunzelor, este de 0,7-0,8 cal/cm^2*min, intensitatea fotosintezei scade cu 30-50%, când luminozitatea scade la 0,3- 0,4 cal/cm^2*min, iar intensitatea luminii de 0,2 cal/cm^2*min este critică în procesele fotosintetice, pentru obținerea unor recolte durabile.

Nivelul de pătrundere a radiației solare prin coroana pomilor de cireș din soiul Kordia, altoit pe Gisela 6, în perioada de creștere și fructificare, nu a fost influențat semnificativ de sistema de formare și tăiere a coroanei, dar este tendința de pătrundere mai multă lumină sub coroana fus zvelt ameliorat. Așadar, în cazul formei de coroană fus zvelt clasic, la ora 9^{00} sub coroana pomilor a ajuns 0,29 cal/cm^2*min, sau 40,28% din radiația totală, iar în varianta fus zvelt ameliorat sub coroană a pătruns 0,37 cal/cm^2*min, sau 51,38% din lumina totală. S-a confirmat, că pentru a obține recolte mari de fructe calitative este necesar ca toate părțile coroanei să primească nu mai puțin de 25-30% din energia solară (Jackson, 1980; Balan, 1997), cu intensitatea de cel puțin 0,2 cal/cm^2*min (Cimpoieș Gh., 2000).

Odată cu mărirea unghiului de incidență a razelor solare asupra pomilor cantitatea de radiație solară înregistrată pe umbra proiectată de coroana pomului crește. Astfel, penetrarea luminii solare prin

ansamblul vegetativ al coroanei la ora 11^{00} constituie 0,37 cal/cm^2*****min în varianta clasică (V1) și 0,41 cal/cm^2*****min în varianta ameliorată (V2) sau 37-42,36% din radiația solară totală, care revine coroanei. La amiază (ora 13^{00}), pe umbra proiecției coroană pătrunde de la 0,27 cal/cm^2*****min, în V1, până la 0,32 cal/cm^2*****min, în V2, sau respectiv 21,77% și 26,89% din intensitatea radiației incidente.

Tabelul 1

Regimul de lumină în coroana pomului de soiul Kordia, cal/cm^2*min (Portaltoiul Gisela 6, forma coroanei fus zvelt ameliorat, distanta de plantare 4x1 m, vârsta pomilor 7 ani, iulie 2024)

Timpul determinării, ora	Radiația solară		Zona axului			Zona de împreunare a coroanelor		
	totală	sub coroană	partea de est	centrul coroanei	partea de vest	partea de est	centrul coroanei	partea de vest
9.00	0,72	0,37	0,69	0,71	0,60	0,70	0,60	0,64
11.00	0,97	0,41	0,84	0,90	0,90	0,94	0,83	0,91
13.00	1,19	0,34	1,03	0,94	1,05	1,08	0,85	1,04
15.00	0,97	0,33	0,84	0,90	0,87	0,85	0,73	0,90
17.00	0,81	0,38	0,74	0,81	0,83	0,75	0,69	0,80
Media	0,93	0,37	0,83	0,85	0,85	0,86	0,74	0,86

Așadar, coroana pomului de soiul Kordia recepționează mai multă energie solară, când soarele se află în zenit (ora 13^{00}), în raport cu orele de dimineață (ora 9^{00}-11^{00}). După amiază (ora 15^{00}-17^{00}), intensitatea energiei solare ajunsă la sol prin coroana pomilor constituie 0,35-0,38 cal/cm^2*****min, sau 36,08-46,91% din energia totală. Menționăm, că suprafața acoperită de umbra coroanei este mai mare dimineața și seara, dar este mai accentuată în orele de zenit a soarelui.

Concluzii

Distribuția radiației solare în coroana pomilor de cireș din soiul Kordia, altoit pe Gisela 6, este condiționată de intensitatea luminii și de sistema de formare a coroanei și treptat progresează de la ora 9^{00} până la 13^{00}, pe urmă scade, concomitent cu diminuarea iluminării. Coroana pomilor de cireș, altoiți pe Gisela 6, plantați la distanța de 4x1 m, conduși după forma de coroană fus zvelt, cu orientarea rândurilor în sensul nord-sud, pe parcursul zilei, partea de est a coroanei primește 81,9-92,4%, centrul coroanei – 79,7-91,2% și partea de vest – 85,1-92,4% din intensitatea radiației totale.

Zona de 90-100 cm liberă de ramificații, pe axul coroanei fus zvelt ameliorat, favorizează penetrarea luminii în zona ramurilor de semischelet la baza coroanei, depunerea mugurilor de rod și obținerea fructelor de calitate superioară. Practic, obținem coroane formate dintr-un ax vertical bine dezvoltat garnisit cu un singur nivel de ramuri de semischelet și ramuri de rod, bine iluminate și aerisite, care descresc ca lungime de la bază spre vârful pomului.

Notă. Acest studiu a fost susținut de Universitatea Tehnică a Moldovei prin subprogramul instituțional „Centrul de cercetare şi extensiune pentru agricultură, biodiversitate şi dezvoltare rurală”.

Referințe bibliografice

1. Asanică, A. *Cireşul în plantaţiile moderne*. București: Cireș, 2012, 151p. ISBN 978-973-40-0957-2.
2. Babuc, V. *Pomicultura*. Chişinău, 2012. 662 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
3. Balan, V. Formarea coroanei după sistema „Fus subţire” în plantaţiile intensive de cireş. În: *Pomicultura, viticultura şi vinificaţia: Publicaţie şt.-practică, analitică şi de informaţie*. 2015, nr. 1(55), pp. 20-23. ISSN 1857-3142.

4. Balan, V. Lumina ca factor de producţie în pomicultură. În: *Lucrări ştiinţifice*. UASM. 2010, vol. 24(1): Horticultură, viticultură şi vinificaţie, silvicultură şi grădini publice, protecţia plantelor, pp. 13-19. ISBN 978-9975-64-191-3. 0,35
5. Balan, V. Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producţiei de fructe. În: *Akademos*. 2009, nr. 4(15), pp. 82-89. ISSN 1857-0461. 0,75 c.a.
6. Balan, V., Ivanov, I. The effect of the cherry crown formation to strengthen the harvest trees, the productivity and the fruits quality in the super intensive system. In: *Analele Universităţii din Craiova. Seria Biologie, Horticultură, Tehnologia Prelucrării produselor Agricole*. Ingineria Mediului. 2016, vol. XXI (LVII), pp. 15-20. ISSN 1453-1275.
7. Balan, V., Șarban, V., Ivanov, I. Optimizarea conceptului de conducere și tăiere a plantațiilor de cireș prin ameliorarea relației intre creștere și fructificare. În: *Revistă de Ştiinţă, Inovare, Cultură şi Artă*, Nr. 2 (65) 2022, pp 99-108. ISSN 1857-0461, E-SSN 2587-3687. DOI: https://doi.org/10.52673/18570461.22.2-65.09
8. Balan, V. *Sporirea productivității mărului în baza ameliorării structurii plantației și a tăierii pomilor*: autoref. tz. doct. habilitat în șt. agricole. Chișinău, 1997. 31 p.
9. Cimpoieş, Gh. *Conducerea şi tăierea pomilor*. Chişinău: Ştiinţa, 2000. 273 p. ISBN 9975-67-148-9.
10. Cimpoieş, Gh. *Pomicultura specială*. Chişinău: Print Caro, 2018. 558 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
11. Cimpoieş, Gh. *Soiuri de pomi*. Chişinău: Print Caro, 2020. 332 p. ISBN 978-9975-56-727-5.
12. Jackson, J. E. Theory of light interception by orchard and a modeling approach to optimizing orchard design. In: *Acta Horticulturae*. 1980, vol. 114, pp. 69-79. ISSN 0567-7572.
13. Long, Lynn E., Long, Marlene, Peşteanu, A, Gudumac, E. *Producerea cireşelor*. Manual tehnologic. Chişinău, 2014, pp. 119-126.
14. Masseron, A., Dalle, E., Hutin, C. Perspectives de nouveua aux systemes de conduite du verger. Pt.2. Leogramme In: *Infos CTIFL*. 1990, t. 60, pp. 31-39. ISSN 0758-5373.
15. Simon, G., Hrotkц, K., Magyar, L. Fruit quality of sweet cherry cultivars grafted on four different rootstocks. *Int. Journal of Hort. Sei.,* 2004, pp. 59-62.
16. Лукьянов, В. М., Денисов, А. М. Методика определения светового режима в кронах плодовых деревьев. В: *Сельскохозяйственная биология*. 1968, т. 3, № 4, с. 582-584**.** ISSN 0131-6397.

UDC: 582.28:633.853.74 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.05

IDENTIFICAREA MOLECULARĂ A SPECIILOR DE *FUSARIUM* ÎN SEMINȚE DE SUSAN (*SESAMUM INDICUM* L.*)*

Belousova Galina*, *https://orcid.org/0000-0002-9977-1248*
Mogîlda Anatolii, *https://orcid.org/0000-0001-9159-6038*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail*: *galina.belousova@sti.usm.md*

Summary. The research focused on the identification of pathogenic fungi of the genus Fusarium in sesame seeds. To evaluate the spectrum of pathogens in seeds, molecular analysis based on nested-PCR was performed. Twelve samples of DNA extracted from sesame seeds obtained under field conditions were analyzed. The analysis revealed the presence of Fusarium spp. in 11 DNA samples tested. Discrimination analysis of 4 pathogen species was performed: *F. culmorum, F. equiseti, F. nivali, F. avenaceum.* The species *F. culmorum* and *F. équiseti* were identified in six samples. The pathogenic fungi *F. nivali* and *F. avenaceum* were not identified in the analyzed samples.

Keywords: *Fusarium spp.*, nested polymerase chain reaction*, F. culmorum, F. equiseti.*

Introducere

Susan (lat. *Sesamum*) – genul de plante ierboase cu înalțimea de pînă la 2 metri, care aparțin familiei de plante angiosperme *Pedaliaceae*. Genul Sesamum L. unește 30 de specii de plante răspândite prin toată lumea care aparțin culturilor monocotiledonate foarte vechi și au fost cultivate cu mult timp înaintea erei noastre (1). Sesamum indicum (2n=26) este specia cea mai des cultivată din genul respectiv (Morris et al., 2021). Pe parcursul a mai multor secole semințele de susan erau componenta inalienabilă a medicinei tradiționale și a bucatelor. Uleiul de susan se caracterizează prin valoarea nutritivă înaltă și se utilizează în diferite domenii (2). Infecția fitopatogenă a susanului depinde de zona de cultivare, de condițiile meteorologice din anii de cultivare, de genotipul soiului sau al probei. Cultura de susan este afectată de mulți agenți patogeni, majoritatea fiind transmiși prin semințe, provocând alterări cantitative și calitative în materialul semințelor. Plantele obținute din semințe infectate cu agenți patogeni fungici nu numai că pot fi bolnave, ci pot servi și ca focare de infecție secundară. Ele devin purtători de boli, răspândindu-le în noi zone de creștere. Fuzarioza este o boală fungică distructivă care afectează cultura în diferite stadii de dezvoltare, în funcție de care duce fie la moarte, fie la scăderea randamentului roadei (3). A fost studiată infectarea a douăsprezece soiuri de semințe de susan din recolta 2022 cu fitopatogeni Fusarium spp. S-au efectuat experimente pentru a stabili tipul de agenți patogeni din genul Fusarium. Următoarele specii patogene au fost identificate prin nested-PCR : *F. equiseti, F. culmorum, F. nivale, F. avenaceum*.

Materiale și metode

Scopul lucrării a constat în identificarea agenților patogeni fungici în semințele de susan (*Sesamum indicum* L.) din douăsprezece probe: 1. Oro 9/7, 2. Dulce, 3. Cadet, 4. Delco, 5.VN 11 MC 1, 6. VN 11 MC 889, 7. K-1257, 8. Cubaneț 93, 9. Margo Tall, 10. Djerelo, 11. Zaltsadovzri, 12. Oro Shot. Folosind abordări moleculare, agenții patogeni *Fusarium* spp. au fost identificați. În studiul s-au folosit semințe de susan din cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie, Protecția Plantelor al USM, recolta 2022. Pentru experiment au fost prelevate semințe sănătoase vizual, fără semne evidente de infecție. Pentru fiecare probă s-au cântărit 400 mg de semințe de plante de câmp

și s-a izolat ADN-ul utilizând tampon SDS (dodecil sulfat de sodiu) de 5%. Probele de ADN au fost testate folosind metoda moleculară nested-PCR cu primeri caracteristici pentru genul și speciile de agenți patogeni fungici. Produșii de amplificare au fost separați prin electroforeză în gel de agaroză, colorați cu bromură de etidiu și fotografiați sub lumină UV. Temperatura de reasociere pentru toți primerii din prima rundă a fost de 61°C, în a doua de 60°C. Metoda nested-PCR a contribuit la specificitatea și acuratețea studiului nostru. Pentru a atinge obiectivul propus, patogenii Fusarium spp. au fost determinați prin nested-PCR pe ADN de susan cu primeri complementari secvențelor: gena beta-tubulinei, gena F.equiseti - poliketide sintază (PKS13); F.avenaceum - gena factorului de alungire- translație finale 1-alfa; F.nivale – gena subunității ARN polimerazei II (RPB2), F. culmorum - gena factorului de alungire-translație 1-alfa din banca de nucleotide NCBI. Condițiile de amplificare și designul primerului sunt prezentate în tabel (Tabelul 1).

Tabelul 1

Secvențele nucleotidice a primerilor ADN pentru detecția fitopatogenilor și condițiile pentru amplificarea *nested* PCR

Denumirea patogenului	Nr. primerului	Runda/ Primer	Secvența 5'-3'	Nr. ciclurilor PCR
Fusarium spp.	1	1/fc 1/fc	fr. TCAGACCGGTCAGTGCGTAA rev. CCATCATGTTCTTGGGGTCGAA	32
	2	2/fc 2/fc	fr. AGCTGTCCAACCCCTCTTACG rev. CAGCGCGGAAAGAGTGAGC	30
F. equiseti	3	1/fqeq 1/fqeq	fr. GTCATCAACCCCGCCATACG rev. TCGAGGAAAATGGAAACCAACCT	33
	4	2/fqeq 2/fqeq	fr. GCCATACGTGGTGGGGTTAAT rev. ATCGAGGAAAATGGAAACCAACCT	34
F. culmorum	5	1/fcute 1/fcute	fr. CATCCCAACCCCGCCGATA rev. CGCGCCTAGGGAATGGTTTG	35
	6	2/fcute 2/fcute	fr. CGATACATGGCGGGGTAGTTT rev. ATGAGCCCCACCAGAAAAATTACG	34

Rezultate și discuții

Pentru a detecta Fusarium spp., a fost efectuată analiza nested-PCR pe douăsprezece mostre de semințe de susan din recolta anului 2022. Designul primerului pentru cele două runde de PCR este prezentat în Tabelul 1. Pentru prima rundă a fost utilizată perechea de primeri numărul unu, iar pentru a doua rundă a fost folosită perechea de primeri numărul doi. Rezultatele migrării ampliconilor obținuți în urma nested-PCR sunt prezentate în Fig. 1.

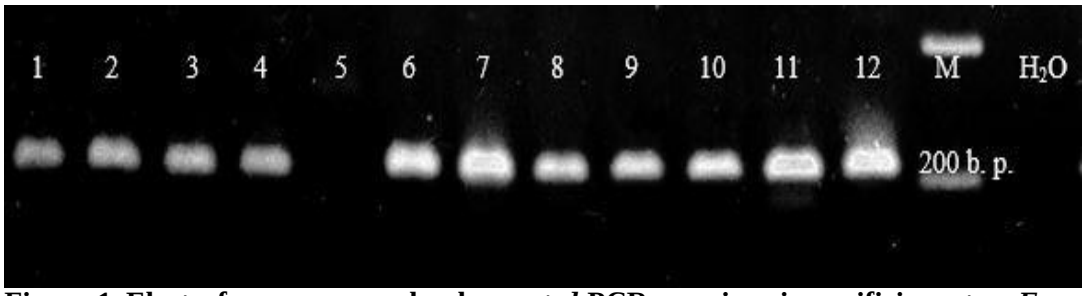


Figura 1. Electroferograma produselor *nested*-PCR cu primeri specifici pentru *Fusarium spp.* pe ADN-ul frunzelor de susan ale soiurilor: 1. Oro 9/7, 2. Dulce, 3. Cadet, 4. Delco, 5.VN 11 MC 1, 6. VN 11 MC 889, 7. K-1257, 8. Cubaneț 93, 9. Margo Tall, 10. Djerelo, 11. Zaltsadovzri, 12. Oro Shot, H_2O - control, Ladder - marker ADN 1kb. Banda de 204 bp în 11 eșantioane.

În electroferogramă, banda de 204 bp (față de markerul de 1 kb) corespunde mărimii așteptate a ampliconului pentru agenții patogeni *Fusarium* detectați folosind perechile de primeri

corespunzătoare din a doua rundă. Agenții patogeni *Fusarium* au fost detectați în 11 probe de ADN de susan examinate.

Fusarium equiseti a fost identificat folosind primeri din Tabelul 1 sub numărul 3 pentru prima rundă de PCR și sub numărul 4 pentru a doua rundă. Rezultatele celei de-a doua runde de PCR sunt prezentate în Fig. 2.

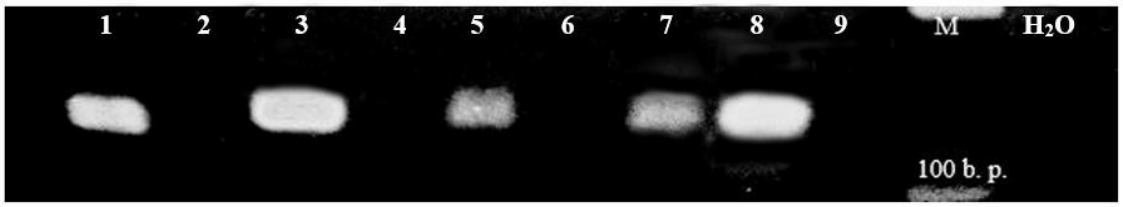


Figura 2. Electroferograma produselor *nested*-PCR cu primeri specifici pentru *Fusarium equiseti* pe baza ADN-ul din semințele de susan ale soiurilor 1. Cadet, 2. Delco, 3. VN 11 MC 889, 4. K-1257, 5. Cubaneț 93, 6. Margo Tall, 7. Djerelo, 8. Zaltsadovzri, 9. Oro Shot**.** H_2O-control, M- Marker *1kb ADN Ladder*. Lungimea produsului de amplificare 138 p. b.

Pe electroferograma s-au evidențiat benzi de 138 bp pentru 5 probe. Mărimea ampliconului corespunde mărimii pentru perechea de primeri din a doua rundă utilizată în nested-PCR.

Fusarium culmorum a fost detectat cu primerii numărul 5 pentru prima rundă și numărul 6 pentru a doua rundă. Produsele de amplificare sunt prezentate în Fig. 3.

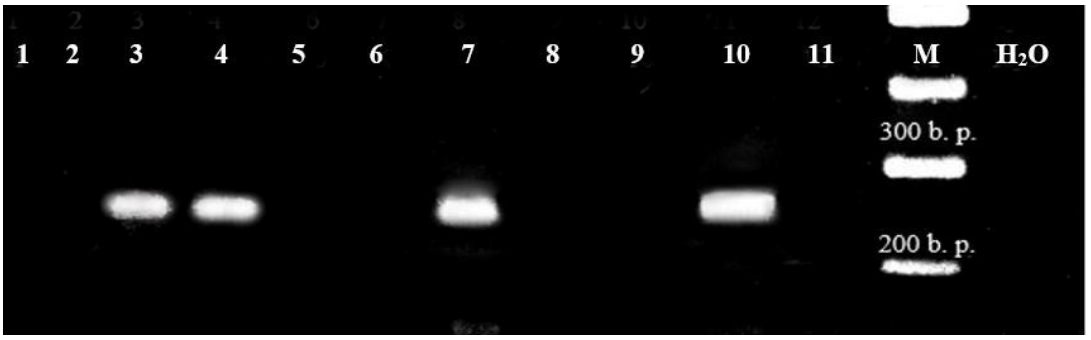


Figura 3. Electroferograma produselor *nested*-PCR cu primeri specifici pentru *Fusarium culmorum* pe baza ADN-ul din semințele de susan ale soiurilor: 1. Oro 9/7, 2. Dulce, 3. Cadet, 4. Delco, 5. VN 11 MC 889, 6. K-1257, 7. Cubaneț 93, 8. Margo Tall, 9. Djerelo, 10. Zaltsadovzri, 11. Oro Shot. H_2O-control, M- Marker *1kb ADN Ladder*. Lungimea produsului de amplificare 263 p.b.

Fusarium culmorum a fost detectat în 4 din cele 11 probe de ADN din semințe de susan examinate. O bandă de 263 bp a fost observată pe electroferogramă. Ampliconul corespundea celui calculat pentru perechea de primeri din a doua rundă.

Concluzii

Studiul molecular al ADN-ului semințelor de susan folosind nested-PCR cu utilizarea primerilor corespunzători pentru genul *Fusarium* și pentru speciile de agenți patogeni *F. equiseti, F. culmorum, F. nivali, F. avenaceum* ne-a permis să identificăm infecția semințelor cu fitopatogeni. Din cele 12 probe examinate, agenții patogeni Fusarium au fost identificați în 11 probe. F. equiseti a fost detectat în 5 probe.: Cadet, VN 11 MC 889, Cubaneț 93, Djerelo, Zaltsadovzri.

Fusarium culmorum a fost identificat în 4 probe: Cadet, Delco, Cubaneț 93, Zaltsadovzri. Mostrele Cadet, Cubaneț 93, Zaltsadovzri au fost infectate concomitent cu două specii de *Fusarium.* Pentru acestea s-a stabilit infecție dublă cu *F. culmorum* și *F. equiseti.*

Din cele 11 probe afectate de agenți patogeni Fusarium, apartenența la specii a fost stabilită pentru 6 probe. În lucrare, a fost efectuat un studiu pentru a determina încă 2 specii de agenți patogeni: *F. nivali, F. avenaceum.* Fitopatogenii *F. nivali, F. avenaceum* nu au fost identificați.

Cererea de pe piață pentru semințe și produse din semințe de susan din lume este în continuă creștere. Produsele procesate trebuie să fie sigure pentru sănătatea umană. Abordarea moleculară a studiului contaminării semințelor cu agenți patogeni permite identificarea precisă a agentului patogen, ceea ce va contribui la utilizarea în siguranță a semințelor în scopuri alimentare, medicale și la prevenirea răspândirii semințelor contaminate în industria agricolă.

Notă: Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 „Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliogrfaice

1. Bedigian D., History and lore of sesame in Southwest Asia. In: *Econ Bot.*, 2004, 58(3), 329–353.
2. Pusadkar P.P., Kokiladevi E., Bonde S.V., and NR Mohite. Sesame (*sesamum indicum* l.) Importance and its high quality seed oil. A review. In: *Trends in Biosciences*, 2016, 8 (15), 3900-3906.
3. Brian Gagosh Nayyar, Steve Woodward, Luis A.J. Mur, Abida Akram, Muhammad Arshad, S.M. Saqlan Naqvi Shaista Akhunda. Identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds from the Punjab, Pakistan**.** In: *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 2018, 102, 128-135.

UDC: 632.112:633.34 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.06

ACTIVITATEA RESPIRATORIE ÎN NODOZITĂȚILE UNOR SOIURI DE SOIA (*Glycine max* (L.) Merrill.) PE FONDAL DE DEFICIT HIDRIC

Bîrsan Ana[1,*], *https://orcid.org/0000-0003-1696-080X*
Iacubuță Maria[2], Guțu Costel[2], *https://orcid.org/0009-0005-2606-6002*
[1]Universitatea de Stat din Moldova, [2]IP Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul „Selecția", Repubica Modova
**e-mail: ana.birsan@usm.md*

Rezumat. Activitatea respiratorie a nodozităților și parametrii cantitativi de importanță fiziologică a unor soiuri de soia (numărul, biomasa proaspătă și uscată, conținutul de apă) au fost determinați la opt soiuri autohtone de Glycine max. S-a stabilit că menținerea activității respiratorii a rizobacteriilor din nodozități în condiții de deshidratare corelează pozitiv cu conținutul mai înalt de apă în celulele nodozităților, în timp ce intensitatea respirației în noduli depinde de activitatea rizobacteriilor și variază semnificativ și distinct la genotipurile cu productivitate și rezistență diferită la stresul hidric.

Cuvinte cheie: soia, nodozități, activitate respiratorie, senzori CO_2 și O_2.

RESPIRATORY ACTIVITY IN NODULS OF SOME SOYBEAN VARIETIES (*Glycine max* (L.) Merrill.) UNDER CONDITIONS OF HYDRIC DEFICIT

Summary. Respiratory activity of the nodules and quantitative parameters of physiological importance of some soybean varieties (number, fresh and dry biomass, water content) were determined in eight indigenous Glycine max varieties. It was established that the maintenance of respiratory activity of rhizobacteria in nodules under dehydration conditions positively correlates with higher water content in nodule cells, while the intensity of respiration in nodules depends on the activity of rhizobacteria and varies significantly and distinctly in genotypes with different productivity and resistance to water stress.

Keywords: soybean, noduls, respiratory activity, CO_2 and O_2 sensors.

Introducere

Soia se numără printre primele zece dintre cele mai cultivate culturi agricole, având un rol relevant în securitatea alimentară globală [7]. Interesul sporit față de soia și expansiunea suprafețelor cultivate se datorează nu numai conținutului înalt de proteine și lipide, acesta derivă și din valoarea nutrițională a componenților din semințe/din masa vegetală, dar și din importanța agronomică și ecologică pe care o are această cultură agricolă în sechestrarea carbonului și azotului [15]. Studii atestă că randamentul soiei poate fi redus semnificativ în cazul expunerii la stres termic, stres hidric sau combinarea ambelor stresuri [19], soia fiind o cultură sensibilă la condițiile de cultivare [11]. Se raportează că deficitul de apă în sol limitează extinderea suprafețelor acestei culturi în centrul și sudul Europei [8]. Totuși, condițiile naturale de sol și climă, regimurile de căldură și lumină preponderent din zonele de centru şi de nord ale Republicii Moldovei sunt favorabile pentru cultivarea soiei [10]. Datele statistice arată că în Republica Moldova, producția agricolă de soia atinge 38 mii tone în gospodăriile de toate categoriile, recolta anului 2023 față de anul 2022 caracterizându-se prin majorarea semnificativă a volumului cu 17,4%. Aceasta impune intensificarea eforturilor în identificarea și implementarea unor abordări noi, cu eficiență dovedită pentru îmbunătățirea și majorarea producției de soia.

Se știe că eficiența sistemului simbiotic depinde de o serie de factori interni (genotipul plantei, diversitatea speciilor și activitatea microorganismelor fixatoare de azot etc.) și externi (proprietățile solului, cantitatea de apă, condițiile de temperatură), iar schimbarea caracteristicilor oricăruia dintre acești factori duce la modificări substanțiale în metabolismul azotului, modulând caracteristicele agrocenozelor [16, 18, 20]. Pentru a face față carențelor nutritive și altor efecte adverse determinate de acțiunea directă sau indirectă a factorilor de mediu, leguminoasele formează asociații mutualiste cu rizobacteriile, care prin mecanisme complexe ce implică diverse procese fiziologo-biochimice și genetico-moleculare promovează creșterea plantelor [2, 5, 12]. Din aceste considerente, relația simbiotică dintre plante și bacteriile din sol, ce include genurile *Rhizobium, Bradyrhizobium, Mesorhizobium, Sinorhizobium*) [14] pe larg este exploatată nu numai pentru a mări productivitatea plantelor, dar și pentru a spori toleranța acestora la secetă, simbioza *Rhizobium* – leguminoase fiind cunoscută ca un sistem important în practicarea agriculturii ecologice durabile [11].

Este binecunoscut faptul că în cazul insuficienței de apă, sistemele biologice își pot schimba metabolismul [13], principalele mecanisme de rezistență implicând strategii de evitare și toleranță la stres, însă, în pofida importanței majore a acestei culturi agricole, mecanismele care guvernează alocarea carbonului și azotului în sistemul simbiotic și mecanismele de toleranță a soiei la secetă sunt în mare măsură necunoscute. În acest context, pentru a optimiza procesul de selecție, de rand cu abordările clasice, este necesară o înțelegere mai profundă a interacțiunilor ce se realizează la nivel metabolic [6], iar accentul ar trebui să se pună pe aplicarea tehnologiilor moderne, neinvazive, utile în investigarea proceselor biologice din organisme în raport cu relațiile de mediu.

Reieșind din cele menționate, scopul prezentei lucrări a constat în investigarea metabolismului gazos, rezultat din activitatea respiratorie a nodozităților în condiții de deshidratare, la unele soiuri autohtone de soia, cu ajutorul senzorilor.

Materiale și metode

În prezentul studiu au fost incluse opt soiuri autohtone de soia, create de către Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția". Cercetările s-au efectuat pe terenurile agricole ale Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor, din or. Bălți, în lunile iunie-iulie, anul 2024. În calitate de martor pentru cercetările efectuate a servit soiul Aura, selectat pentru cultură în baza caracteristicilor de plasticitate, productivitate şi alte caracteristici tehnologice, și solicitat în cultură de producătorii de soia din Moldova.

Activitatea respiratorie s-a determinat cu ajutorul Tehnologiilor PASCO pentru măsurarea concentrației de dioxid de carbon și de oxigen (într-un amestec de gaze). Modificările nivelurilor de gaze în nodulii s-au evaluat cu ajutorul senzorilor wireless de CO_2 gaz de model PS-3208, iar profilurile de concentrație a oxigenului au fost determinate, folosind senzorul sensibil de O_2 gaz, de model PS-3217. Senzorii utilizați permit achiziția de date experimentale în regim real și în regim autonom cu stocarea datelor în memoria proprie a senzorului.

Pentru investigații experimentale de emisie CO_2 și O_2, eșantioanele a câte 50 nodozități detașate de la rădăcinile plantelor, spălate și uscate cu hârtie de filtru, au fost plasate în interiorul accesoriului volumetric cu volumul de 1000 ml în care au fost introduși senzorii PASCO, vasul fiind închis etanș. Vasele au fost plasate la întuneric. Temperatura aerului și a solului a fost monitorizată cu ajutorul senzorului wireless de temperatură PS-3201 cu sondă din oțel inoxidabil.

Achiziția, prelucrarea, analiza și interpretarea datelor experimentale au fost realizate cu ajutorul SOFTului SPARKvue. Rata de eșantionare a fost aleasă de 1 Hz pentru diferite soiuri investigate în procesul de respirație cu afișarea grafică a datelor pentru o durată de 10 min.

Rezultate și discuții

Rizobiile sunt bacterii diazotrofe capabile să infecteze și să formeze, în caz de compatibilitate, noduli pe rădăcinile plantelor leguminoase gazdă. Formarea nodulilor este o condiție strict necesară asigurării eficienței catabolismului hidraților de carbon derivați din plante, care furnizează energia

necesară reducerii azotului atmospheric [5, 6, 7, 9]. Colonizarea plantelor de către bacteriile simbionte, formarea și menținerea activității eficiente a nodozităților depinde de o serie de factori, dintre care cei mai importanți sunt diversitatea, calitatea și cantitatea bacteriilor în sol, chimismul stabilit între planta-gazdă și bacterii, caracteristicile fizice și chimice ale solului, dar și condițiile climatice, temperatura și umiditatea fiind factori limitatori ce pot afecta formarea și funcționarea nodozităților în interacțiunea mutualistă [8]. S-a atestat că lipsa de carbon organic și de azot în rizosferă favorizează înființarea de populații endofite de rizobii simbiotice în nodulii rădăcinilor plantelor gazdă. Totodată, s-a demonstrat că temperatura ridicată și deficitul hidric sunt cauze majore ale eșecului nodulării, afectând toate etapele de stabilire a simbiozei și limitând creșterea și supraviețuirea rizobiilor în sol [4]. Actualmente, o bună parte a cercetărilor privind asociațiile simbiotice rizobii-leguminoase s-au axat pe procesele de nodulare, relativ mai puțină atenție a fost acordată aspectelor metabolismului acestora în condiții de deficit hidric.

Cercetările noastre tind să elucideze unele aspecte ale metabolismului gazos în condiții de stress abiotic și a fost realizat în a doua decadă a lunii iulie, perioada verii în care cu ajutorul senzorilor de temperatură, am atestat temperaturi extremale ale aerului de 43,4°C și de 37,8°C în stratul superior al solului. În condiții de câmp, s-a constatat că, fără administrarea preliminară a rizobacteriilor, toate plantele colectate randomizat, de pe diferite parcele, aveau formate pe rădăcini un număr mare de nodozități, printre acestea fiind observați atât noduli funcționali, cât și nefuncționali. Soiurile Enigma, Deia, Igorina, Albiflora au dezvoltat nodozități, în special, pe rădăcina principală, iar cultivarele Moldovița, Viorela și Flamura, atât pe rădăcina principală, cât și pe rădăcinile laterale, numărul de nodozități per plantă variind semnificativ în funcție de genotip. Numărul cel mai mic de nodozități/plantă a fost în jur de zece, însă la majoritatea plantelor s-au depistat în medie 20-30, iar unele soiuri au depășit numărul de 50 noduli/plantă. Comparativ cu martorul, un număr mai mare de nodozități s-a atestat la soiul Moldovița. De menționat totuși, că la acest soi, nodozitățile au avut cele mai mici dimensiuni. După indicele cercetat, soiurile Viorela și Albiflora s-au poziționat inferior, însă aproape de valorile soiului martor - Aura, iar cultivarele Flamura, Igorina și Enigma au dezvoltat un număr mai mic de nodozități, acestea fiind de dimensiuni mari. De menționat că, în condițiile climaterice ale verii anului 2024, la etapa de înflorire completă, numărul de nodozități a fost aproximativ de două ori mai mic comparativ cu martorul la soiurile Deia, Enigma și Igorina (Tab. 1).

Tabelul 1

Analiza parametrilor cantitativi de importanță fiziologică a nodozităților unor soiuri de soia

SOI	Număr de nodozități / 10 plante	Biomasa proaspătă (g)		Biomasa uscată (g)		Conținutul de apă (g) / g m.p.	
		50 nodozități	sumară / 10 plante	50 nodozități	sumară/ 10 plante	50 nodozități	Total
Aura	214	1,2	2,5	0,3625	0,7686	0,6979	0,6925
Deia	109	1,3	1,8	0,3425	0,4814	0,7365	0,7325
Enigma	114	1,8	2,5	0,6025	0,8148	0,6652	0,6740
Viorela	184	0,7	1,7	0,1779	0,4377	0,7458	0,7425
Moldovița	278	0,8	1,4	0,2040	0,3701	0,7450	0,7356
Igorina	127	1,8	2,7	0,5479	0,8179	0,6956	0,6970
Flamura	143	0,8	1,4	0,1553	0,3116	0,8058	0,7774
Albiflora	189	1,0	2,6	0,3127	0,7572	0,6873	0,7087

Biomasa proaspătă a nodozităților a demonstrat valori mai mari la soiurile Igorina (cu cele mai voluminoase nodozități), urmat de soiul Albiflora, Enigma și Aura. Cele mai mici valori ale acestui parametru s-au atestat la soiurile Flamura și Moldovița. După cantitatea de biomasa uscată a

50 de nodozități, raportată la gram de masă proaspătă, două soiuri au depășit martorul, soiul Enigma cu 10%, Albiflora - cu 3%, Igorina a arătat valori egale cu martorul, iar biomasa uscată a fost mai mică față de martor la soiurile: Deia (cu 24%), Moldovița și Viorela (17%), Flamura (37%). Conținutul de apă în nodozități a constituit circa 70-78%. Conținut sporit de apă s-a atestat la soiurile Flamura (78%), Viorela și Moldovița (74%), Deia (73%). Soiurile Igorina și Albiflora au avut un conținut de apă de circa 70 -71%, aproximativ egal cu soiul martor Aura (69%), iar soiul Enigma s-a caracterizat prin cantitate redusă de apă în nodozități (67%).

Respirația nodulilor este deosebit de importantă pentru activitatea eficientă a sistemului simbiont, atât prin energia pusa în libertate din oxidarea substanțelor organice, cât și prin produșii intermediari și finali care se formează în rezultatul acestui proces fiziologic. În sistemul simbiotic, planta furnizează carbohidrați bacteriilor, care sunt folosiți ca sursă de energie proprie și pentru a stimula procesul de fixare a N_2, în timp ce nodulii asigură plantele cu produșii reduși ai azotului [14]. Reducerea enzimatică a azotului molecular este realizată de către bacterioizii activ funcționali. Se știe că, în condiții de secetă, aprovizionarea cu carbon din atmosferă și cu azot din sol este limitată, astfel procesele anabolice și procesele catabolice, responsabile de furnizarea de energie pentru realizarea funcțiilor vitale sunt constrânse. Deoarece majoritatea rizobiilor au temperatura optimă de creștere la 25–30°C, temperatura prea ridicată și prea scăzută în mediul rizosferei limitează formarea, activitatea, creșterea nodulilor leguminoaselor și competitivitatea rizobiilor, inhibând considerabil procesul simbiotic [8], în majoritatea cazurilor, microsimbiontul fiind cel mai afectat. Totuși, în condiții de stres, leguminoasele controlează și restricționează reacțiile de fixare a N_2 pentru a evita epuizarea rezervelor de carbohidrați sintetizați [3, 4].

Pentru a caracteriza activitatea respiratorie a soiurilor autohtone de soia în condiții de deshidratare, de la fiecare cultivar, un număr de 50 nodozități au fost spălate cu apă din robinet, uscate cu hârtie de filtru, masa proaspătă fiind determinată prin cântărite.

Nodozitățile au fost introduse în balonul pentru colectarea gazelor, care a fost imediat închis etanș. Modificarea nivelului de dioxid de carbon s-a determinat cu ajutorul senzorului de CO_2, timp de 10 min, îndată după prepararea probelor, peste 1 oră, peste 8 ore și peste 30 ore, nodozitățile fiind supuse deshidratării la temperatura de 32°C. După cum era și de așteptat, intensitatea respirației în nodozități a fost mai mare în primele ore.

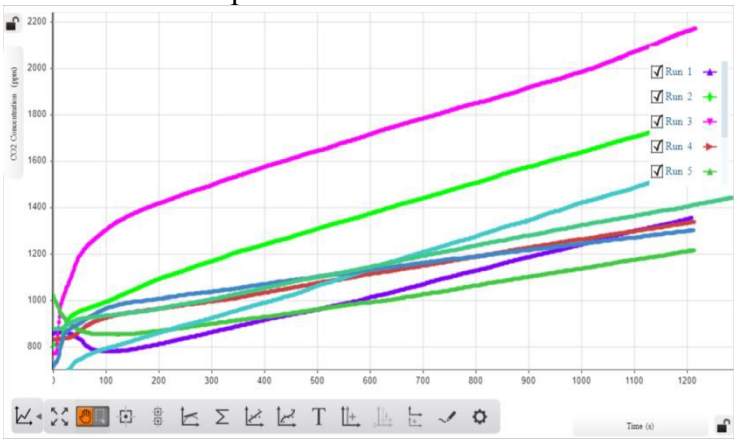


Figura 1. Evaluarea emisiei de dioxid de carbon cu ajutorul senzorilor de CO_2

Cea mai intensă emisie de CO_2 s-a observat peste 1 oră, la majoritatea genotipurilor luate în studiu intensitatea respirației fiind superioară martorului (Fig.1). Peste 8 ore activitatea respiratorie a nodulilor redă un tablou similar primei ore, atestându-se valori nesemnificativ mai mici (*date neprezentate în articol*). Cel mai înalt nivel de dioxid de carbon produs s-a atestat la soiul Enigma, urmat de Deia, Igorina și Flamura, care au depășit martorul de mai mult de 2 ori, iar cele mai mici valori și inferioare martorului s-au atestat la soiul Moldovița.

În timp, activitatea respiratorie a rizobacteriilor scade. Astfel, după expunerea nodozităților la deshidratare, peste 30 de ore, la majoritatea genotipurilor emisiile de dioxid de carbon s-au redus drastic (de aproximativ 2 ori), valorile fiind totuși, superioare martorului (Tab. 2).

Tabelul 2

Activitatea respiratorie a nodozităților unor soiuri de soia supuse deshidratării

SOI	Cantitatea de CO_2 emisă (ppm)					
	timp de 10 minute		după 1 ore		după 30 ore	
	I	II	I	II	I	II
Aura	220	183,3	234,0	195,0	102,0	85,0
Deia	486	373,8	564,0	433,8	218,0	167,6
Enigma	318	176,6	946,0	525,5	264,0	146,6
Viorela	228	325,7	286,0	408,5	206,0	294,2
Moldovița	188	235,0	142,0	177,5	206,0	257,5
Igorina	402	223,3	490,0	272,2	182,0	101,1
Flamura	138	172,5	420,0	525,0	174,0	217,5
Albiflora	116	116,0	250,0	250,0	158,0	158,0

I - Cantitatea de CO_2 emisă timp de 10 minute raportată la numărul de nodozități

II - Cantitatea de CO_2 emisă timp de 10 minute raportată la gram de masă proaspătă

În condiții de deshidratare severă, același număr de nodozități (cincizeci) au produs cantități diferite de dioxid de carbon, cele mai înalte valori atestându-se la soiurile Enigma (cu aproximativ 2,5 ori mai mari în comparație cu martorul), Deia, Viorela și Moldovița (circa 2 ori). Efluxul de CO_2 raportat la gram de masă proaspătă arată însă, că cea mai intensă activitate respiratorie se realizează în nodulii soiurilor Viorela, Moldovița și Flamura, cantitatea emisă de CO_2 fiind de aproximativ 3 ori mai mare comparativ cu martorul. De menționat că, soiul Moldovița își menține activitatea respiratorie înaltă timp de 30 ore, efluxul de gaze fiind în creștere. Aceasta denotă faptul că în condiții de deshidratare, activitatea respiratorie a rizobacteriilor din nodozitățile acestor soiuri rămâne mai înaltă comparativ cu celelalte soiuri. Totodată, s-a observant că, deși soiul Enigma a relatat o activitate respiratorie foarte înaltă în prima oră, efluxul de CO_2 s-a redus de circa 5 ori peste 30 ore.

De menționat faptul că aprecierea concentrației de dioxid de carbon după 30 de ore (timp de 20 min), a demonstrat plafonarea emisiei de CO_2 la soiurile Moldovița și Viorela. Acest fenomen, probabil, este legat de epuizarea mai rapidă a rezervelor nutritive, biomasa nodozităților la aceste genotipuri fiind mai mică, conținutul existent de apă în nodozități fiind mai mare, dar și de eliminarea mai rapidă a apei din celule, nodozitățile acestor soiuri fiind la sfarșitul experimentului zbârcite și aproape uscate (Tab.1). Astfel, activitatea respiratorie a nodozităților este în strânsă dependență de conținutul de apă din nodozități. La etapa de înflorire completă, în condiții de deshidratare, activitatea respiratorie a rizobacteriilor din nodozități se menține mai înaltă la soiurile ce au o cantitate mai mare de apă în celule.

Rizobiile sunt organisme aerobe, având nevoie de oxigen pentru asigurarea metabolismului energetic propriu. Pe de altă parte, proteinele implicate în fixarea azotului molecular sunt sensibile la prezența oxigenului [12, 17, 18]. Se știe că, prin controlul strâns al aportului de oxigen și furnizarea de carbohidrați, ca surse de energie și donatori de electroni pentru fixarea N_2, leguminoasele promovează secreția de amoniac, necesar pentru sinteza proteinelor, aceasta fiind o caracteristică definitorie a simbiozelor rizobii-leguminoase [2, 13].

Pornind de la această idee, trei genotipuri de *Glycine max*: Aura, Deia și Enigma au fost luate în studiu pentru analiza schimbului gazos și determinarea coeficientului respirator (Qr) la etapa de inițiere a formării păstailor. Coeficientul respirator ($Q_r = CO_2 / O_2$) depinde de natura chimica a substratului respirator, respectiv de gradul de oxidare a substratului. În experimentul dat,

cuantificarea nivelelor de gaze s-a efectuat în accesorii de sticlă, în care au fost introduși senzorii de CO2 și de O2, vasele fiind etanșate ermetic. S-a observat că, la etapa inițială a experimentului, nodozitățile tuturor soiurilor au produs o cantitate mică de CO_2. Nodozitățile soiului Deia au avut o permeabilitate scăzută față de oxigen, iar cea mai mare capacitate de consum a O_2 a fost caracteristică soiului Aura. Totuși, soiul Enigma demonstrează un metabolism gazos mai echilibrat.

Tabelul 3

Activitatea respiratorie a nodozităților unor soiuri de soia cu toleranță diferită la secetă supuse deshidratării (ppm/g m.p.)

SOI	Inițială (peste 10 min)			Peste 8 ore		
	Cantitatea de O_2 consumat	Cantitatea de CO_2 produs	**Qr**	Cantitatea de O_2 consumat	Cantitatea de CO_2 produs	**Qr**
Aura	1730	120	0,069	5116	1093	0,213
Deia	0	115	-	3320	875	0,263
Enigma	818	103	0,126	499	310	0,622

Menționăm că și peste 8 ore de expunere a nodozităților la deshidratare, schimbul gazos a fost mai intens în nodulii soiului Aura, urmat de soiul Deia și soiul Enigma. Soiul Aura a consumat cu 54% și corespunzător de 10 ori mai mult oxigen comparativ cu soiul Deia și Enigma și a emis mai mult cu 20% dioxid de carbon comparativ cu soiul Deia, emisiile de CO_2 fiind de 3 ori mai sporite la acest soi, decât la cultivarul Enigma. Similar etapei inițiale, coeficientul respirator a fost mai înalt în nodozitățile soiului Enigma.

Concluzii

Menținerea activității respiratorii a rizobacteriilor din nodozități în condiții de deshidratare interferează pozitiv cu conținutul mai înalt de apă în celule, în timp ce intensitatea respirației în noduli depinde de activitatea rizobacteriilor.

Senzorii de CO_2 ți O_2 reprezintă instrumente eficiente în cuantificarea nivelului de gaze și evaluarea intensității metabolismului gazos, nu numai în nodozități, dar și în alte organe ale plantelor.

Pentru elucidarea rolului nodozităților în rezistența leguminoaselor la secetă este necesară corelarea parametrilor cercetați cu parametrii de productivitate a soiurilor.

Referințe bibliografice

1. Chien, V.H., Dung, T.L., Abdelrahman, M. et al. Comparative transcriptome analysis of respiration-related genes in nodules of phosphate-deficient soybean *(Glycine max* cv. *Williams 82). In: Plant Stress*. Vol. 11. 2024, 100368.
2. Contador, C.A., Lo, S.K., Chan, S.H.J., Lam, H.M. Metabolic analyses of nitrogen fixation in the soybean microsymbiont sinorhizobium fredii using constraint-based modeling. mSystems. 2020. 18;5(1):e00516-19. doi: 10.1128/mSystems.00516-19. PMID: 32071157; PMCID: PMC7029217.
3. Gálvez, S., Hirsch, A.M., Wycoff, K.L. et al. Oxygen regulation of a nodule-located carbonic anhydrase in alfalfa. Plant Physiol. 2000. 124(3):1059-68. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667064X24000228.
4. Hungria, M., Vargas, M.A.T. Environmental factors affecting N_2 fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. Vol. 65, Issues 2–3, 2000. pp. 151-164.
5. Keyser, H., Li, F. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. In: *Plant and Soil*. 1992. pp 119-135.

6. Khan, A., Khan, V., Pandey, K., et al. Thermo-Priming Mediated Cellular Networks for Abiotic Stress Management in Plants. In: *Front Plant Sci*. 2022;13:866409. doi: 10.3389/fpls.2022.866409.
7. Ku, Y-S., Au-Yeung, W-K., Yung, Y-L., et al. Drought Stress and Tolerance in Soybean. In: J. Board (Ed.), *A Comprehensive Survey of International Soybean Research* InTech. Chapter 10. pp. 209-237.
8. Li, R., Chen, H., Yang, Z., Yuan, S., Zhou, X. Research status of soybean symbiosis nitrogen fixation. Oil Crop Science. Vol 5, Issue 1, March 2020, Pages 6-10.
9. Lindström,K., Mousavi, S.A. Effectiveness of nitrogen fixation in rhizobia First published**:** 2019 https://doi.org/10.1111/1751-7915.13517.
10. Manual al bunelor practici de cultivare a soiei în Republica Moldova. Ediția a II-a (revăzută şi completată) Chişinău. 2020. 53 p.
11. Ochieno, D.M., Karoney, E.M., Muge, E.K. et al. Rhizobium-Linked Nutritional and Phytochemical Changes Under Multitrophic Functional Contexts in Sustainable Food Systems Front. Sustain. Food Syst., 11 January 2021 Sec. Crop Biology and Sustainability Volume 4 – 2020.
12. Rutten, P.J., Steel, H., Hood, G.A. et al. Multiple sensors provide spatiotemporal oxygen regulation of gene expression in a Rhizobium-legume symbiosis. In: *PLoS Genet*. 2021 Feb 4;17(2):e1009099.
13. Schulte, C.C.M., Borah, K., Wheatley, R.M. et al. Metabolic control of nitrogen fixation in rhizobium-legume symbioses. In: *Sci Adv*. 2021. 7(31):eabh2433.
14. Schwember, A. R., Schulze, J., Del Pozo, A., Cabeza, R. A. Regulation of Symbiotic Nitrogen Fixation in Legume Root Nodules. In: *Plants*. 2019.. 8(9): 333. doi: 10.3390/plants8090333.
15. Sulieman, S., Ha, C.V., L, D.T. et al. Comparative transcriptome analysis of respiration-related genes in nodules of phosphate-deficient soybean (*Glycine max* cv. Williams 82). In: *Plant stress*. 2024.11. 100368.
16. Takashi, S., Yoshihiro, K., Noritoshi F. et al. Effect of soil physical properties on soybean nodulation and N2 fixation at the early growth stage in heavy soil field in Hachirougata Polder, Japan. In: *Soil Science and Plant Nutrition*. 2003. 49:5, 695-702, DOI: 10.1080/00380768.2003.10410327.
17. Takuji, O., Kikuo, K. Characteristics of nitrate respiration of isolated soybean bacteroids. In: *Soil Science and Plant Nutrition*. 1987. 33:1, 69-78, DOI: 10.1080/00380768.1987.10557553.
18. Testen, A.L., Rotondo, F., Mills, M.P., Horvat, M.M., Miller, S.A. Evaluation of agricultural byproducts and cover crops as anaerobic soil disinfestation carbon sources for managing a soilborne disease complex in high tunnel tomatoes. In: *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 5. 2021. Article 645197.
19. Vogel, J., Liu, W., Olhoft, P. et al. Soybean yield formation physiology – a foundation for precision breeding based improvement. In: *Front. Plant Sci*. 2021.
20. Zhong, Y., Tian, J., Li, X., Liao, H. Cooperative interactions between nitrogen fixation and phosphorus nutrition in legumes. In: *New Phytologists*. 2023, vol. 237, Issue 3, pp. 734-745.

UDC: 632.11:634.71 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.07

POTENȚIALUL PRODUCTIV AL MURULUI ÎN SISTEM ECOLOGIC

Caterenciuc Cristina, *https://orcid.org/0000-0003-3352-1841*
IP Institutul Ştiinţifico-Practic de Horticultură şi Tehnologii Alimentare,
Chişinău, Republica Moldova
e-mail: kkristy0686@gmail.com

Rezumat. Lucrarea incude rezultatele cercetărilor ştiinţifice efectuate în perioada anilor 2020 – 2023 la cultura murului, orientată spre studierea influenței fuctuațiilor climei. bazate pe cercetăre şi observaţiile efectuate asupra parcurgerii fazelor fenologice şi durata acestora, care este în corelaţie directă cu evoluţia şi intensitatea factorilor ecologici. Cercetările au fost desfăşurate în zona de centru și de sud a Republicii Moldova. Materialul biologic utilizat a fost reprezentat de cinci soiuri de mur: Darrow, Arapaho, Thornfree, Smoothstem și Triple Crown. În urma cercetărilor efectuate privind parcurgerea fenofazelor pe parcursul perioadei de studiu a soiurilor de mur, s-a stabilit că: desfacerea mugurilor s-a desfăşurat între 27.03-15.04, cu durata de 49 de zile. Începutul înfloririi a avut loc în perioada între 13.05 - 16.06, cu durata de 18 zile. Maturarea fructelor s-a început în perioada 16.06-15.09, cu durata de 40 de zile. La soiurile de mur studiate perioada de la începutul vegetaţiei până la maturarea fructelor variază între 73 – 128 de zile în funcţie de condiţiile climatice din perioada de vegetaţie. Recolta obţinută la soiul Arapaho în zona de Centru este de 7,22 t/ha, la soiul Darrow - 6,26 t/ha, la soiul Smoothstem - 10,62 t/ha şi la soiul Thornfree - 12,43 t/ha, la soiul Arapaho zona de Sud -8,62 t/ha, și la soiul Triple Crown - 9,23 t/ha. Lipsa precipitațiilor esențiale a contribuit la uscarea stratului superior al solului, ceea ce a creat condiții mai puțin favorabile pentru creșterea, dezvoltarea plantelor de mur și a dus la o productivitate mai scăzută față de anii precedenți.

Cuvinte cheie: mur, soiuri, fenofaze, factori climatici, cultura ecologică, recoltă.

Summary. The paper represents the results of scientific research carried out in the period 2020-2023 on the mulberry culture, aimed at studying the influence of changing climate conditions. The paper presents the results of research and observations carried out on the course of the phenological phases and their duration, which is in direct correlation with the evolution and intensity of ecological factors. The researches were carried out in the central and southern areas of the Republic of Moldova. The biological material used was represented by five mulberry varieties: Darrow, Arapaho, Thornfree, Smoothstem and Triple Crown. Following the research carried out regarding the course of the phenophases during the study period of the blackberry varieties, it was established that: the opening of the buds took place between 27.03-15.04, with a duration of 49 days. The beginning of flowering took place between 13.05 - 16.06, with a duration of 18 days. The ripening of the fruits began in the period 16.06-15.09, with a duration of 40 days. In the mulberry varieties studied, the period from the beginning of the vegetation to the ripening of the fruits varies between 73 - 128 days depending on the climatic conditions during the vegetation period. The yield obtained for the Arapaho variety in the Central area is 7.22 t/ha, for the Darrow variety - 6.26 t/ha, for the Smoothstem variety - 10.62 t/ha and for the Thornfree variety - 12.43 t/ha , for the Arapaho variety in the South area -8.62 t/ha, and for the Triple Crown variety - 9.23 t/ha. The lack of essential precipitation contributed to the drying of the top layer of the soil, which created less favorable conditions for the growth and development of blackberry plants and led to lower productivity compared to previous years.

Keywords: blackberry, varieties, phenophases, climatic factors, ecological culture, harvest.

Introducere

Sistemul de cultură ecologică la speciile de arbuşti fructiferi este la începutul utilizării lui pe plan mondial şi în ţara noastră.

Creşterea capacităţii productive şi a performanţei economice sunt dependente, în primul rând, de sortiment cu soiuri de mur pretabile pentru cultură ecologică, dar şi de strategiile actuale de gestionare a solului, a bolilor şi dăunătorilor din plantaţiile bacifere.

În contextul schimbărilor climatice gama de patogeni si dăunători este într-o dinamică continuă (apar noi dăunători), ciclul biologic al acestora suferă modificări, care necesită soluții ecologice de combatere (produse, momente optime, doze, etc). În prezent, când oferta agrochimică a evoluat spectaculos, oferind o multitudine de produse fertilizante, pesticide ecologice, metode biotehnice şi biologice, se impune încercarea lor și îmbunătățirea tehnologiilor ecologice de fitoprotecție a plantațiilor și pepinierelor pomicole, cu produse selective pentru entomofauna utilă, nepoluante pentru om și mediul înconjurător.

Agricultura este un sector extrem de sensibil la condițiile climaterice. Datele arată că Republica Moldova este expusă la o climă extrem de variabilă, care a cunoscut deja o creștere a temperaturii medii. Astfel, ţara se confruntă frecvent cu diverse fenomene mai puţin prielnice, cum ar fi seceta, creșterea temperaturilor și reducerea precipitațiilor în perioada de vegetaţie a culturilor. Iar trecerea de la o clima sub-umedă la una semi-aridă va expune şi mai mult culturile arbustive la noi dăunători şi boli. Din această perspectivă, dezvoltarea durabilă a agriculturii este nu doar o încercare de a ţine pasul cu tendinţele din ţările avansate, ci şi o necesitate vitală, iar ecologizarea agriculturii este soluţia cea mai indicată pentru a face faţă provocărilor care ne aşteaptă. Necesitatea dezvoltării agriculturii organice este dictată şi de cererea crescândă a produselor certificate ecologic pe piaţa europeană, fapt ce poate constitui un stimulent pentru producătorii autohtoni de a practica argricultura ecologică [5].

Producerea pomușoarelor eco generează venituri mai mari decât producerea convențională, acest fapt se datorează, pe de o parte, cheltuielilor mai mici ale fermelor ecologice pentru resurse și prețuri de producător mai mari.

Importanţa murului este condiţionată de o serie de avantaje ale lui faţă de alte culturi pomicole. Unul din aceste avantaje este faptul, că murul se înmulţeşte uşor şi repede. El intră pe rod de timpuriu şi dă recolte destul de mari. Recolte bogate se obţin deja de la mur în cel de-al 3-4-lea an de după plantare. Datorită înfloririi târzii, florile murului nu sunt vătămate de îngheţurile de primăvară [3].

Murul este o specie precoce și dă producții ridicate (18-20 tone/ha). Datorită taliei reduse și pretabilității de a fi condus sub diferite forme, murul se poate cultiva cu mult succes în curțile și grădinile din jurul casei. Este o plantă rustică, poate valorifica terenuri improprii altor culturi, având și un important rol antierozional [2].

Materiale şi metode

Cercetările științifice referitor la întreţinerea, dezvoltarea şi fructificarea unor soiuri de mur s-au efectuat pe sectorul experimental al laboratorului „Arbuşti fructiferi şi căpşun” al IP Institutul Științifico- Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare și în plantația amplasată din satul Andruşul de Jos, care este o localitate în raionul Cahul. În calitate de obiecte de cercetare au servit soiurile de mur fără ghimpi: Smoothstem, Thornfree, Arapaho şi soiul cu ghimpi Darrow. Anul plantării – 2008, schema de plantare: 3,0x1,5 m pentru soiurile de mur de tip rug – Thornfree şi Smoothstem şi 3x1 m pentru soiurile de mur cu creştere erectă – Arapaho, Darrow.

Plantația din satul Andruşul de Jos a fost înființată pe data de 16 noiembrie anul 2014 cu suprafața plantată de 2,03 ha, cu soiurile de mur fără ghimpi: Arapaho şi Triple Crown cu schema de plantare: 3,0x1,8 m, fără irigare.

Studiul s-a efectuat conform metodelor de câmp şi laborator prevăzute de programul stabilit pentru arbuştii fructiferi: s-a urmărit fazele de creștere și fructificare la soiurile de mur sub influența

factorilor climatici. Astfel s-au făcut observaţii asupra desfăşurării principalelor fenofaze de dezvoltare ale organelor vegetative şi de rod. Fenofazele de dezvoltare a organelor vegetative urmărite au fost: dezmuguritul – se marchează data când la majoritatea mugurilor desfăcuţi apar vârfurile frunzuliţelor. Fenofazele de dezvoltare a organelor generative urmărite au fost: înfloritul – marcându-se începutul, când s-au desfăcut 3–5% de flori, înfloritul în masă – 90–95% de flori; maturitatea tehnologică a fructelor – cu începutul, când se schimbă culoarea fructelor, apar primele fructe colorate; sfârşitul – când fructele sau copt complet, gustul, aroma şi culoarea lor a devenit cea caracteristică soiului. Calitatea fructelor – aspectul exterior al fructului (3 – 13 puncte); caracterele pulpei (5 – 29 puncte); forma fructului, tipicitatea mărimii fructului, consistenţa pulpei, suculenţa pulpei, gustul, aroma. Căderea fructelor – se determină gradul de desprindere (uşor, mijlociu, greu), căderea fructelor trei zile după coacere, se determină vizual şi se apreciază cu notele (0 – 5). Evidenţa recoltei se duce pe variante în trei repetiţii. În fiecare repetiţie se includ câte trei plante se află media la o tufă, apoi se află media recoltei la hectar. Sfârşitul creşterii lăstarilor – data, când la majoritatea lăstarilor s-au format mugurii terminali (creşterile anuale aparte şi lăstarii radiculari aparte). Rezistenţa la ger – se duce evidenţa la fiecare tufă, se determină vizual apreciidu-se cu notele 0 – 5 (0 – neafectată, 1 – foarte slab îngheţată, 2 – slab, 3 – mijlociu, 5 – tufa complet îngheţată).

Rezistenţa la boli – evidenţa se efectuează vizual, după sistema de 0 – 5 note (0 – nu este atacată, 5 – este atacată foarte puternic). Criterii pentru constatarea gradului de atac cu maladii, şi pagubelor provocate s-a folosit scara constituită din 4 clase de notare, corespunzătoare unor anumite simptome 46aim ult fiecărei maladii de 46aim u şi de lăstari cu valori procentuale a intensităţii şi extensivităţii, în care: 0 – simptomele vizibile lipsesc; I – suprafaţa atacată constituie până la 10 %; II – suprafaţa atacată constituie 10-25%; III – suprafaţa atacată constituie 25- 50%; IV – 46aim ult de 50 % din suprafaţa frunzei sau fructului atacată.

Rezistenţa la îngheţuri – în cazul îngheţurilor târzii, evidenţa se face peste 5 zile după îngheţ, când se văd bine afectările, se apreciază după sistema de 0 – 5 note (0 – nu, 1-10% a îngheţat, 2 – 25%, 3-50%, 4-75%, 5 – mai mult de 75%) [3, 4].

Rezultate și discuții

La soiurile de mur studiate s-au dus observaţii şi s–a determinat rezistenţa la factorii limitativi naturali. Condiţiile meteorologice ale iernii în perioada de iarnă 2020-2023 au fost în fond satisfăcătoare pentru soiurile de mur. Evidenţa vătămărilor cauzate de temperaturile de iarnă s-a efectuat primăvara, în timpul creşterii accelerate a plantelor. Aprecierea rezistenţei la ger s-a notat de la 0 - complet rezistente pentru toate soiurile de mur.

Comparativ cu iarna anului 2020-21, temperatura medie a aerului în sezolnul de iarnă a anului 2021-2022 a fost cu 0,5-1,0ºC mai scăzută şi izolat precipitaţii au căzut mai puţine (cu 15-40 mm). Temperatura medie a aerului pentru sezon a constituit în teritoriu +0,3..+2,5ºC, fiind cu 3,0-3,9ºC mai ridicată faţă de normă . La soiurile de mur studiate s-au dus observaţii şi s–a determinat rezistenţa la factorii limitativi naturali. Evidenţa vătămărilor cauzate de temperaturile de iarnă s-a efectuat primăvara, în timpul creşterii accelerate a plantelor.

Sezonul de iarnă 2022-23 în Republica Moldova a fost cald şi cu deficit de precipitaţii. Temperatura medie a aerului pentru sezon pe teritoriul Republicii Moldova a constituit +0,6..+2,8ºC, fiind cu 3,0-3,8ºC mai ridicată comparativ de normă.

Condiţiile meteorologice pentru iernarea culturilor de arbuşti fructiferi în perioada de iarnă au fost satisfăcătoare. La soiurile de mur studiate s-au dus observaţii şi s–a determinat rezistenţa la factorii limitativi naturali. Evidenţa vătămărilor cauzate de temperaturile de iarnă s-a efectuat primăvara, în timpul creşterii accelerate a plantelor. Rezistența la ger a soiurilor de mur s-a stabilit conform gradului de rezistență, apreciindu-se cu următoarele puncte: 0 – cu rezistență înaltă; 1 – rezistente; 2 – rezistență medie; 3 – rezistență slabă; 4 – rezistență foarte slabă. Aprecierea rezistenţei la ger s-a notat cu 0 - pentru toate soiurile de mur - complet rezistente.

Criterii pentru constatarea gradului de atac cu maladii, şi pagubelor provocate s-a folosit scala constituită din 4 clase de notare, corespunzătoare unor anumite simptome specifice fiecărei maladii pe frunze şi pe lăstari cu valori procentuale a intensităţii şi extensivităţii, în care: 0 - simptomele vizibile lipsesc; I - suprafaţa atacată constituie până la 10 %; II - suprafaţa atacată constituie 10-25%; III - suprafaţa atacată constituie 25- 50%; IV - mai mult de 50 % din suprafaţa frunzei sau fructului atacată. În urma observațiilor la soiul de mur Smoothstem s-a depistat rugina pe tulpini (pustule portocaliu–deschis). S-a notat gradul de afectare cu I - suprafaţa atacată constituie până la 10 %.

Floarea este hermafroditică, corola din 5 petale mari de culoare variată, de la alb la roz. Florile, adunate în inflorescenţe de tip cimă, se deschid eşalonat, pe o durată de 3 săptămâni, începând din partea superioară a tulpinii spre cea inferioară (fig.1).

Pe data de 30.05 la soiul de mur Darrow s-a înregistrat legarea fructelor la 100% (fig.1). Datorită înfloririi târzii, florile murului nu sunt vătămate de înghețurile târzii de primăvară, ceea ce influențează pozitiv asupra recoltei sale. Rezultatele observărilor efectuate la parcurgerea fazelor fenologice a plantelor de mur sunt incluse în tabelul 1.

Tabelul 1

Fazele fenologice de dezvoltare a soiurilor de mur studiate

Denumirea soiului	Începutul inmugurii	Durata dintre fenofaze	Înfloritul			Durata dintre feno faze	Maturarea			Durata dintre fenofaze fenologice
			Începutul	sfîrşitul	durata perioadei		începutul	sfîrşitul	durata perioadei	
Darrow										
2020	29.03	**50**	19.05	05.06	**17**	**67**	30.06	08.08	**39**	**106**
2021	20.04	**41**	31.05	15.06	**15**	**56**	19.07	29.08	**41**	**97**
2022	31.03	**52**	22.05	08.06	**18**	**70**	03.07	15.08	**43**	**113**
2023	10.04	**37**	15.05	29.05	**14**	**49**	27.06	30.07	**33**	82
Smoothstem										
2020	08.04	**57**	06.06	25.06	**19**	**76**	20.07	29.08	**40**	**116**
2021	29.04	**43**	11.06	27.06	**16**	**59**	25.07	10.09	**47**	**106**
2022	10.04	**59**	08.06	27.06	**19**	**78**	22.07	04.09	**44**	**114**
2023	13.04	**45**	31.05	16.06	**16**	**49**	07.07	10.08	**33**	**82**
Thornfree										
2020	10.04	**58**	09.06	30.06	**21**	**79**	23.07	08.09	**47**	**126**
2021	02.05	**45**	16.06	03.07	**18**	**63**	29.07	15.09	**48**	**109**
2022	13.04	**59**	11.06	2.07	**22**	**81**	25.07	10.09	**47**	**128**
2023	15.04	**49**	01.06	19.06	**18**	**50**	11.07	15.08	**34**	**84**
Arapaho										
2020	27.03	**49**	16.05	03.06	**18**	**67**	16.06	21.07	**35**	**102**
2021	15.04	**44**	29.05	16.06	**18**	**62**	09.07	16.08	**38**	**100**
2022	29.03	**50**	18.05	04.06	**17**	**67**	18.06	24.07	**37**	**104**
2023	12.04	**42**	24.05	11.06	**16**	**40**	19.06	22.07	**33**	**73**
Arapaho (Andrușul de Jos)										
2022	25.03	**50**	13.05	01.06	**19**	**69**	17.06	30.07	**44**	**113**
2023	10.04	**40**	20.05	06.06	**17**	**41**	05.07	09.08	**34**	**75**
Triple Crown (Andrușul de Jos)										
2022	05.04	**62**	05.06	25.06	**20**	**82**	10.07	25.08	**46**	**128**
2023	15.04	**46**	01.06	19.06	**18**	**48**	10.07	15.08	**33**	**81**
Limita variației	27.03-29.04	**49**	13.05-16.06	01.06-03.07	**18**	**41-82**	**16.06-29.07**	**21.07-15.09**	**40**	**73-128**

În anii 2020-2023 perioada de vegetație a început în perioada 27.03-15.04, cele mai timpurii soiuri de mur sunt Arapaho și Darrow, după care mai târziu pornesc în vegetaţie soiurile Smoothstem, Thornfree şi Triple Crown. Începutul dezmuguririi s-a început în perioada 27.03-15.04, până la înflorire a durat în mediu 49 de zile, maturarea fructelor are loc peste 41-82 de zile de la înflorire. Începutul înfloririi are loc la data de 13.05 - 16.06, cu o perioadă în mediu de 18 zile. La soiurile studiate perioada de la începutul vegetaţiei până la maturarea fructelor variază între 73 – 128 de zile în funcţie de condiţiile climatice din perioada de vegetaţie. Începutul maturării s-a desfăşurat la data de 16.06 – 15.09, cu o perioadă de 40 de zile.



Figura 1. Fazele fenologice la plantele de mur studiate

Soiurile de mur studiate se împart în 2 categorii: de tip rug – Thornfree şi Smoothstem şi cu creştere erectă – Darrow, Arapaho. Monitorizarea indicatorului biometric privind particularităţile de creştere şi fructificare a soiurilor de mur studiate este reprezentată în tabelul 2.

Tabelul 2

Capacitatea de dezvoltare şi fructificare la plantele de mur

Denumirea Soiului	Nr.de lăstari la tufă	Nr. de fructe/ lăstar	Nr.de lăstari fructiferi	Nr. de lăstari anuali	Masa medie a unui fruct, g	Lungimea medie a lăstarilor, m	Productivitatea, t/ha
Darrow	6	247	4	2	2,5	1,56	6,26
Smoothstem	10	405	5	5	3,8	2,75	10,62
Thornfree	9	359	5	4	4,5	2,95	12,43
Arapaho zona de Centru	5	91	2	3	2,8	1,90	7,22
Arapaho zona de Sud	12	136	5	7	6,52	2,4	8,62
Triple Crown	7	194	3	4	8,43	2,6	9,23

Conform datelor din tabelul 2 se poate menţiona că nu există o diferenţă esenţială între soiurile târâtoare privind parametrul, ca lungime medie a lăstarilor anuali de înlocuire, determinată în decada II a lunii iunie, aceasta fiind cuprinsă în limitele de 2,75 – 2,95 m, pe când la soiurile erecte – Darrow cu lungimea drajonilor de 1,56 m și soiul Arapaho de 1,90 m în aceeaşi perioadă de timp. Numărul lăstarilor la tufă variază de la 5 la soiul Arapaho la 12 la soiul Triple Crown, masa medie a bacelor, componentă a productivităţii unui soi, a variat între 2,5 g la soiul Darrow, 2,8 g la soiul Arapaho în zona de Centru, de 3,8 g la soiul Smoothstem, de 4,5 g la soiul Thornfree 6,52 g la soiul Arapaho-zona de Sud și de 8,43 g la soiul Triple Crown (fig.2).

Ţinând cont de faptul că soiurile Darrow și Arapaho sunt timpuriu şi se caracterizează printr-o coacere eşalonată, fiind determinat de desfăşurarea fazelor fenologice mai devreme comparativ cu celelalte soiuri de mur studiate, s-a identificat numărul fructelor la un metru liniar , cînd fructele sunt legate şi înregistrează o creştere în dimensiune, pentru a determina productivitatea soiului la momentul coacerii bacelor. Astfel numărul tulpinilor la 1 m liniar la soiul Darrow a constituit 12, iar numărul fructelor – 1493. La soiul Smoothstem numarul tulpinilor la 1 m liniar a constituit 10, iar numărul fructelor – 2102. Iar la soiul Thornfree numarul tulpinilor la 1 m liniar a constituit 9 deci numărul fructelor este de 2217.

Recolta obţinută la soiul Arapaho în zona de Centru este de 7,22 t/ha, la soiul Darrow - 6,26 t/ha, la soiul Smoothstem - 10,62 t/ha şi la soiul Thornfree - 12,43 t/ha, la soiul Arapaho zona de Sud -8,62 t/ha, și la soiul Triple Crown - 9,23 t/ha.



Figura 2. Masa medie a bacelor la soiurile de mur (evauări a. 2021)

Concluzii

În urma cercetărilor efectuate la studierea soiurilor de mur privind adaptabilitatea la condiţiile climatice ale Republicii Moldova în perioada anilor experimentali cu un regim termic ridicat și deficit de precipitații s-a constatat că:

- în dependenţă de genotipul soiului de mur, desfăşurarea fenofazelor de dezvoltare ale organelor vegetative și de rod are loc diferenţiat, se observă o diferenţă de 9-17 zile privind termenii desfăşurării fenofazelor de dezmugurire şi înflorire între soiurile de mur cu creștere erectă (Arapaho și Darrow) și soiurilede tip rug (Thornfree, Smoothstem). Iar între soiurile de mur– Thornfree şi Smoothstem s-a observat o diferenţă de 2-6 zile privind parcurgerea fenofazelor menţionate;
- comparativ cu anii precedenți, în perioada anulor 2020-23 desfăşurarea fenofazelor de vegetație s-a înregistrat un decalaj de 10-16 zile mai devreme, în legătură cu valori superioare temperaturii medii, ceea ce demonstrează o ușoară încălzire a climei;

- la soiurile de mur studiate durata dintre fenofazele fenologice de dezmugurire până la maturare s-a înregistrat o diversitate de la 73 – 128 de zile, în funcţie de soi și de condiţiile climatice din perioada de vegetaţie;
- recolta obţinută la soiul Arapaho în zona de Centru este de 7,22 t/ha, la soiul Darrow - 6,26 t/ha, la soiul Smoothstem - 10,62 t/ha şi la soiul Thornfree - 12,43 t/ha, la soiul Arapaho zona de Sud -8,62 t/ha, și la soiul Triple Crown - 9,23 t/ha;
- lipsa precipitațiilor esențiale a contribuit la uscarea stratului superior al solului, ceea ce a creat condiții mai puțin favorabile pentru creșterea, dezvoltarea plantelor de mur și a dus la o productivitate mai scăzută față de anii precedenți.

Notă. Cercetările sunt efectuate în cadrul proiectului „ Program de Stat” 20.80009.5107.22A „ Elaborarea și modernizarea tehnologiilor durabile și ecologice ale speciilor pomicole și bacifere în condițiile schimbărilor climatice”.

Referințe bibiografice

1. Bîstrov, A., Botare, A., Costeţchi, M. ş.a. “Pomologia Republicii Socialiste România”, Editura Academiei Repulicii Socialiste România, 1968, p.193-195.
2. Balan, V., Sava, P., Calalb, T. Cultura arbuștilor fructiferi și căpșun, tipogr. Bons Offices, Chișinău, 2017, p. 19-21; p.102-110.
3. Chira, Lenuţa. Cultura arbuştilor fructiferi. Ed. M.A.S.T., Bucureşti, 2000, p.98.
4. Programa i metodica sortoizucenia plodovîh, iagodnîh i orehoplodnîh cultur, Miciurinsc, 1973, p. 168-170, p. 294.
5. Grădinaru, G., Istrate, M. Pomicultura generală şi specială. Editura TipoMoldova, Iaşi, 2009, p. 477-483.
6. Ecologizarea agriculturii în Republica Moldova/ Igor Gorașov, Radu Voicu, Dumitru Croitoru, Mihai Roșcovan. Min. Mediului, AO „Alternative Intern. de dezvoltare”- Chișinău, 2015 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”), p. 7. ISBN 978-9975-53-531-1.
7. Julea, V. Cultura arbuştilor fructiferi, Ed. Cartea Moldovei, Chișinău, 1973, p.106; p.111.
8. http://www.cnaa.md/files/theses/2019/54522/mariana_lozinschii
9. www.meteo.md
10. Caterenciuc C. Influenţafactorilorclimaticiasuprafenofazelor de dezvoltare ale plantelor de mur. In: *Revista Pomicultura, Viticultura şi Vinificaţia,* nr. 2, 2021, p.4-7. ISSN 1857-3142.

UDC: 582.929.4(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.08

SPECII DIN GENUL *AGASTACHE* ÎN COLECȚIA DE PLANTE CONDIMENTAR – AROMATICE ALE INSTITUTULUI DE GENETICĂ, FIZIOLOGIE ȘI PROTECȚIE A PANTELOR

Chisnicean Lilia*, *https://orcid.org/0009-0000-6147-323X*
Jelezneac Tamara, *https://orcid.org/0009-0009-2056-5010*
Vornicu Zinaida, *https://orcid.org/ 0009-0005-9686-6259*
Baranova Natalia, *https://orcid.org/0009-0009-4719-2285*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecția Plantelor, USM, Chișinău, Republica Modova
** e-mail: lilia.chisnicean@sti.usm.md*

Summary. Currently, there is significant interest in ethnic and traditional phytotherapy. Four species of the genus *Agastache* have been tested to determine their potential for introduction and cultivation as culinary, aromatic, medicinal, and ornamental plants. Species from the genus *Agastache* have undergone morphological, taxonomic, and horticultural research, with the strongest and most adaptable genotypes being selected, as well as methods for their multiplication and practical use identified. This paper presents some results related to the study of the introduction, adaptation, and multiplication of the genus *Agastache*, with a focus on the following species: *A. foeniculum* (Pursh) O. Kuntze Britton, *A. urticifolia* (Benth.) Kuntze, *A. rugosa* (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze, *A. x auratus* (A. Gray).

Keywords: genus *Agastache*, culinary pants**,** phytotherapy, morphological anaysis.

Introducere

Genul *Agastache* este unul constituit din 22 specii perene cu apartenență la familia *Lamiaceae* [1]. Conform unei liste a bazei de date taxonomice pe Internet condusă de Grădina Botanică Regală din Kew și Grădina Botanică din Missouri, genul *Agastache* cuprinde 29 de taxoni acceptați [2]. Speciile din genul *Agastach*e sunt originare din America de Nord și Canada [3], precum sunt întâlnite și în Asia Mijlocie, Răsăritul Depărtat. (*A. rugoasa*) [4].

Mai multe specii sunt cultivate ca plante ornamentale și numeroase soiuri cu înflorire spectaculoasă [5]. Speciile din genul *Agastache* sunt utilizate ca sursă de ulei esențial, la prepararea medicamentelor pe bază de plante, a condimentelor, în calitate de surse nectarifere, foarte frecvent vizitate de albine, practic până la ultima floare înflorită.

Proprietățile curative și gustative ale plantelor se datoresc în principiu uleiului esențial, pe care îl acumulează plantele genului *Agastache.* Pe lângă acestea, plantele genului *Agstache*, mai conțin și alte principii active cu diverse proprietăți utile [6]. Cele mai mari valori le are *A. foeniculum*, la care conținutul de ulei esențial de aproximativ 2,5% în materia primă proaspăt colectată și de aproximativ 2,2% în cea uscată [7]. Elementele dominante ale uleiului esențial sunt pulegonul și mentona: în uleiul esențial obținut din plante proaspete, conținutul acestora este de 43, respectiv 20%, iar în uleiul esențial din materii prime uscate - 27 și respectiv 42% [8]. *A. urticifolia* are conținutul de ulei esențial 0,89% [9], *A. rugosa* de la 0,3 până la 1% iar *A. auratus* de 0,5-0,6 % [10] în materia primă proaspătă la momentul recoltării.

Atât uleiul esențial, cât și extractele hidrice și etanolice au efecte medicinale ca: antiihypertensive (vasorelaxante) [11], anticancerige, antimutagenice [12], anibacteriene și antifungice [13], antioxidante [14, 15], antidepresante [16], spasmolitice [17].

Pe lângă proprietățile medicinale speciile genului *Agastache*, mai ales frunzele, sunt folosite ca condiment pentru aromatizarea salatelor, a bucatelor din carne și pește, la asortarea băuturilor

alcoolice, prepararea oțetului aromatizat. Frunzele atât proaspete cât și uscate mai sunt folosite la prepararea băuturilor răcoritoare și fierbinți din plante [19].

Toate speciile studiate sunt buni meliferi, fiind vizitate de alpine foarte mult timp, practic până la ultima floare înflorită. Producția de miere obținută de la un hectar de plantații la speciile din genul Agastache este de 450-550 kg [20].

Materiale și metode

În calitate de material pentru studiul dat au servit cele patru specii din genul *Agastache,* care au fost obținute prin schimb de germoplasmă cu alte instituții de profil, cu condiții meteorologice similare.

În eșantioanele de semințe inițiale, după posibilitate, au fost selectate semințele, care dețineau masa medie a boabelor (MMB) mai mare de 1gr. Inițial, pentru obținerea plantelor a fost produs răsad, în palete alviolare din plastic pe substrat de sol ușor, perimabil, pentru obținerea unor rădăcini bine dezvoltate.

În fiecare perioadă de vegetație s-au făcut selectări, pentru excluderea materialului atacat de boli sau cu parametri morfologici diminuați. Materialul semincer obținut, de asemenea a fost sortat permanent pentru selectarea celor mai bune genotipuri, după metodele clasice de selectare. Pe parcursul anilor a fost apreciați parametrii mofometrici și cei de producție, delimitate metodele de multiplicare generative și vegetative, pentru cele patru specii din genul *Agastache*.

Rezultate și discuții

În general plantele din genul *Agastache* sunt ierburi perene. In tabelul 1 sunt prezentate caracterele morfologice actuale ale celor patru specii selectate din materialul inițial și testate în condițiile meteorologice și de sol ale zonei de Centru a R. Moldova.

Primele trei specii *A. foeniculum, A. urticifolia, A. rugosa* sunt după înălțime practic similare, fiind de talie înaltă de 132-154 cm, care în decursul anilor de cercetare au avut parametrii morfologici destul de avansați. Se deosebește la acest caracter *A. auratus,* cu tulpinile mai scunde egale cu 88-108 cm. Toate speciile au tulpinile tetraedice. În primul an de vegetație plantele dezvoltă18-25 tulpini, iar începând cu anul doi se ramifică dezvoltând lăstari de gradul întâi de la 7 până la 12 și de gradul doi 45-62. Tulpinile sunt erecte sau ușor aplecate, cu bază lemnoasă. Sistemul radicular al plantelor este fibros. Lamele frunzelor sunt puțin dințate și pețiolate. Forma lor este cordat-lanceolată. Culoarea frunzelor este un indiciu după care se deosebesc speciile genului Agastache. Astfel la *A. foeniculum* frunzele sunt opuse, simple, lanceolate, cu margini zimțate, de până la 7,7 cm lungime, de culoare verde intensiv. *A. urticifolia* are frunzele mari ca la specia precedent descrisă- până la 8,2cm lungime și 7 cm lățime, sulițat- triunghiulare, zimțate marginal, asemănătoare cu frunzele de urzică, de culoare verde – întunecat spre violet. La *A. rugosa* frunzele sunt de asemenea mari (7,6 x 8,0 cm), de culoare verde intens cu suprafața lamei puțin crispate. Cel mai inedit frunziș îl are specia *A. auratus,* care deține un număr mai mic de frunze (134-228), însă care au de culoare verde-gălbui, foarte originală, puțin mai mici (6,4 x 5,7cm) ca la celelalte specii testate.

Tabelul 1

Caracteristica mofobiologică a speciilor din genul *Agastache* testate în colecția IGFPP

(date medii minime și maxime din ultimii cinci ani)

Denumirea speciei	Talia plantei, cm.	Ramificarea, număr		Frunze, cm.			Inflorescența, cm	
		gradul I	gradul II	lungimea	lățimea	număr	Lungime a	număr
A. foeniculum	144-156	9-11	51-62	7,6-7,7	4,2-4,5	124-276	9,9-12,8	51-62
A. urticifolia	132-154	8-11	48-60	7,8-8,2	6,8-7,8	126-294	9,9-12,8	47-60
A. rugosa	136-155	8-12	52-60	7,6-8,0	5,4-5,6	128-308	8,9-10,2	52-60

*A.*x *auratus*	88-108	7-10	45-54	6,4-7,2	5,4-5,6	134-228	8,2-8,4	45-54

Florile sunt de dimensiuni mici și au o nuanță frumoasă de albastru-liliachiu, uneori există și exemplare cu flori albe, grupate în inflorescențe spiciforme care se dezvoltă pe lăstari axiali și laterali.

Fructele acestei plante, semințele propriu-zise, sunt nucule netede, oval-alungite de culoare maro închis, fiind destul de mici. Masa la 1000 semințe este de 0.9-1,2 g. Un kilogram de semințe înglobează 1.400.000 [21].

Creșterea activă în vegetație a plantelor Genului *Agastache* în dependență de temperaturi, începe în luna martie. La sfârșitul lunii mai se formează mugurii florali. Înflorirea în masă are loc lunile iulie – august, dar durează până la începutul lunii septembrie. Înflorirea are loc de la ramificările de gradul I spre cele de gradul II, perioada de înflorire fiind una destul de lungă pentru toate speciile genului Agastache, egală cu 27- 35 zile. Toate speciile testate formează un număr de semințe foarte mare, însă capacitatea germinativă, cât și energia de creștere sunt relativ reduse, intre 48-64%, în dependență de condițiile meteorologice ale anului (tabelul 2). Astfel în anii cu condiții meteo mai bune, capacitatea germinativă a fost una destul de bună, atingând valori de 58-64 %, iar energia de creștere a fost practic la același nivel de 28-32%, conform datelor medii multianuale.

Tabelul 2

Capacitatea germinativă și energia de creștere (%) la speciile genului *Agastache*

(date medii pentru cinci ani)

Denumirea speciei	Anii de testare					Media
	2019	2020	2021	2022	2023	
A. foeniculum	64 / 35*	54 / 34*	58 / 30*	60 / 22*	62 / 32*	60 / 31*
A. urticifolia	58 / 32*	56 / 30*	58 / 32*	58 / 26*	60 / 34*	58 / 31*
A. rugosa	60 / 24*	58 / 32*	57 / 30*	58 / 24*	64 / 30*	59 / 28*
*A.*x *auratus*	48 / 36*	56 / 34*	54 / 28*	54 / 24*	58 / 34*	54 / 31*

* energia de creștere.

S-a observat că capacitatea germinativă a semințelor semănate în lăzi în solarii, pentru obținerea răsadului, fără încălzire suplimentară, este mai sporită decât cea din testări în laborator. Astfel, din 50 semințe semănate ale speciei *A. foeniculum* au rezultat 44 plantule ce constituie 88% capacitate germinativă.

Deoarece, capacitatea germinativă, cât și energia de creștere sunt relativ reduse, iar pentru reproducerea speciilor studiate cu scop de diseminare, spre plantații de producere a servit ca motiv pentru a testa diverse metode de multiplicare nu numai generative, prin răsad din semințe, ci și prin metode vegetative - prin rizomi și divizarea tufelor-mamă. Pentru testări au fost luate câte 100 unități în două repetiții, care au fost supuse multiplicării. Astfel au fost obținute 82 fire de răsad la speciile *A. foeniculum* și *A. rugosa* și câte 70 și 72 la speciile *A.*x *auratus* și *A. urticifolia* consecutiv.

Metoda generativă de obținere materialului săditor, este una bună. Plantele obținute sunt „tinere” și au speranța de viață mai durabilă și longevivă. Plantulele sunt sănătoase, cu sistem radicular constituit din țesuturi tinere, neafectate de boli, dăunători și condiții neprielnice, pe care le au plantele perene vrâstnice. Plantele obținute astfel sunt apte de-a produce materie primă și semințe abia la al treilea an de vegetație.

Multiplicarea vegetativă de asemenea are părți bune, pentru multiplicare fiind folosiți rizomii colectați de la plantele mature, care nu mai pot produce materie primă și semințe calitative, dar sunt buni pentru a reproduce plante noi. Material săditor calitativ și în proporții de 84-88 unități din una sută rizomi la cele trei specii ca *A. rugosa, A. foeniculum, A. urticifolia* a fost puțin mai mică rata de înrădăcinare și pornire în vegetație la *A.* x *auratus,* fiind egală cu74 unități. Divizarea

tufelor-mamă de asemenea este o metodă vegetativă de multiplicare la care poate fi folosit material săditor obținut la distrugerea unei plantații ajunsă la vârsta ontogenetică de presenilitate (tabelul 3).

Tabelul 3

Rezultatele testări metodelor de multiplicare la speciile din genul *Agastache*
(media pentru doi ani consecutivi)

Denumirea speciei	Metodele de multiplicare					
	generativă		Vegetativă			
	semințe - răsad		rizomi		divizarea tufelor-mamă	
	min/max	X	min/max	X	min/max	X
A. foeniculum	76-88	82	82-88	85	86-90	88
A. urticifolia	68-78	73	86-90	88	85-88	86
A. rugosa	74-80	82	80-88	84	84-90	87
*A.*x *auratus*	68-78	70	70-78	74	80-88	84

Metodele vegetative de multiplicare a materialului săditor sunt cele care impun utilizarea economicoasă a resurselor vegetale și de menținere a materialului genetic selectat în forma inițială. Pe parcursul cercetărilor a fost apreciată productivitatea speciilor din genul *Agastache* la materia primă și semințe și masa la 1000 semințe. Cantitatea de materie primă proaspătă medie a constituit de la 6,42 la *A.*x *auratus* și 3,02 uscată consecutiv, iar cea-a mai mare valoare a avut-o *A. urticifolia* - 8,91 t/ha, iar cea uscată de la 4,46t/ha (tabelul 4). După producția de ulei esențial speciile sunt practic la același nivel cu 34,7 -35,9 kg/ha. La un hectar de plantații seminologice s-au obținut de la 280,4 până la 350,1kg semințe calitative.

Tabelul 4

Producția de materie primă și semințe la speciile din genul *Agastache*
(media din patru ani consecutivi)

Denumirea speciei	Producția de				Masa la1000 semințe, gr
	materie primă, t/ha		ulei esențial, kg/ha	semințe, kg/ha	
	proaspătă	uscată			
A. foeniculum	7,29	4,38	34,7	330,7	1,20
A. urticifolia	8,91	4,46	34,8	341,3	1,10
A. rugosa	8,82	4,08	35,9	350,1	1,21
*A.*x *auratus*	6,42	3,02	23,4	280,4	0,89
DL_{05}	0,22	-	0,08	0,56	-

Structural producția obținută la toate speciile luate în studiul dat este constituită din 43,6% inflorescențe, 26,2% tulpini și 39,2 frunze. Cel mai mult ulei esențial se conține în inflorescențe- 0,79%, în frunze 0,76%, iar in tulpini cel mai puțin, practic urme. În acest context, recoltarea trebuie de executată astfel ca în materia primă destinată extracției uleiului esențial, cât și în calitate de herba farmaceutică să nimerească cât mai puține tulpini grunjoase, care constituie un balast.

Concluzii

Dintre cele 22 specii ale genului *Agastache*, pentru studiul efectuat a fost luate patru dintre cele mai des utilizate în calitate de plante condimentar aromatice și medicinale, care s-au înscris totalmente în condițiile meteo ale zonei de Centru a R. Moldova, dezvoltând plante similare cu cele din zonele lor native.

Necăutând la faptul că cele patru specii din genul *Agastache* testate, formează un număr de semințe foarte mare, capacitatea germinativă, cât și energia de creștere sunt relativ reduse și constituie intre 48-64%.

Metodele clasice de multiplicare apilicate (generative și vegetative) s-au soldat cu rezultate bune, iar cele vegetative sunt cele care impun utilizarea economicoasă a resurselor vegetale și de menținere a materialului genetic selectat în forma inițială.

Producția obținută de materie primă și ulei esențial este una bună, iar speciile testate pot fi promovate pentru utilizare în acele ramuri ale industriei alimentare, farmaceutice și cosmetologice.

Notă. Publicația data a fost realizată în cadrul subprogramului 011102 „*Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole in contextul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Zielińska S., Matkowski A. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (*Lamiaceae*). In: *Phytochemestry Rev.* 2014; 13(2), pp. 391–416.
2. www.theplantlist.org
3. Fuentes-Granados R.G., Widrlechner M. P., Wilson L. A.. An overview of agastache research. In: *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 1998, 6 (1), pp. 69–97 https://doi.org/10.1300/J044v06n01_09
4. Park S., N. Kim, G. Yoo, Y. Kim, T.H. Lee, S.Y. Kim, S.H. Kim, A New Flavone Glycoside from the Leaves of Agastache Rugosa (Fisch. & C.A.Mey.) Kuntze, Biochemical Systematics and Ecology, 2016, 67, pp. 17–21, https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.05.019
5. Kagan, C. "Anise Hyssop for the Perennial Garden". Penn State Extension. Retrieved 13 August 2019.
6. Ganeva Y., Tsankova E., Parvanova K. et al. Triterpenoids from *Agastache foeniculum*. In: *Chimie*. 1994; 47: 49–51.
7. *Чумакова В. В., Попова О. И.* Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* L.). In: *Фармация и фармакология*, 2013. nr. 1 (1) (сентябрь). с. 41-46. ISSN 2307-9266.
8. Omidbaigi R., Sefidkon F.. Essential oil composition of *Agastache foeniculum* cultivated in Iran.In: *J Essential Oil Rescherces.* 2003; 15(1), pp. 52–53. doi: 10.1080/10412905.2003.9712265.
9. Suchorska-Tropiło K., Pióro-Jabrucka E. Morphological, developmental and chemical analysis of the chosen *Agastache* species. In: *Ann Warsaw Univ Life Sci SGGW Horticultural Landschepe Architecture*, 2004, 25, pp. 25–31.
10. Shin S. Essential oil compounds from *Agastache rugosa* as antifungal agent against *Trichophyton* species. In: *Arch Pharmaceutical Resurse*. 2004; 27: 295–299. doi: 10.1007/BF02980063.
11. Hernandez-Abreu O, Castillo-Espana P, Leon-Rivera I, et al. Antihypertensive and vasorelaxant effects of tilianin isolated from *Agastache mexicana* are mediated by NO/cGMP pathway and potassium channel opening. In: *Biochemistry Pharmacology*. 2009, 78, pp. 54–61. doi: 10.1016/j.bcp.2009.03.016.
12. Kim M.K., Chung W.T., Kim Y.K. et al. The effect of the oil of *Agastache rugosa* O. Kuntze and three of its components on human cancer cell lines. In: *J Essential Oil Res*, 2001, 13(3), pp. 214–218.
13. Song J.H., Kim M.J., Kwon H..D. et al. Antimicrobial activity and components of extracts from *Agastache rugosa* during growth period. In: *J Food Sci Nutr*. 2001; 6, pp. 10–15.
14. Oh H.M., Kang Y.J., Lee Y.S. et al. Protein kinase G-dependent heme oxygenase-1 induction by *Agastache rugosa* leaf extract protects RAW264.7 cells from hydrogen peroxide induced injury. In: *J Ethnopharmacol*. 2006; 103, pp. 229–235. doi: 10.1016/j.jep.2005.08.030.

15. Tian G.H., Liu C.F., Lai P.H. et al. Study on the essential oil obtained from the calyx of wild *Agastache rugosa*. In: Science and Technology of Food Industry, 2009. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SPKJ200910044.htm
16. Molina-Hernandez M., Tellez-Alcantara P., Martinez E. *Agastache mexicana* may produce anxiogenic-like actions in the male rat. In: *Phytomedicine*. 2000; 7(3), pp. 199–203. doi: 10.1016/S0944-7113(00)80004-5.
17. Gonzalez-Trujano M.E., Ventura-Martinez R., Chavez M. et al. Spasmolytic and antinociceptive activities of ursolic acid and acacetin identified in *Agastache mexicana*. In. *Planta Med*. 2012; 78(08), pp. 793–796. doi: 10.1055/s-0031-1298416.
18. Dragland S., Senoo H., Wake K. et al. Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. In: *J Nutr*. 2003; 133, pp. 1286–1290.
19. Köneman E.W. et al. Color atlas & textbook of diagnostic microbiology. 6th Edition, Lippincott-Raven Koneman EW, Philadelphia, 2006, pp. 551-576. ISBN 3-8331-1621-8.
20. Савин А. П. Приоритетная задача пчеловодов. In: *Пчеловодство*, 2010, № 8, с 16. ISSN 0369-8629.
21. Ogle D., Tilley D., St. John L. Stannard M., Holzworth L.. Technical Note 24: Conservation plant species for the Intermountain West. USDA-NRCS, Boise, ID-Salt Lake City, UT-Spokane, WA. ID-TN 24. 2016, 72 p.

UDC: 633.11:581.1.085 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.09

ARIABILITATEA PRODUCTIVITĂȚII LA SOMACLONELE SC_1 - SC_3 DE TRITICALE OBȚINUTE PRIN CULTURA *IN VITRO* ȘI IRADIERII CU RAZE GAMA

Ciobanu Renata
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinau, Republica Moldova
https://orcid.org/0009-0007-0554-6845, e-mail: *renata.ciobanu@sti.usm.md*

Summary. As a result of research on the influence of *in vitro* culture and gamma radiation on the expression of traits such as the number of grains per ear, grain weight, and the mass of 1000 grains, significant variation in the values of the coefficient of variation was observed in somaclones from three generations of triticale. Both *in vitro* culture and radiation caused changes in the coefficient of variation of quantitative traits in the studied genotypes, compared to the control. Maximum effect is induced by gamma radiation in the first generation (SC_1) for all traits, with a substantial decrease in the third generation (SC_3). The factors studied represent a significant source of variation, with the influence being intensified by the specific characteristics of the genotype.

Keywords: variability, triticale, somaclones, *in vitro*, radiation, quantitative traits.

Introducere

Identificarea și evaluarea trăsăturilor agronomice și a caracterelor de producție sunt importante pentru clasificarea resurselor de germoplasmă și ameliorarea culturilor. Caracterele cantitative sunt determinate de multiple gene distribuite în genom, iar expresia valorică reflectă interacțiunile genice, dar și selecția individuală ca rezultat al interrelațiilor cu mediul. Similaritatea dintre indivizi după anumite însușiri depinde de gradul de înrudire și amplitudinea variației genetice care stă la baza caracterului [1].

Timp de mulți ani, obiectivul principal al programelor de ameliorare a fost înlocuirea soiurilor tradiționale cu soiuri moderne cu randament ridicat și rezistență la boli, ceea ce a condus la o reducere a diversității genetice, în principal caracteristicile de calitate și însușirilor nutriționale [6].

Diversitatea genetică poate fi estimată, folosind trăsăturile morfologice. Dezvoltarea continuă și disponibilitatea unor noi resurse genetice sunt esențiale pentru îmbunătățirea soiurilor, iar pentru diferențierea genotipurilor poate fi utilizată caracterizarea fenotipică [13].

Numeroase studii au raportat că, cultura *in vitro* separat sau combinată cu mutageneza poate fi utilizată pentru a genera plante cu variabilitate genetică crescută și mutanți, ca o sursă potențială de noi culturi comerciale.

Radiația gama este unul dintre cei mai utilizați agenți mutageni la plante, deoarece se raportează că induce o variabilitate genetică ridicată [8]. Prin această tehnică, populațiile mari de plante pot fi gestionate în condiții controlate, în spații reduse și în orice perioadă a anului [5]. Pe de o parte, tehnicile biotehnologice *in vitro* garantează calitatea și siguranța, care, combinate cu tehnici de mutageneză, permit selectarea caracteristicilor agronomice remarcabile la plantele de importanță biologică și economică.

Somaclonele, obținute prin cultura *in vitro*, posedă un spectru larg de variație a caracterelor morfologice și biochimice, ceea ce confirmă eficiența folosirii culturii de calus în inducerea variabilității, prin obținerea somaclonelor ce prezintă interes agronomic [10, 12].

Principalele caractere ce determină productivitatea plantei și capacitatea de concurență a unui genotip față de celelalte genotipuri sunt: numărul de boabe, greutatea boabelor per spic și masa a 1000 boabe. Ereditarea acestor caractere, după datele studiului bibliografic, spre deosebire de

caracterele calitative sunt controlate poligenic, fiecare genă fiind în dependență de acțiunea și interacțiunea ei cu alte gene ce au efect aditiv la manifestarea caracterului [6].

Prin urmare, prezintă interes evaluarea acțiunii culturii *in vitro* separate și în comun cu radiația gama în calitate de modificatori genetici asupra caracterelor de productivitate la somaclonele de triticale.

Materiale și metode

Ca material de studiu au servi 3 genotipuri de triticale hexaploide: Ingen 35, Ingen 93 (standart), 188TR 5021 în calitate de martor și somaclonele SC_1 - SC_3 obținute de la toate variantele cercetate prin cultura *in vitro* și expuse iradierii cu raze gama. Au fost efectuate observaţii fenologice, apreciate şi examinate caracterele cantitative a somaclonelor de triticale. Perioada de vegetație, care include fazele și stadiile de vegetație s-a efectuat conform scării Zadocks. Aprecierea impactului culturii *in vitro* și radiației gama asupra variațiilor caracterelor cantitative (*numărul de boabe per spic, greutatea boabelor și masa a 1000 de boabe*) a fost efectuată în baza analizei varianței (ANOVA), testului Student, puterii de influență (PI, %) și coeficientului de variație (CV, %). Veridicitatea datelor experimentale a fost realizată prin analiza statistică a datelor obținute cu ajutorul pachetului de programe STATGRAPHICS Plus 5.0.

Rezultate și discuții

În rezultatul aprecierii variațiilor somaclonale s-a atestat o variabilitate sporită după caracterele productivității: *numărul de boabe per spic, greutatea boabelor și masa a 1000 de boabe*.

Pentru determinarea gradului de variație a caracterelor cantitative se utilizează coeficientul de variație (CV,%), care ne permite să stabilim reactivitatea genotipului față de caracterul dat.

Conform datelor bibliografice, în rezultatul studiului efectuate la diferite soiuri de grâu, coeficientul de variație, variază slab (CV<10%) pentru caracterele *lungimea spicului principal și numărul de spiculețe în spic*; variază mediu (10%<CV<20%) – *numărul de boabe per spic* și variază puternic (CV>20%) pentru caracterul *numărul de fraţi fertili* [7, 11].

În rezultatul cercetărilor s-a evidențiat o variație semnificativă a valorilor indicilor cantitatvi, care sunt dependente de genotip, caracter și factorul analizat [2, 3].

O caracteristică economică importantă a triticalelor este *numărul de boabe per spic* și *greutatea boabelor*. Studiile actuale indică, că capacitatea genetică de formare a 30 și mai multe boabe per spic este tipică pentru triticale [4, 9]. Prin urmare, coeficientul de variație la caracterul *numărul de boabe per spic* atinge valori majore atât la varianta martor, cât și la acțiunea radiației pentru toate genotipurile luate în studiu (Figura 1).

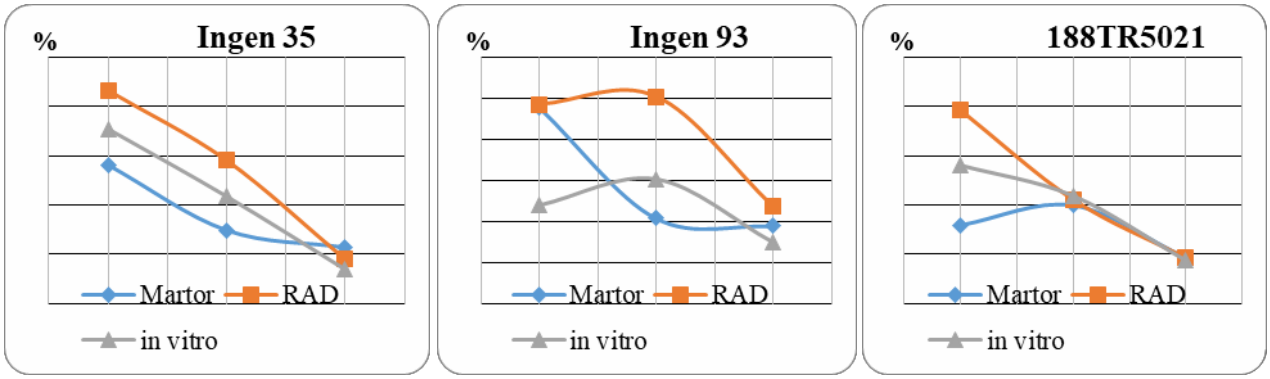


Figura 1. Coeficientul de variație pentru caracterul *numărul de boabe per spic* a somaclonelor SC_1 - SC_3 de triticale la genotipurile: Ingen 35, Ingen 93, 188TR 5021

Acțiunea culturii *in vitro* asupra variației caracterului *numărul de boabe per spic* în generația SC_1 pentru genotipul Ingen 93 (24,00%), a atins valori de 1,99 ori mai mici decât martorul în

comparație cu genotupurile Ingen 35 (70,64%) și 188TR 5021 (56,19%), la care indicele coeficientului de variație s-a mărit în comparație cu martorul de 1,26 – 1,77 ori (Figura 1).

Evaluarea variabilității caracterului *numărul de boabe per spic* în SC_3, a atestat o variație medie pentru toate genotipurile luate în cercetare, cea mai minimă variație de 13,95% s-a remarcat la genotipul Ingen 35 *(in vitro*), fiind de 1,63 ori mai mică decât martorul. Acest fapt indică despre particularitățile genotipice și reactivitatea specifică a fiecărui genotip.

Conform datelor din literatură greutatea boabelor corelează direct cu productivitatea. Mărimea și forma boabelor sunt caractere esențiale de reproducere, fiind cele mai stabile [6].

Analiza gradului de variabilitate a caracterului *greutatea boabelor* a evidențiat o variație puternică a acestui indice atât la varianta martor, cât și a factorilor. Acțiunea radiației gama se menține în generația SC_1 pentru genotipurile Ingen 35 și 188TR 5021 cu valori mai mari de 1,55 – 2,69 ori în comparație cu martorul. Cea mai majoră valoare, a fost atestată la genotipul Ingen 93 (RAD) în SC_2, fiind de 2,89 ori mai mare față de martor (Figura 2).

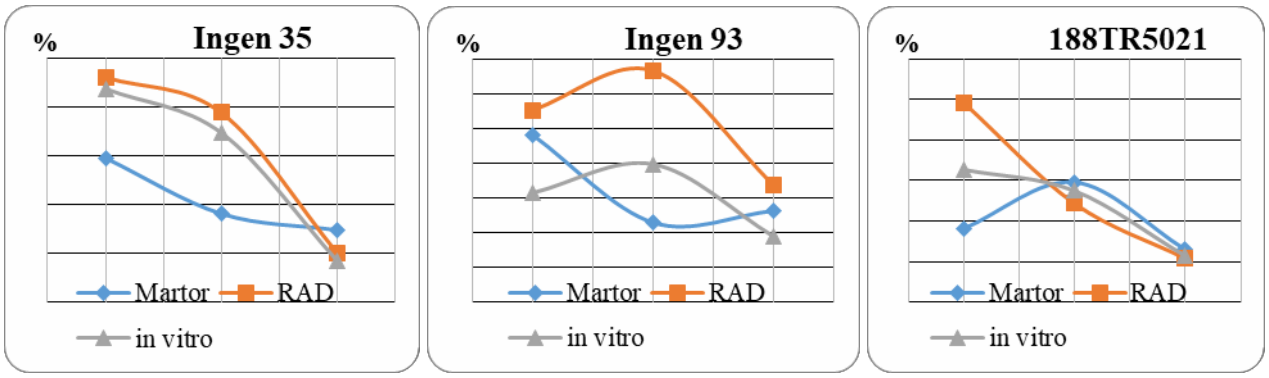


Figura 2. Coeficientul de variație pentru caracterul *greutatea boabelor* a somaclonelor SC_1 - SC_3 de triticale la genotipurile: Ingen 35, Ingen 93, 188TR 5021

Cultura *in vitro* acționează maximal asupra coeficientului de variație în generația SC_1 pentru genotipurile Ingen 35 (87,44%) și 188TR 5021 (65,34%), ceea ce denotă o variabilitate mare a acestui caracter. Valori minime a variației, se atestă la genotipul Ingen 93 la somaclonele SC_1, fiind mai mici decât martorul de 1,53 ori. La somaclonele SC_2 se remarcă o creștere a valorilor coeficientului de variație în comparație cu martorul de 1,72 ori și în generația SC_3, observăm o diminuare a valorilor (18,93%), indicând o variabilitate medie a acestui caracter.

Se atestă o reducere a variației și pentru genotipul Ingen 35 (*in vitro*), în SC_3, valorile fiind de 1,75 ori mai mici în comparație cu martorul, ceea ce corespunde cu un nivel mediu de variabilitate (16,80%) a caracterului *greutatea boabelor* (Figura 2).

Atât radiația cât și cultura *in vitro* a cauzat devierea coeficientului de variație pentru caracterul *masa a 1000 de boabe* în comparație cu martorul la genotipul Ingen 35 în SC_1 de 3,48 (*in vito*) și 3,50 (RAD) de ori mai mare, iar în generația SC_3 o scădere majoră a valorilor, coeficientul de variație constituind pentru forma iradiată - 9,80% iar pentru cea obținută prin cultura *in vitro* - 8,08%, indicând stabilitate pentru caracterul dat. Aceeași tendință se observă și la genotipul 188TR 5021, factorii cercetați, acționează maximal în SC_1 și scade în următoarele generații (Figura 3).

Radiația a contribuit la majorarea coeficientului de variație a caracterului *masa a 1000 de boabe* pentru genotipul Ingen 93 (RAD) în toate generațiile (13,58 – 34,12%), valoarea majoră fiind în generația SC_2, fiind de 2,94 ori mai mare decât a martorului.

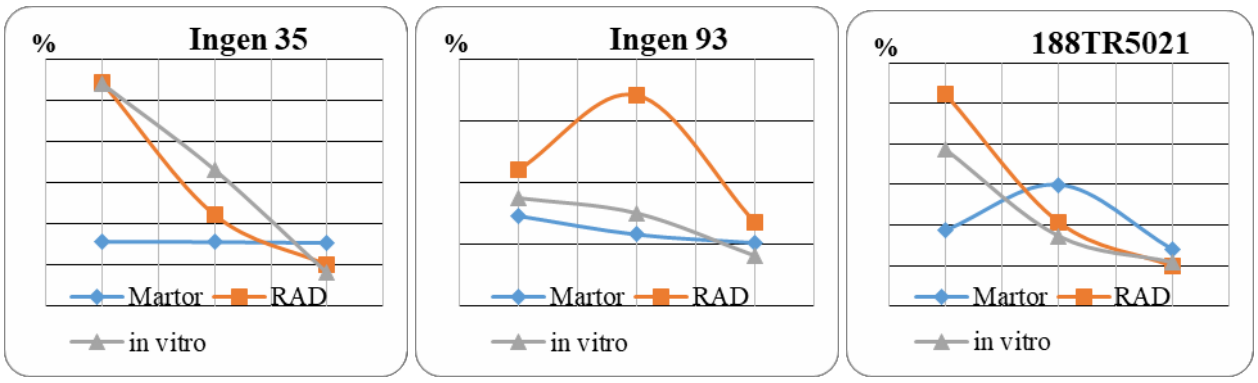


Figura 3. Coeficientul de variație pentru caracterul *masa a 1000 de boabe* a somaclonelor SC_1 - SC_3 de triticale la genotipurile: Ingen 35, Ingen 93, 188TR 5021

În rezultatul analizei varianței caracterelor: *numărul de boabe per spic, greutatea boabelor, masa a 1000 de boabe* la somaclonele SC_1 - SC_3 de triticale prin aplicarea testului ANOVA, s-a atestat că o contribuție semnificativă (la nivel de 95 - 99,9%) o are genotipul, radiația, cultura *in vitro* precum și interacțiunea dintre genotip și factorii analizați (Tabelul 1).

Tabelul 1

Influența sursei de variație asupra variabilității caracterelor cantitative la somaclonele SC_1 – SC_3 (testul ANOVA)

Sursa variației	PI, % (SC_1)	PI, % (SC_2)	PI, % (SC_3)
Numărul de boabe per spic			
Genotipul	11,0***	14,58***	0,97
RAD	21,87***	4,08***	0,82
Interacțiunea Genotip - RAD	12,79***	31,93***	13,32***
Genotipul	21,98***	3,94*	0,12
Cultura *in vitro*	4,51***	0,02	-
Interacțiunea Genotip - *in vitro*	15,87***	7,07**	11,13***
Greutatea boabelor			
Genotipul	12,78***	4,93**	4,92*
RAD	20,52***	2,60*	0,01*
Interacțiunea Genotip - RAD	3,64**	15,81***	2,33
Genotipul	22,70***	15,01***	8,84***
Cultura *in vitro*	0,48	0,15	2,31*
Interacțiunea Genotip - *in vitro*	6,94***	10,35***	1,12
Masa a 1000 boabe			
Genotipul	21,79***	8,22***	6,38***
RAD	14,87***	5,18***	1,13*
Interacțiunea Genotip - RAD	4,20***	28,17***	36,00***
Genotipul	14,51***	34,63***	23,90***
Cultura *in vitro*	0,01	1,62*	5,77***
Interacțiunea Genotip - *in vitro*	4,79**	10,99***	11,68***

Notă: *, **, *** - diferențe semnificative pentru $P \leq 0,05; 0,01; 0,001$.

Acțiunea maximală a manifestat-o genotipul pentru indicii: *numărul de boabe per spic, greutatea boabelor, masa a 1000 de boabe* și a atins valori de la 3,94 – 34,63% în dependență de caracter și generație analizată. Cele mai înalte valori ale acestui indice au fost înregistrate pentru caracterul *masa a 1000 de boabe*, constituind 23,90 – 34,63% (SC_3 –SC_2).

Influența radiației a fost semnificativă în toate generațiile studiate și a atins valori de la 1,13 – 21,87%. Puterea de influență maximală fiind la somaclonele SC_1 pentru caracterul *numărul de boabe per spic* (21,87%) și *greutatea boabelor* (20,52%).

Interacțiunea genotipului cu radiația în dependență de caracter a înregistrat valori de la 3,64 – 36,00%. Puterea de influență maximală s-a atestat pentru caracterele: *masa a 1000 de boabe* (36,00%), *numărul de boabe per spic* (31,93%), fiind la generațiile SC_2 – SC_3. Interacțiunea genotipului cu cultura *in vitro*, a atins valori de la 4,79 – 15,87%, valorile cele mai mari s-au remarcat la *masa a 1000 de boabe* (11,68%) la somaclonele SC_3 și *numărul de boabe per spic* (15,87%) la somaclonele SC_1.

Rezultatele obținute evidențiază posibilitatea utilizării factorilor cercetați în extinderea diversității și variabilității genetice la triticale, date ce argumentează necesitatea utilizării somaclonelor în următoarele generații în vederea selectării genotipurilor cu caractere performante.

Concluzii

În rezultatul cercetării influenței culturii *in vitro* și a radiației gama asupra manifestării caracterelor ce țin de productivitatea plantei: numărul de boabe per spic, greutatea boabelor și masa a 1000 de boabe, s-a constatat variația semnificativă a valorilor coeficienților de variație la somaclonele a trei generații de triticale.

Cultura *in vitro* cât și radiația au cauzat modificarea coeficientului de variație a caracterelor cantitative la genotipurile luate în studiu, în comparație cu martorul. Puterea maximală este indusă de către radiația gama în prima generație (SC_1) pentru toate caracterele și o diminuare substanțială în generația a treia (SC_3).

Factorii luați în studiu reprezintă o sursă semnificativă de variație pentru triticale, puterea de influență a căruia este determinată de particularitățile genotipului. Acest fapt evidențiază posibilitatea utilizării culturii *in vitro* cât și a radiației gama în calitate de inductor al variabilității genotipice la plante.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului *011102* „Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Andronic, L. *Bazele citogenetice ale variabilității genetice la plantele de cultura în condiții de patogeneză virală*. Chişinău: Print - Caro, 2020, 236 p., ISBN 978-9975-56- 762-6.
2. Ciobanu, R. Variability of biomorphological and quantitative caracteristics of SC_1 somaclones of triticale induced by gamma rays and *in vitro* culture**.** In: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective:* simpozion şt. intern., 3-4 oct. 2022. Ed. a 6-a. Chişinău, 2022, pp. 47-49. ISBN 978-9975-159-81-4. DOI:10.53040/abap6.2022.15.
3. Ciobanu, R. Evaluarea variației somaclonale la plantele de triticale regenerate din embrioni maturi prin cultura *in vitro* și iradiere cu raze gama. In: *Studia Universitatis Moldaviae*, nr. 1, pp. 11-20, 2023 ISSN 1814-3237
4. Góral, H., Tyrka, M., Spiss, L. Assesing genetic variation to predict the breeding value of winter triticale cultivars and lines. In: Journal of Applied Genetics, 2005, vol. 46(2), pp. 125- 131. ISSN 2190-3883.
5. Hernández, M., Pedraza, S., Antonio, L., Gómez, S., Morales, G. Mutagenesis in the improvement of ornamental plants. In: Revista Chapingo. Serie Horticultura. 2019, vol. 25, pp. 151-167. ISSN 2007-4034.
6. Kenzhebayeva, S., Doktyrbay, G., Sarsu, F., Omirbekova, N., Abekova, A., Tashenev, D. Mutant resources of spring wheat to improve grain quality and morphology. In: Global Wheat Production. 2018, p. 250.

7. Krasimira, T., Bozhanova, V., Petrova, I. Variability, heritability and genetic advance of some grain quality traits and grain yield in durum wheat genotypes. In: Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019, vol. 25(2), pp. 288-295. ISSN 2534-983X (online).
8. María De La Luz, R., Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Posadas, L. Use of gamma radiation for the genetic improvement of underutilized plant varieties. In: Plants (Basel). 2022, vol. 11(9), p. 1161. ISSN 2223-7747.
9. Mergoum, M., Sapkota, S., Naraghi, S., Pirseyedi, S., Alamri, M., Abuhamma, W. Triticale (x Triticosecale Wittmack) Breeding. USA: Springer International Publishing, 2019, 451 p. DOI: 10.1007/978-3-03023108-8_11.
10. Rastogi, J., Siddhant, Bubber P., Sharma, B. Somaclonal variation: a new dimension for sugarcane improvement. In: GERF Bulletin of Biosciences. 2015, vol. 6(1), pp. 5-10. ISSN 2229-6433.
11. Sao, R., Sahu, P., Patel, R., Das, B., Jankuloski, L., Sharma, D. Genetic improvement in plant architecture, maturity duration and agronomic traits of three traditional rice landraces through gamma ray - based induced mutagenesis. In: Plants. 2022, vol. 11, p. 3448. ISSN 2223-7747.
12. Zimny, J. And Bednarek, P. Tissue culture - induced genetic and epigenetic variation in triticale (*Triticosecale* spp. Wittmack ex A. Camus 1927) regenerants. In: *Plant Molecular Biology*. 2015, vol. 89(3), pp. 279-292. ISSN15735028.
13. Zulfiqar, S., Ishfaq, S., Ikram, M., Nawaz, M., Rahman, M. Characterization of gamma – rays – induced spring wheat mutants for morphological and quality traits through multivariate and GT Bi - Plot analysis. In: *Agronomy*. 2021, vol. 11(11), p. 2288. ISSN 2073-4395.

UDC: 632.112:633.15 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.10

SELECTION OF RESISTANT MAIZE GENOTYPES UNDER SALT STRESS AND DROUGHT CONDITIONS

Climenco Oxana
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0001-5223-6208, e-mail: oxana.climenco@igfpp.md

Summary. The variability of the characters "seedling length" and "root length" at the initial stages of plant development depended significantly on the factors "genotype", "abiotic stress" and on the interaction "genotype x stress". The effect of the factor "genotype" was at a high level for the characters "number of branches in the panicle" and "panicle length". The values of the effect of the factor "genotype" for the characters "number of rows per cob" and "number of grains per row" were at an average level. Under osmotic stress conditions only two hybrids with the maternal line L1866 had the relatively high values of the «pollen grain diameter» character. Under saline stress conditions, the effects of both the "stress" factor and the "genotype x stress" interaction were significant. The highest values of the studied character demonstrated hybrids with paternal genotypes lines B73 and W23.

Key words: maize, NaCl stress, drought, stress resistance, male gametophyte.

Introduction

Currently, the main objective of corn breeding under climate change conditions is to improve drought resistance [1]. Resistance genes to environmental factors have been identified in maize [2]. Some researchers note the importance of many breeding criteria for drought resistance [3]. Malenica et al presented genetic approaches to improve tolerance to multiple stresses [4]. Gemonic regions associated with salt stress tolerance have been determined [5]. Resistance genes to abiotic stress factors have been identified in maize seedlings [6]. Ling Lei et al demonstrated that *ZmPMP3g* gene expression has an important role in drought tolerance of corn, improving root growth, antioxidant capacity and regulation of intracellular osmotic pressure [7]. Taking into account mentioned above 3 objectives of this study were formulated:

- to estimate the variability and heritability of salinity and drought resistance characters during the initial period of growth and development of corn plants
- to analyze the resistance of genotypes at the first stages of ontogenesis and at the male gametophyte level
- to select resistant genotypes with high values of productivity characters.

Material and methods

Inbred lines (28 genotypes P101, P502, MK01, P523, B73, Mo17, W23, N6, P165, XL12, P346wx1wx1, Rf7, W47, 092, M11, A239, L276, 4nW23, A285, L1866, L459, MK390, MK159, P346, L1362, Co125, F2, P343), hybrids (15 genotypes) including 10 hybrid genotypes obtained by the gametic selection method were grown in field conditions. In laboratory conditions, sodium chloride solutions (in concentrations up to 15%) and osmotic solutions (with osmotic pressure values up to 10,5 MPa) were used to determine the resistance to salinity and drought. At the initial stages of plant development under abiotic stress conditions were estimated: the frequency of seed germination, the length of seedlings , roots and the number of roots. With the use of immature (16-21 days after polinization) embryos under stress conditions the variability of the characters "seedling length" and "root length" was used for the analysis of resistance. At the haploid level the variability of “pollen grain diameter" character was studied. The characters "number of rows per

cob", "number of grains per row", "panicle length", "number of branches in the panicle" were also evaluated. The values of the trait "pollen grain diameter" (in eyepiece micrometer units) were determined using the ocular micrometer MOB-1-15x). The experiments were carried out according to the schemes of one- and two-factor analysis of variance. Statistical processing (ANOVA) of data was performed using STATISTICA 7 software.

Rezults and discussions

The bifactorial dispersion analysis of the variability of the resistance characters of the studied genotypes (inbred lines and hybrids) of corn at the initial stages of plant development demonstrated (table 1) that the lines were characterized by higher values of the effects of both "genotype" factors , "abiotic stresses (drought and salinity)" as well as the interaction of the factors "genotype"x"abiotic stresses" compared to hybrids. The values of the effect of the "genotype" factor for the variability of the characters "seedling length" and "root length" (inbred lines) were practically equal. In hybrids, the values of the effect of both the factor "genotype" and the interaction "genotype"x"abiotic stresses" proved to be two times higher for the character "root length".

Table 1

Results of the bifactorial dispersion analysis of the variability of the resistance characters

Character	Hybrids F_1			Inbred lines		
	η^2 %	Effect Size (η^2_p)	R^2	η^2 %	Effect size (η^2_p)	R^2
Seedling length	Genotype 11,6*	0,135**	0,51**	51,1***	0,71***	0,88***
	Stresses 4,48*	0,057*		9,2***	0,29***	
	Genotype x stresses 9,72*	0,116*		17.9***	0,45***	
Root length	Genotype 21,22**	0,28***	0,68***	45,2***	0,69***	0,89***
	Stresses 4,7**	0,08**		11,9***	0,37***	
	Genotype x Stresses 20,1***	0,27***		22,8***	0,53***	

** - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.*

The hybrids with the parental line N6 demonstrated the highest average indexes of the characters "seedling length (3.29 cm) and "root length" (3.1 cm). In lines and hybrids (table 2) the coefficients of correlation, regression and determination of the studied traits under conditions of osmotic stress were higher than similar indicators under NaCl stress. The lowest values of correlation and regression coefficients were registrated in hybrids under salt stress conditions.

The immature embryos of the hybrids with the parental line L1866 (2 genotypes) demonstrated relatively high indexes of the "seedling length" and "root length" characters. Also, these characters correlated significantly positively at the average level with the regression coefficient b_{yx}=1.36***.

Table 2

The results of correlation and regression analysis

Characters	Osmotic stress		NaCl stress	
	Seedling length , lines	Root length, lines	Seedling length, lines	Root length ,lines
Seedling length , lines	-	r = 0,9056*** b_{yx}=1,0425***	-	r =0,7023*** b_{yx}=0,5235***
Root length, lines	r^2 =0,8201*** b_{xy}=0,7867***	-	r^2 =0,4932*** b_{xy}= 0,9422***	-
Characters	Seedling length , hybrids	Root length,hybrids	Seedling length, hybrids	Root length,hybrids
Seedling length, hybrids	-	r =0,6795*** b_{yx}=0,8538***	-	r =0,3834*** b_{yx}=0,2957***
Root length,hybrids	r^2 =0,4617*** b_{xy}=0,5407***	-	r^2 =0,147*** b_{xy}=0,4973***	-

***- *p<0,001*

The significant and approximately equal effects of the factors "genotype" and "abiotic stresses (drought and salinity) on the germination capacity of immature embryos were established (table 3).

Table 3

The results of two-factor ANOVA and correlation , regression analysis

Germination (%)	MS	F	Effect size	R^2	Coefficients of correlation, regression, determination		
Genotype A	1426,6	46,6	0,91***	0,983***	Osmotic Stress	Seedling length	Root length
Stresses B	12563,7	410	0,91***		Seedling length	-	r =0,64*** b_{yx} =0,305***
AxB	9878,2	35,8	0,88***		Root length	r^2=0,41*** b_{xy}=1,4***	-

***- *p<0,001*

The analysis of productivity characters demonstrated that the effect of the "genotype" factor was at a high level (ηp=0.66***-0.87***) and the highest values were recorded in hybrids with parental lines A285, N6.

At the halpoid level (Fig.2), the value of the effect of the "abiotic stresses" factor was 6 times higher than the value of the effect of the "genotype" factor. Under stress conditions, the

average values (143.1 and 144.7 un.oc.mic.) of the character "diameter of the pollen grain" yielded significantly to the average value in the control variant (164.8 un.oc.mic.). The value of the heritability coefficient of the parental line L1866 under saline stress conditions was low (0.1133*). It was established that the correlation of the "pollen grain diameter" character values in the stress variants was significant, positive, weak (r =0.12*).

Table 4

The results of two-factor ANOVA

	MS	F	Effect size	R^2	Pollen grains diameter (un.oc.mic)			
					genotype	control	osmotic stress	stress NaCl
Factors: Genotype	322	2,66	0,08***	0,73***	19(2)	168,5	134,5	124
					29(2)	189,5	143	127
					su_2	190	160	154
Abiotic stresses	24206	199	0,48***		L1866	173	157	142
					29(2)	178,5	148	145
					30(1)	168	144	157
Factors: genotype	302	2,5	0,114**	0,74***	33(1)	179	140	150
					46(1)	184	156	140
					35(1)	170	159	156
Osmotic stress	35343	289	0,5***		14	184	153	156
					26(2)	160	157	139
					7(4)	182	153	162
Factors: stress NaCl	37249	290	0,5***	0,73***	4(2)	176	152	144
					5(2)	174	153	148
Genotype x stress NaCl	224	1,75	0,08*		18(2)	177	138	127
					15(1)	172,5	159,5	111

**** - p<0.001 un.oc.mic. - units of ocular micrometer*

Conclusions

The variability of the characters "seedling length" and "root length" at the initial stages of plant development depended significantly on the factors "genotype", "abiotic stress" and on the interaction "genotype x stress". Inbred lines were characterized by higher values of the influence of the studied factors compared to hybrids. Likewise, the effects of both the "stress" factor and the "genotype x stress" interaction for the "root length" character were higher than the similar values for the "seedling length" character. In hybrids, the effect values of both the "genotype" factor and the "genotype x stress" interaction proved to be twice as high for the character "root length" and the effect values were approximately equal.

In conditions of saline and osmotic stress, inbred lines were characterized by higher values of the correlation and regression coefficients of the studied characters. Correlation links in hybrids were two times weaker under saline stress conditions compared to the values of correlation coefficients under osmotic stress conditions. The analysis of the frequency of the character "germination capacity of immature embryos" demonstrated that the values of the effects of the factors "genotype", "stress" and the interaction "genotype x stress" were significant and approximately equal. The variability of the "seedling length" and "root length" characters under osmotic stress conditions was significantly determined by the "genotype" factor, but for the "root length" character the effect value was found to be higher.

The "saline stress" factor determined low values of the characters "seedling length" and "root length" compared to similar values under osmotic stress conditions. It should be mentioned that the effect of the factor "genotype" was at a high level for the characters "number of branches in the panicle" and "panicle length". The values of the effect of the factor "genotype" for the characters "number of rows per cob" and "number of grains per row" were at an average level. The highest indices of productivity characters were recorded in hybrids with parental lines A285 and N6.

The study of the variability of the "pollen grain diameter" values only under osmotic stress conditions demonstrated that the value of the effect of the "stress" factor was 5 times higher than the value of the effect of the "genotype" factor. Only two hybrids with the maternal line L1866 had the relatively high values of the studied character. Under saline stress conditions, the effects of both the "stress" factor and the "genotype x stress" interaction were significant. The value of the effect of the "stress" factor was 6 times higher compared to the value of the effect of the interaction of the factors. The highest values of the studied character demonstrated hybrids with paternal genotypes lines B73 and W23.

Acknowledgments. Research was carried out within the research subprogram 011102 „*Increasing and conservation genetic diversity, agricultural crop breeding in the context of climate change*”**,** financed by the Ministry of Education and Research of the RM.

References

1. Kim, K.-H.; Lee, B.-M. Effects of Climate Change and Drought Tolerance on Maize Growth. *Plants* 2023, 12, 3548, 1-18. https://doi.org/10.3390/plants12203548
2. Yunbi, X.; Feng, Q.;, Chengcai, C.; Rajeev, K. Abiotic stress tolerance: Genetics, genomics, and breeding. *The Crop Journal*, 2023. 1-6. https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.07.002
3. Sheoran, S.; Kaur, Y.; Kumar, S.; Shukla, S.; Rakshit, S.; Kumar, R. Recent Advances for Drought Stress Tolerance in Maize (Zea maysL.): Present Status and Future Prospects.Front. *Plant Sci*. 2022, 13:872566, 1-18. doi: 10.3389/fpls.2022.872566
4. Nenad, M.; Jasenka, A. D.; Lovro, V.; Vera, C.; Domagoj, Š. Genetic Approaches to Enhance Multiple Stress Tolerance in Maize. *Genes* 2021, 12, 1760. https://doi.org/10.3390/genes12111760
5. Zaidi, P.H.; Shahid, M.; Seetharam, K.; Vinayan, M.T. Genomic Regions Associated With Salinity Stress Tolerance in Tropical Maize (Zea Mays L.). *Front. Plant Sci.* 2022, 13:869270, 1-9. doi: 10.3389/fpls.2022.869270
6. Pengcheng, L.; Wei, C.; Huimin, F.; et al. Transcriptomic profiling of the Maize (*Zea mays* L.) leaf response to abiotic stresses at the seedling stage. *Frontiers în Plant Science.* 2017, **8**, 1-10. doi – https//doi.org/10.3389fpls.2017.00290
7. Ling, L.; Hong, P.; Hai,-Y.; Xian,-W.; Zhen,-B.; You, Z. Characterization of ZmPMP3g function in drought tolerance of maize. *Scientific Reports* 2023, 13:7375, 1-15. *https://doi.org/10.1038/s41598-023-32989-4*

UDC: 631.811.98 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.11

PHENOTYPIC PLASTICITY AND PLANT RESISTANCE TO ABIOTIC STRESS

Dascaliuc Alexandru*, Jelev Natalia, Ralea Tudor
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
***** *https://orcid.org/0000-0003-3210-6144, e-mail: alexandru.dascaliuc@sti.usm.md*

Summary. The phenotypic plasticity of cultivated plants exceeds that characteristic of spontaneous plants. Concerning this, the question arises as to why a commensurate level of genome volume did not accompany the high level of crop plant phenotype changes. More and more data are emerging, demonstrating that, due to the rapid activation of phylogenetic adaptation systems stored in the genome, phenotypic plasticity generates non-random adaptation changes. We present the results of assessing the resistance of plants to the action of extreme temperatures and the influence of the biostimulator *Reglalg* on the viability, resistance, plasticity, and productivity of wheat and pedunculated oak plants.

Keywords: wheat, oak, phenotypic plasticity, resistance to extreme temperatures, productivity

Introduction

Charles Darwin [1] stated that in different species, phenotypic variation is generated randomly, and natural selection chooses the most adapted forms. After discovering the molecular mechanisms of heredity, the idea was launched that genetic mutations represent the main source for selection of the variability, which manifests itself over generations [2]. Links between phenotypic variation, genetic variation, and adaptive evolution have been highlighted. Current research demonstrates that phenotypic variation, induced by environmental conditions, through phenotypic plasticity, is subject to selection, thus expanding the ways of adaptation in ontogenesis and evolution [3, 4]. These arguments were important for recognizing that not all variations are randomly generated, a view that covered a gap that hampered the understanding of the unfolding of the adaptation processes of organisms in ontogeny and evolution.

Plasticity manifests as a reaction norm in populations and lines of clones obtained from the population [5]. The plastic response can be appreciated by analyzing the course of development, which is an important source for selection. Thus, random mutations and changes in reaction norms induced by environmental conditions serve as a source for selection and evolution, both sources of variation being involved in natural and artificial selection. This concept has not been extensively analyzed concerning artificial selection, or the influence of biostimulants (BS) on plant viability, adaptive capacity, and productivity. Even in the definition of phenotypic plasticity through the ability of a genotype to respond to environmental conditions due to the formation of variable phenotypes, only the property of genes is emphasized, without mentioning the importance of the specific influence of developmental processes on plasticity. The joint analysis of these characteristics would allow the appreciation of the influence of phenotypic variability on ontogenesis and evolution, a view supported by data that demonstrate that developmental processes in ontogenesis can be influenced not only by genotype but also by transgenerational effects, transduced from predecessors. They can modify the reaction norms, including the plastic response [4, 5]. Moreover, developmental systems are modifying the influences of genetic mutations on the phenotype, as the adaptation mode of biological systems varies depending on the interactions between signaling pathways encoded in different genes. The interactions between different developmental systems, being functionally redundant, channel the phenotypic variations towards a similar result [6]. The random influence of genetic mutations, and the non-random ones of

developmental processes, on phenotypic plasticity causes distortions in development, since only some of the non-random variations of developmental systems, generated by mutations, can be adaptive. In this article, we present the results of the influence of BS *Reglalg* [7] on the phenotypic plasticity of wheat and pedunculated oak genotypes that beneficially influence viability, resistance to abiotic stress factors, and plant productivity.

Materials and methods

The experiments were carried out over several years in the laboratories and the experimental field of the Institute of Genetics, Physiology, and Protection of Plants, applying the methods described in [8]. Experimental results were statistically analyzed, determining the mean, standard deviation, and validity of differences between means obtained in at least three experiments [9].

Results and discussions

To evaluate the resistance of different wheat genotypes to the action of extreme temperatures, as well as their level of phenotypic plasticity, we studied different doses of *heat shock* (HS), or *negative temperature shock* (NTS), influence on the germination of seeds of different wheat genotypes in the control variants (seeds moistened in water) and those in the experimental variants (seeds moistened in solution containing BS *Reglalg*) [10, 11]. As a result, the doses of exposure to HS or NTS were determined which gave the possibility to separate the wheat genotypes according to the primary resistance to the action of extreme temperatures. The data obtained are presented in Figure 1. The presented data demonstrate that wheat genotypes differ in their primary resistance to HS, and pre-treatment of seeds with BS *Reglalg* provides increased resistance. Depending on the genotype, the percentage of seed germination in the experimental variants increased by 5.3 – 20 %. The beneficial effect of pre-treatment of the seeds with BS *Reglalg* was all the more significant, the lower the primary resistance of the genotype.

Taking into account the fact that, after exposure to HS, in the control version the percentage of seed germination of the most sensitive genotype (genotype 372) was quite high (32%), in the research on the influence of NTS, for exposure we chose the dose that inhibited seed germination of the most sensitive genotypes (genotypes 160 and 466, figure 1 B). We observe that, quantitatively, the treatment with BS *Reglalg* showed the most pronounced beneficial effect on the seeds of the genotypes, whose germination inhibition after exposure to NTS, in the control variant, was moderate (between 40 and 60%). From this, it follows that the maximum beneficial effect of treating seeds with the BS *Reglalg* solution on the resistance to the HS or NTS dose can be achieved in all genotypes, but only after their exposure to doses that are specific for each genotype; which in the control variant inhibits seed germination up to 40 - 60 %.

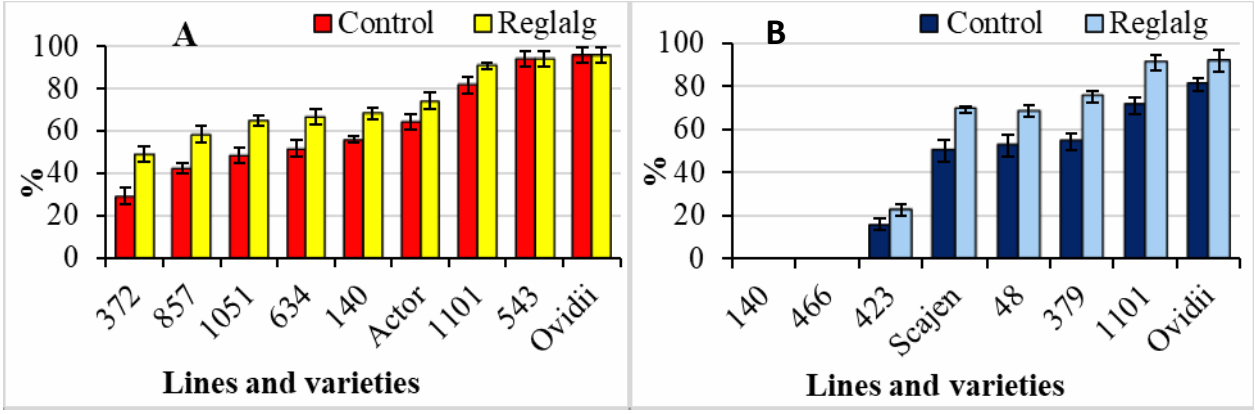


Figure 1. Change in the germination capacity of the different wheat genotypes seeds treated with water, or solution of BS *Reglalg* diluted with water in ratio (1/200), then exposed to HS (+50ºC for 30 minutes - A) or NTS (-7ºC for 8 hours - B)

To analyze the later effects of seed treatment with BS *Reglalg* on the physiological state of the obtained plants, samples of plants that passed the second stage of frost hardening during the winter were taken from the experimental field. Plants were exposed at -12^{o}C, for 8 hours, to NTS. Later, after cutting them at the first internode level, the plants were incubated in favorable conditions to initiate adventitious roots. The assessment of plant resistance was carried out based on the determination of the percentage of plants in which, during 7 days after exposure to NTS, adventitious roots were formed from the tillering node (Figure 2). The obtained data demonstrate that after the second hardening phase, in the variants in which the seeds were not exposed to NTS, the percentage of plants that formed adventitious (coronals) roots reached the maximum possible value, 100%. At the same time, regardless of the variety, after exposure to NTS, the ability of plants obtained from seeds treated with BS *Reglalg* to form adventitious roots tended to be higher compared to that characteristic for plants obtained from seeds moistened in water. Kuialnik cultivar plants showed a higher resistance to NTS than the Moldova 5 and Missia cultivars. Together, the previously presented data suggest that plants of the Kuialnik variety are more resistant to NTS than those of the other two varieties, and treating the seeds before sowing with BS *Reglalg* ensures the increase of the adaptive capacity of the obtained plants to the action of negative temperatures.

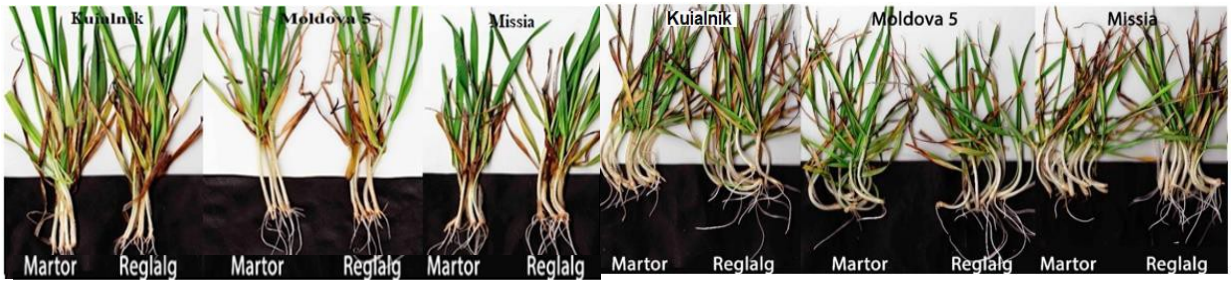


Figure 2. The influence of NTS, applied by exposure to -12^{o}C for 8 hours, on the plants after the second phase of hardening of the wheat varieties Kuialnik, Moldova 5, and Missia, obtained from the seeds treated with water before sowing, or with a solution of BS *Reglalg* diluted with water in a ratio of 1/200 about the percentage of formation of adventitious roots in plants cut at the level of the first internode

Another important parameter that determines the influence of extreme temperatures on wheat plants is the level of location of the tillering node in the soil. It is well known that in the upper layers of the soil, during the winter the temperature increases proportionally with the depth of the soil [12].

Table 1

Epicotyl length of wheat cultivars plants obtained from seeds treated before sowing with water or BS Reglalg solution

Variety	Variant	Epicotyl length, $\bar{x}$ *(cm)*± *DS*	Δ	CV	p	δ
Moldova 5	Control	3.12 ± 0.28	0.08	9.03	-	-
	Reglalg 1/200	1.35 ± 0.27	0.08	20.34	0.00E-01	56.7
Kuialnik	Control	4.25 ± 0.16	0.05	3.86	-	-
	Reglalg 1/200	2.58 ± 0.21	0.06	7.96	0.00E-01	39.3
Missia	Control	2.89 ± 0.41	0.11	14.13	-	-
	Reglalg 1/200	1.74 ± 0.44	0.12	25.05	1.39E-24	39.8

Analyzing the data presented in Table 1, we can mention that in the plants obtained from the seeds treated with BS *Reglalg*, regardless of the variety, the epicotyl (first internode) length is 1.15 – 1.67 cm lower than that of the control plants. Due to this, in the experimental plants, the tillering node is located deeper in the soil, which during the snowless winters causes the temperature increase in these soil layers up to 5.2 – 7.5ºC. As a result, the plants in the experimental variants are better protected from the action of extreme temperatures during the winter.

The previously presented data suggest that wheat plants obtained from seeds treated with BS *Reglalg* show increased vigor and the ability to adapt to stress factors throughout the growing season due to the induction of phenotypic plasticity. Considering this, we studied the influence of seed treatment with BS *Reglalg* on the productivity of different wheat cultivars. In Table 2 we present the results obtained on the experimental field of the IGFPP in 2016, for the wheat varieties Moldova 5, Kuialnik, and Missia. They demonstrate that from plants grown from seeds treated with BS *Reglalg* solution, potential productivity, recalculated for one hectare equal to 48, 58, and 56 q/ha was obtained, respectively. On the control plot, the yield was equal to 41, 50, and 51 q/ha, respectively. Therefore, the recalculated yield was 7, 8, and 5 q/ha in favor of the plants obtained from the seeds treated with BS *Reglalg.*

Table 2

The productivity indices of different wheat varieties plants, cultivated from the seeds treated with water, or with a solution of BS *Reglalg* diluted with water in a ratio of 1/200, and grown on the experimental field of the IGFPP in 2015 – 2016

Variety	Variant	The number of ears per m^2 $\bar{x} \pm DS$	No. of caryopsis in the ear $\bar{x} \pm DS$	The mass of caryopses per ear, g $\bar{x}$ (g) $\pm DS$	The mass of 1000 caryopses, g $\bar{x}$ (g) $\pm DS$	Calculated harvest $\bar{x}$ (q/ha) $\pm DS$	CV
Moldova 5	Control	353±52	32.3±1.7	1.17±0.09	36.3±1.0	41±0.49	13.1
	Reglalg	387±38	33.7±1.1	1.24±0.03	36.7±0.5	48±0.31	9.3
	p	0,179	0.088	0.089	0.289	0.025	
	δ	9,6	4.3	6	1.1	17.1	
Kuialnik	Control	366±39	37.1±1.0	1.38±0.05	37.2±0.8	50 ±0.46	9.1
	Reglalg	403±45	38.0±1.4	1.44±0.09	37.8±0.7	58±0.60	10.4
	p	0.087	0.143	0.108	0.164	0.011	
	δ	10,1	2.4	4.4	1.6	16	
Missia	Control	407±21	34.0±1.4	1.28±0.08	36.7±0.5	51±0.19	4.1
	Reglalg	425±25	35.2±2.2	1.32±0.09	37.3±0.8	56±0.42	6.0
	p	1.00	0.65	0.06	0.65	0.41	
	δ	4.4	3.5	3.1	1.6	9.8	

The results of the experiments presented above suggest that the extension of phenotypic plasticity by BS *Reglalg* is preserved throughout the ontogeny of hexaploid wheat plants, which are a monocotyledonous field plant species. Concerning these results, it was important to determine whether similar effects would be obtained in perennial, dicotyledonous plants. We provided research with the pedunculated oak (*Quercus robur* L.). The plants were obtained from acorns treated with water, before placement for germination, or with a solution of BS *Reglalg*.

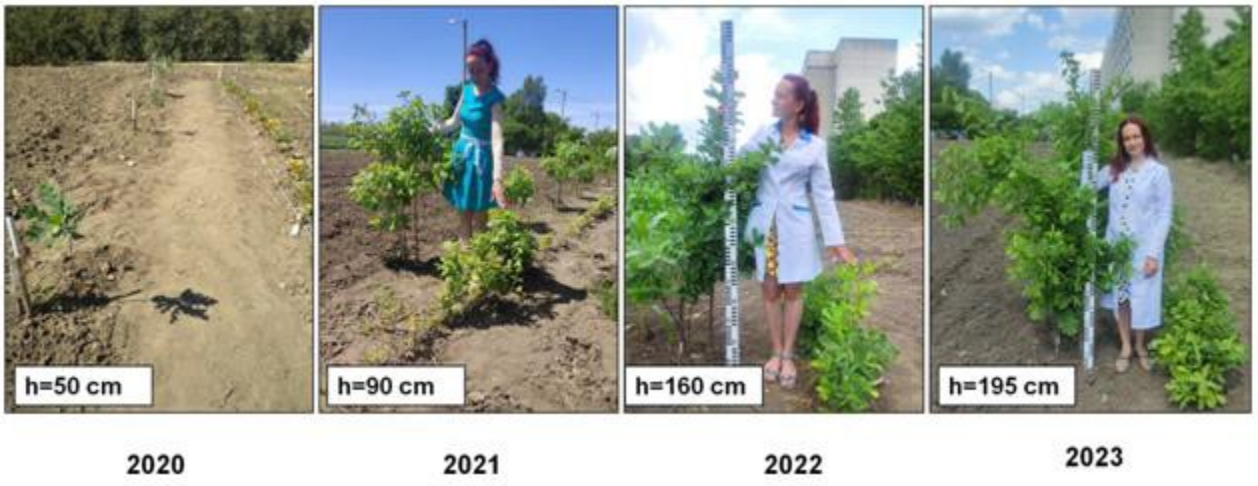


Figure 3. Images of oak seedlings in the first, second, third, and fourth years of growth (2020, 2021, 2022, and 2023) obtained from acorns sown in the field in autumn 2019 (left-hand on each year photos) and from the seedlings obtained and cultivated from November 2019 until May 2020 in artificially created conditions (right-hand on each year photos), then in May 2020 transplanted in the field

The photographs presented in Figure 3, as well as the data in Table 3, demonstrate that in the first four years of life, oak plants obtained from acorns soaked in BS *Reglalg* solution, and subsequently plants treated with BS *Reglalg* solution twice during the active annual vegetation, grew faster compared to the growth detected at plants from the control variant (acorn and plants were treated with water).

The data, included in Table 3, indicate that the experimental plants' annual growth in height, and their trunk growth in diameter, on average, were respectively 5.7 and 5.2 times higher than those of control plants. It follows that the beneficial influence of BS *Reglalg* on the phenotypic plasticity and vigor of pedunculated oak plants has manifested over four years.

Table 3

Dynamics of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings growth in the first 4 years of the growing season on the experimental field of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU

Year	Trunk height, cm		Trunk diameter, mm	
	Classic method	Laboratory method	Classic method	Laboratory method
2020	7 ± 1.32	52 ± 3.23	1 ± 0.01	7 ± 1.32
2021	19 ± 1.05	95 ± 2.92	4 ± 0.03	19 ± 1.05
2022	24 ± 2.12	120 ± 4.12	5 ± 0.03	24 ± 2.12
2023	31 ± 1.98	176 ± 3.98	6 ± 0.02	31 ± 1.98

The optimization of plant selection and cultivation methods largely depends on the knowledge of ways to increase the performance of organisms under heterogeneous environmental conditions. Because variation in the functional characteristics of organisms is influenced by mutation (largely

random) and phenotypic plasticity (largely non-random), knowledge of the relative role of these groups of characteristics as providers of variation that determine genotype specificity is essential for the successful use of the genotype in agriculture. An important aspect consists of exploring the perspectives of applying biostimulators to treat plants to manifest their adaptive capacity due to the expression of the genotype predominantly non-random adaptive plasticity potential. The development systems, dependent on the manifestation of phenotypic plasticity, reflect the selection paths and the evolutionary history of the genotype, therefore, they specifically channel the responses available to environmental factors, and biostimulators accelerate and reduce the energy and material costs allocated to plants for these adaptations. Finally, the mentioned processes ensure the increase of vigor and productive capacity of the corresponding plants to the adaptive potential of the genotype and the specific cultivation conditions.

Conclusions

For the seeds of different wheat genotypes, well prepared for germination, a specific dose of HS, or NTS, can be established, the application of which makes it possible to separate the genotypes according to their primary resistance to the action of high or negative temperatures, determining the percentage of seed germination.

Treatment of the seeds before sowing with the solution of BS *Reglalg*, diluted with water in the ratio of 1/200 ensures the increase of their resistance, the maximum protective effect being highlighted for the wheat genotypes, in which, following exposure to the specified dose of HS or NTS, the germination of the seeds from the control variant reached 40 - 60%.

The maximum protective effect of seed treatment with BS *Reglalg* can be achieved for each wheat genotype provided that the dose of HS, or NTS, applied to the seeds of the control variant, will ensure the germination of only 40-60% of the seeds.

Treating the seeds of different varieties of wheat with a solution of BS *Reglalg* ensures the increase of the viability and resistance of the plants to extreme temperatures during the entire period of ontogenesis, which ultimately leads to increasing of the productivity of the wheat plants, depending on the variety, by 10 - 17%.

BS *Reglalg* showed beneficial effects following the treatment of pedunculated oak acorns before sowing, confirmed by the fact that in the first four years of cultivation the average annual growth rate in height and diameter of the experimental plants, compared to those in the control variant, increased by 5.7 and 5.2 times, respectively.

In common, the data obtained demonstrate that the treatment of wheat seeds, or oak acorns, with BS *Reglalg* before germination ensures the induction of adaptation processes starting from the germination phase, which assures the rapid development of phenotypic plasticity and plant adaptation to the factors of heat stress.

Acknowledgments. The research was carried out within the State Program Project 20.80009.7007.07 *„Determination of the parameters that characterize the resistance of plants with different levels of organization to the action of extreme temperatures to reduce the effects of climate change*" and subprogram 011101 *„Genetic and biotechnological approaches to the management of agroecosystems under climate change conditions*", funded by the Ministry of Education and Research or the RM.

References

1. Darwin, C. *On the origin of species by means of natural selection or preservation of favored races in the struggle for life*. London, UK: John Murray. Ed. by W. Clowes and Soms, Stamford Street, and Charing Cross, 1859, 504 p.
2. Mayr, E. The objects of selection. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 1997, vol. 94, nr. 6, p. 2091–2094. DOI.org/10.1073/pnas.94.6.2091

3. Sultan, S. E. Organism and environment: ecological development, niche construction, and adaptation, Oxford, UK: Oxford University Press.2015, 348 p. ISBN: 9780199587063
4. Bailey, S. F., Rodrigue, N., Kassen, R. The effect of selection environment on the probability of parallel evolution. In: *Molecular Biology and Evolution*. 2015, vol. 32, nr. 6, p. 1436–1448. DOI.101093/molbev/msv033
5. Pigliucci, M. Genetic variance-covariance matrices: A critique of the evolutionary quantitative genetics research program. In: *Biology and Philosophy*. 2006, vol. 21, p. 1–23. DOI 10.1007/s10539-005-0399
6. Moczek, A. P., Sears, K. E., Stollewerk, A. et al. The significance and scope of evolutionary developmental biology: A vision for the 21st century. In: *Evolution & Development*. 2015, vol. 17, nr. 3, p. 198-219. DOI:10.1111/ede.12125.
7. Dascaliuc, A. *Use of the Biostimulator Reglalg 1in Agriculture*. Chișinau. 2022, 26 p. ISBN 978-9975-165-55-6.
8. Jelev N., Zdioruc N., Ralea T., Platovschii A. *Metode de apreciere și modificare a rezistenței genotipurilor de grâu (Triticum aestivum L.) la acțiunea temperaturilor extreme*. Chişinău: [Editura USM], 2023. – 45 p. ISBN 978-9975-62-622-4.
9. Clewer, A., Scarisbrick, D. *Practical statistics and experimental design for plant crop science*. Chichester, New York: John Wiley & Sons, LTD. 2001. 346 p. ISBN: 978-0-471-89909-9.
10. Jelev, N., Zdioruk, N., Ralea, T., Gorea, A., Dascaliuc, A. Aprecierea accelerată a termotoleranței genotipurilor de grâu în baza specificului influenței șocului termic asupra germinării semințelor. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții*. 2015, vol. 327, nr. 3, pp. 60-66. ISSN 1857-064X. http://bsl.asm.md/article/id/40965.
11. Jelev, N., Ralea, T., Dascaliuc, A. Methods of accelerated distribution of winter wheat varieties and lines by their primary resistance to extreme temperatures. In: *Acta Scientific Agriculture*. 2023, vol. 7, no. 10, pp. 11-17. ISSN: 2581-365X. IF:1.014.
12. Ponomarev, V. *Povysheniye zimostoykosti ozimoy pshenitsy*. Moskva: 1975, 30 p.

UDC: 632.4:635.64 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.12

IDENTIFICATION OF MYCOTOXIN-PRODUCING SPECIES OF FUSARIUM IN TOMATO ONTOGENESIS

Deaghileva Angela
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0003-3659-2450,e-mail: angela.deaghileva@sti.usm.md

Summary. The results of molecular identification of toxigenic *Fusarium spp*. in local tomato varieties at some vegetative phases are presented. *F. oxysporum, F. verticillioides, F. proliferatum, F. avenaceum, F. equiseti, F. solani* were found at different stages of tomato development. Sequences of FUM gene cluster involved in the synthesis of Fumonisin B1 and Polyketide synthase (PKS13) gene sequences involved in the synthesis of Zearalenone were revealed in some tomato varieties infected by certain toxigenic *Fusarium* species.

Keywords: PCR, tomato, *Fusarium,* mycotoxin gene clusters.

Introduction

Numerous species of the genus *Fusarium* are able to colonize a wide range of agricultural crops, including tomatoes. This is one of the most economically important genera due to the high pathogenic activity of its representatives. The phytotoxic effect of *Fusarium* leads to suppression of seed germination and plant growth, causing massive tissue necrosis, chlorosis, wilting, stem and root rot. [2]. Ultimately, there is a high risk of crop loss in tomato production, up to 80% depending on the region. [6]. Some *Fusarium* species, before colonizing tissues, produce a wide range of toxigenic compounds - mycotoxins, which weaken plants and cause suppression of immune responses [7]. In addition, mycotoxins contaminate food and feed products, reducing their quality, and have a negative impact on humans and livestock health [3]. *Fusarium spp.* can potentially contaminate tomato products with certain mycotoxins, which has attracted considerable interest due to the increasing frequency of their detection [5]. The most dangerous among them are fumonisins (FUM), deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEN) [1, 6]. Successful tomato production largely depends on the timely and exact identification of toxigenic species which represent a risk of potential mycotoxin accumulation in the final product. Information on toxigenic *Fusarium* species affecting tomato is needed for the development of better disease management strategies, including plant breeding.

The aim of the study was to reveal toxigenic *Fusarium* species – producers of mycotoxins that infect tomato plants at different phases of development. Molecular analysis was performed using nested-PCR assay and a set of species-specific primers for identification of *Fusarium spp.* and associated sequences from the Fumonisin biosynthetic (FUM) gene cluster, Trichothecene biosynthetic (TRI) gene cluster and Polyketide synthase (PKS13) genes.

Materials and methods

In the study plants of three tomato varieties – ′Cerasus′, ′Elvira′ and ′Deșteptarea′ (selection of IGFPP) were used. Throughout the vegetative season, mixed leaf samples from 12-15 asymptomatic plants of each variety were collected. Identification of *Fusarium* pathogens was carried out in seeding material, leaves collected at different stages of plant development (early growth, vegetative growth, flowering, fruits formation and growth) and in fruits at the stage of biological maturity. The leaves and fruits were thoroughly washed from soil before DNA extraction and grinded. Total DNA was extracted from 0,5 g of plant material according to the combination of

several protocols from ISO 21570(2005) (https://www.iso.org) and used at once for nested-PCR analysis.

A set of home-designed primers for *Fusarium* spp. detection was created based on species-specific regions of translation elongation factor 1-alpha (tef1) gene sequences of *F. verticillioides, F. oxysporum, F. pseudograminearum, F. solani, F. avenaceum, F. culmorum,* beta-tubulin (tub2) gene sequences of *F. equiseti, F. sporotrichioides,* oxygenase (fum6) gene sequences of *F. proliferatum,* and RNA polymerase II subunit (RPB2) gene of *F. nivale* from NCBI nucleotide collection presented in GenBank database using primer designing tool. Identification of the genes associated with the synthesis of fumanisin and zearalenone carried out using species-specific primers to sequences of the fumonisin biosynthetic (FUM) gene cluster and polyketide synthase (PKS13) genes.

PCR was performed in a 25 µl mix containing 66 mM Tris-HCl (pH 8.4), 16 mM $(NH_4)_2SO_4$, 2,5 mM $MgCl_2$, 0,1% Tween 20, 7% glycerol, 100 µg/ml-1 BSA, 0,2 mM of each dNTPs, 1,2 U Taq DNA polymerase (Thermo Fisher Scientific), 5 pM of each primer and 10 ng of DNA.

The first round of nested-PCR included 1 cycle at 95^0C for 3 min, 60^0C – 40 sec, 72^0C – 40 sec followed by 29 cycles: 95^0C – 40 sec, 60^0C – 40 sec, 72^0C – 40 sec, final elongation - 7 min. The conditions of the second round were: 95^0C – 40 sec, 60^0C – 40 sec, 72^0C – 40 sec, final elongation - 7 min (30 cycles). Amplification was carried out using MiniAmp™ Thermal Cycler, 96 wells, Thermo Fisher Scientific.

The products of amplification were separated in 1,5% agarose gel in the presence of 100 bp DNA ladder (Thermo Fisher Scientific) at the 6V/cm in TBE migration buffer (pH 8.0) with ethidium bromide, viewed in the UV (302 nm) and photographed.

Results and discussions

Development of fusarium infection of tomato plants was monitored throughout ontogenesis using primers complementary to nonspecific regions of the TEF1 genes of *Fusarium spp*. Mixed leaf samples were collected from the same plants of each variety at two-week intervals. Mass infection of tomato genotypes was observed in the middle of the vegetative season, at the flowering phase. This samples have been selected for subsequent tests using species-specific primers to *Fusarium spp.* Finally, seeds, leaves at the flowering phase, fruits at the stage of biological maturity were studied. The results of DNA analysis of tomato genotypes at some phases of development with the primers to *F. oxysporum, F. verticillioides, F. avenaceum, F. sporotrichioides, F. solani, F. equiseti, F. nivale, F. pseudograminearum, F. culmorum, F. proliferatum* are presented in Table 1.

Table 1

The identification of *Fusarium* species in tomato varieties during ontogenesis

Pathogens \ Genotype	Sowing material			Leaves (flowering phase)			Fruits		
	C	E	D	C	E	D	C	E	D
F. oxysporum	-	-	-	-	+	+	-	-	-
F. verticillioides	-	+	+	-	-	-	-	-	-
F. avenaceum	-	-	-	-	+	+	+	+	-
F. sporotrichioides	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. solani	-	-	-	-	-	+	-	-	-
F. equiseti	-	-	-	-	+	+	-	-	-
F. nivale	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. pseudograminearum	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. culmorum	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. proliferatum	-	+	+	-	-	-	-	-	-

C - ′Cerasus′, E - ′Elvira′, D - ′Deșteptarea′

In the sowing material *F. verticillioides*, *F. proliferatum* were determined in ′Elvira′ and ′Deșteptarea′ varieties. At the flowering phase in the leaves of the same varieties were identified *F. oxysporum, F. avenaceum, F. equiseti*. In addition, in ′Deșteptarea′ variety was revealed *F. solani.* In the fruits of ′Cerasus′ and ′Elvira′ varieties only *F. avenaceum* was identificated. Specific fragments corresponding to certain species of *Fusarium* are presented on Figure 1.

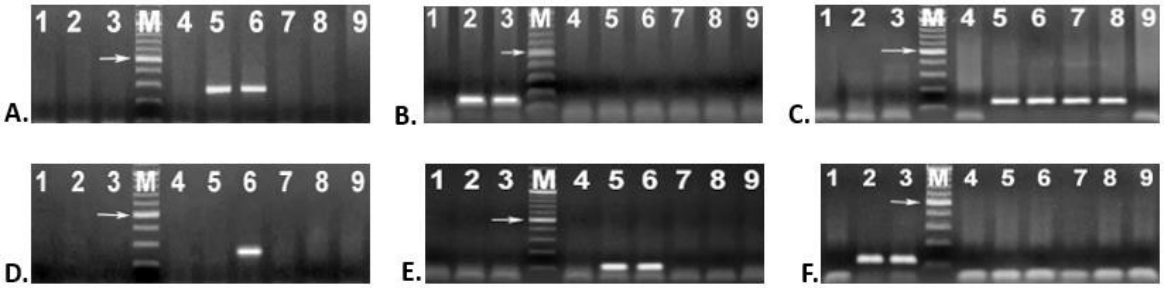


Figure 1. Electropherograms of *nested*-PCR products amplified on the DNA isolated from the tomato plant material using primers to *Fusarium* species. A. *F. oxysporum*, B. *F. verticillioides*, C. *F. avenaceum*, D. *F. solani*, E. *F. equiseti*, F. *F. proliferatum.* 1, 4, 7: ’Cerasus’, 2, 5, 8: ’Elvira’, 3, 6, 9: ’Deșteptarea’; 1-3: seeds, 4-6: leaves, 7-9: fruits. M - 100 kb DNA ladder (arrow indicates the 500 bp fragment).

The positive signals in the second round of *nested*-PCR are marked with the presence of following amplicons on electrophoresis: *F. oxysporum* – 290 bp length, *F. verticillioides* – 140 bp, *F. avenaceum* – 160 bp, *F. solani* 288 bp, *F. equiseti* – 104 bp, *F. proliferatum* – 135 bp. All fragments resulting from *nested*-PCR correspond to the parameters calculated using the BLAST software.

Molecular analysis showed that most cases of tomato plants infection occurred during the flowering phase. At this stage observed a significant increase in the detection of *Fusarium* species. Tomato fruits were less infected compared to sowing material (seeds from the 2015 harvest). At the same time, ′Cerasus′ showed the lowest susceptibility to *Fusarium spp.*, since the listed in this study *Fusarium* species in seeds and in leaves at the flowering phase were not identified at this variety.

Tomato samples infected with toxigenic *Fusarium* species were studied using specific primers for the identification of genes associated with mycotoxin synthesis. The results of molecular analyses summarized in the table below:

Table 2

Identification of gene sequences involved in the synthesis of mycotoxins in tomato plants infected by pathogens from genus *Fusarium*

Mycotoxin gene clusters / Genotype		FUM gene cluster *(F. proliferatum)*	FUM gene cluster *(F. verticillioides)*	Polyketide synthase (PKS13) genes *(F. equiseti)*
Seeds	**Elvira**	+	+	
	Deșteptarea	+	+	
Leaves	**Elvira**			+
	Deșteptarea			+

It was found that *F. proliferatum* and *F. verticillioides*, identified in the seeds of the tomato varieties - 'Elvira' and 'Deșteptarea', contain the sequences of FUM gene cluster involved in the synthesis of Fumonisin B1. *F. equiseti* detected in the leaves of these varieties contains Polyketide

synthase (PKS13) gene sequences involved in the synthesis of Zearalenone. *Nested*-PCR results can be visualized on the figure 2.

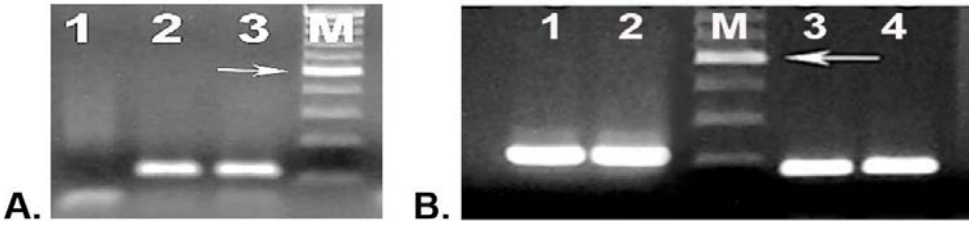


Figure 2. Nested-PCR products amplified using primers to sequences associated with mycotoxin synthesis and DNA from samples with defined toxigenic *Fusarium* species. A. Fum genes cluster sequensis of *F. proliferatum* (seeds). 1. Negative control, 2. 'Elvira', 3. 'Deșteptarea', B. 1, 2. Fum gene cluster sequensis of *F. verticillioides* (seeds); Polyketide synthase (PKS13) genes sequensis of *F. equiseti* (leaves). 1, 3.'Elvira', 2, 4. 'Deșteptarea'. M - 100 kb DNA ladder (arrow - 500 bp fragment).

Molecular analysis demonstrated that seeds collected in 2015 and intended for planting had a higher presence of *Fusarium* species with associated mycotoxin-producing sequences. This situation probably depends on the duration and conditions of seed storage. It is known that pathogenic fungi of seeds can serve as a source of disease development in plant ontogenesis [4]. Therefore, it is necessary to control for phytosanitary quality of long-term storage seeds. In addition, *Fusarium* sequences associated with the synthesis of mycotoxins have not been identified in tomato fruits.

Nowadays, is observed increasing of mycotoxin contamination in tomatoes and derived tomato products at all stages including cultivation, harvesting, production and storage [6]. Integrated management of pathogenic fungi and their mycotoxins is essential to prevent crop losses and human health issues. The search for tomato varieties that manifest low susceptibility to certain species and races of *Fusarium* is one of the beneficial ways of controlling this important plant pathogens and represents an effective preventive measure to reduce the contamination of agricultural products with mycotoxins. This is an environmentally favorable approach that reduces the risk of plant diseases and contamination of food chains. In this study, ′Cerasus′ showed the lowest susceptibility to *Fusarium* pathogens and is thus a promising candidate for future studies assessing resistance to *Fusarium* species.

Conclusions

Of the *Fusarium* species listed in the study, *F. proliferatum, F. oxysporum, F. verticillioides, F. avenaceum, F. equiseti, and F.solani* were identified at some phases of tomato development.

Molecular analysis showed that at the flowering phase there was a significant increase in fusarium infection of some tomato genotypes.

F. proliferatum and *F. verticillioides,* identified in the seeds of 'Elvira' and 'Deșteptarea', contain the sequences of FUM gene cluster involved in the synthesis of Fumonisin B1. *F. equiseti* detected in the leaves of these varieties contains Polyketide synthase (PKS13) gene sequences involved in the synthesis of Zearalenone.

The *Fusarium* species considered in the work with associated mycotoxin-producing sequences were not identified in the fruits at the stage of biological maturity.

Toxigenic *Fusarium* species and associated mycotoxin-producing sequences were not identified in the seeds and leaves of ′Cerasus′ variety. ′Cerasus′ showed the lowest susceptibility to *Fusarium* pathogens and is thus a promising candidate for future studies assessing resistance to specific *Fusarium* species.

Acknowledgments. This study was supported by the research project 011101 „*Genetic and biotechnological approaches of management of agroecosystems under climate change conditions*”, funded by the Ministry of Education and Research.

References

1. Abdelmotilib N.M., Darwish A.G., Abdel-Azeem A.M. Fungal Mycotoxins. In book: Fungi in Sustainable Food Production. Ch. 12. Fungal Biology. 2021, p.197-226, doi: 10.1007/978-3-030-64406-2_12.
2. Akpinar I., Sar T., Sah I. et al. The importance of fusarium species in agricultural products and potential applications of bioactive agents. In book: Researches on Science and Art in 21st Century Turkey. 2017. V. 2, p. 1672-1686.
3. Munkvold G. Fusarium Species and Their Associated Mycotoxins. In book: Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology. 2017. P. 51-106, doi: 10.1007/978-1-4939-6707-0_4
4. Nallathambi P., Umamaheswari C., Sandeep K. Lal et al. Mechanism of Seed Transmission and Seed Infection in Major Agricultural Crops in India. In book: Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management. 2020, p. 749-791, doi: 10.1007/978-981-32-9046-4_26.
5. Perincherry L., Lalak-Kanczugowska J., Stepien Ł. Fusarium-Produced Mycotoxins in Plant-Pathogen Interactions. J. Toxins. 2019. V. 11(11), 664. Open access, doi:10.3390/toxins11110664.
6. Simões D., Andrade E. Fusarium Species Responsible for Tomato Diseases and Mycotoxin Contamination and Biocontrol Opportunities. In book: Fusarium - New Developments in Agriculture. 2023. Open access, doi: 10.5772/intechopen.1003643.
7. Tretiakova P., Voegele R., Soloviev A. Successful Silencing of the Mycotoxin Synthesis Gene TRI5 in Fusarium culmorum and Observation of Reduced Virulence in VIGS and SIGS Experiments. J. Genes. 2022. V. 13(3), 395. Open access, doi: 10.3390/genes13030395.

UDC: 633.111 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.13

PECULIARITIES OF MANIFESTATION OF THE DEGREE OF TRANSGRESSION IN POPULATIONS OF WINTER BREAD WHEAT FOR INHERITANCE OF BREEDING VALUE ELEMENTS

Demydov Oleksandr, *https://orcid.org/0000-0002-5715-2908*
Suddenko Yuliia*, *https://orcid.org/0000-0001-6586-1977*
Kyrylenko Vira, *https://orcid.org/0000-0002-8096-4488*
Humeniuk Oleksandr,*https://orcid.org/0000-0002-1147-088X*
The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, Ukraine
**e-mail: yu_suddenko@ukr.net*

Summary. The objective of this research was to identify the characteristics of transgressions degree in terms of main spike productivity in populations of the second and third generation of winter soft wheat. The material for the research comprised 30 hybrid combinations created through the use of a full diallel crossing scheme of six winter soft wheat varieties carrying wheat-rye translocations (WRT). There were: 1AL.1RS (Zolotokolosa, Columbia, Ekspromt), 1BL.1RS (Svitanok Myronivskyi, Legenda Myronivska, Kalynova). The involvement of the local gene pool of winter bread wheat-rye translocations represents a highly effective measure that can serve as the next stage of significant improvement of varieties in terms of yield.

Keywords: *Triticum aestivum* L., wheat-rye translocations, populations, main spike productivity, main spike length, number of kernels, kernel weight.

Introduction

The primary challenge in developing winter wheat varieties for diverse applications is the potential for high yield and product quality. The objective of every wheat breeder is to develop wheat varieties with the highest possible productivity. Increasing yields is one of the most significant challenges, given the considerable difficulties and complexity involved in achieving this goal. However, in parallel with the significant increase in productivity, there has been a loss of genetic diversity (Braun et al., 1998). The high level of genetic potential of modern varieties presents a challenge to further improving the crop, necessitating the search for new opportunities. One such opportunity is provided by the introduction of new genetic material into the local gene pool. The involvement of winter-rye translocations in breeding programmes to create new varieties is an example of the successful use of a foreign resource to improve a crop.

The 1R chromosome, particularly its short arm 1RS, has been extensively employed in bread wheat improvement programmes worldwide (Ko et al., 2002). The entire chromosome arm 1RS.1BL translocation represents the most frequently utilised source of foreign rye chromatin in wheat breeding (Baum et al., 2015). In general, the presence of this translocation in wheat varieties is associated with a significant increase in yield, including an increase in the number of spikelets and grains per spikelet, as well as an increase in the weight of 1000 grains (Zhao et al., 2012; Xynias et al., 2018; 2020; Moskal et al., 2021). Recent studies have shown that the presence of this translocation causes grain elongation (Johansson et al., 2020). A significant contribution to increased yield is made by the postponement of leaf senescence following flowering, which extends the supply of assimilated carbon to the grain. Furthermore, the 1RS.1BL translocation carries the powdery mildew resistance gene Pm8 (*Blumeria graminis* (DC) EO Speer f. sp. tritici Em. Marchal) (Schelegel & Korzun, 1997). Fragment 1RS contains genes Lr26, Sr31 and Yr9, for which confer resistance to brown rust (*Puccinia recondite* Roberge ex Desm. f. sp. tritici), stem rust (*Puccinia*

graminis f. sp. tritici Ericsson & Henning) and yellow rust (*Puccinia striiformis* Westend. f. sp. tritici Eriks.), respectively. Nevertheless, the resistance conferred by these genes has already been overcome by new virulent biotypes of the respective pathogens (Johansson et al., 2020; Purnhauser et al., 2011; Qi et al., 2016).

The 1RS.1AL translocation has also been used in wheat breeding programs, although on a much smaller scale than 1RS.1BL (Graybosch et al., 1993). In addition to the presence of genes that provide resistance to fungal pathogens, the 1RS.1AL transposition is also useful for providing resistance to pests such as common cereal aphid (*Schizaphis graminum* Rondani), determined by the genes Gb2 and Gb6, wheat mite (Aceria tosichella Keifer), determined by the Cmc3 gene, large cereal aphid (*Sitobion avenae* Fabricius) and bird cherry-cereal aphid (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus), for which genes have not yet been identified (Lu et al., 2010; Crespo-Herrera et al., 2013; Spetsov & Daskalova, 2023).

In the context of breeding programmes for the development of high-yielding winter soft wheat varieties resistant to abiotic and biotic factors, it is of paramount importance to have information on the nature of variability and inheritance of quantitative traits at the initial stages of the breeding process. Transgressive breeding, based on the selection of the best forms in a hybrid population, represents one of the principal methods of improving self-pollinated crops. For practical breeding for productivity elements, positive transgressions resulting from the emergence of recombinants with certain valuable economic traits and properties are of great importance (Sönmez et al., 2022; Tahmasebi et al., 2015). The productivity traits of the main ear are under the genetic control of numerous genes from different linkage groups. In the genotype system, the functional action and interaction of these genes result in a wide range of types of inheritance of productivity traits that can vary underdifferent conditions of winter wheat plant cultivation (Ko et al., 2002; Ren et al., 2012).

The investigation of the manifestation of transgressions in the productivity elements of soft winter wheat varieties carrying WRT represents a pivotal aspect of the development of novel wheat breeding material. In order to identify transgressive forms and ascertain the viability of their selection, the variability of the main spikelet productivity elements was analysed. In populations of the second and third generation, the frequency of positive transgressions was contingent upon the degree of heterosis or trait`s depression.

Materials and methods

The research conducted during the 2022/23 vegetation year. Research location – field of selection crop rotation at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The research material comprised 30 hybrid combinations created through the use of a full diallel crossing scheme (↔) of winter bread wheat varieties, carriers of WRT: Kalynova, Legenda Myronivska, Svitanok Myronivskyi (1BL.1RS) and Ekspromt, Columbia, Zolotokolosa (1AL.1RS). The hybrid combinations were divided into four groups based on the crosses (×) of WRT carrier varieties. The first group consisted of 1BL.1RS × 1BL.1RS S crosses, which accounted for 20% of the total. The second group included 1AL.1RS × 1AL.1R crosses, which constituted 20% of the total. The third group comprised 1BL.1RS × 1AL.1RS crosses, which represented 30% of the total. The fourth group consisted of 1AL.1RS × 1BL.1RS crosses, which accounted for 30% of the total. The experiments and phenological observations were conducted in accordance with the prevailing methodological standards. Seeds of hybrids were manually sown on 2-meter-long plots in three replicates. To optimize the realization of productivity elements, a sparse sowing method was employed, with a distance of 10 cm between plants in a row, and 30 cm between rows. Phenological observations were conducted throughout the growing season. At the onset of full ripeness, a structural analysis of the productivity elements of the main spike of parental components and hybrids was conducted. This analysis was performed on 25 plants of each category.

In order to achieve this objective, we employed the use of accepted breeding and genetic methods for the analysis of experimental material, in addition to statistical processing methods in order to confirm the reliability of the results.

The characteristics of moisture availability in winter wheat plant growth conditions were calculated using the average monthly hydrothermal coefficient (HTC). The differentiation of HTC indicators was employed, with values ranging from 0.5 to 1.0 indicating a dry or dry period, from 1.0 to 1.5 representing a normal condition, and values exceeding 1.5 indicating a wet or excessively wet period. The optimal value of HTC for wheat is 1.2.

Results and discussions

The weather conditions of the study were very different in terms of temperature and precipitation, so that reliable data could be obtained on the level of potential of valuable economic characteristics and properties in hybrid combinations in the conditions of the central part of Ukraine`s forest-steppe.

In the autumn period of 2022, the air temperature was not significantly different from the long-term average, but it was characterised by excessive precipitation (August - 84.4 mm, September - 117.5 mm), which led to waterlogging of the top layer of the soil and later sowing of winter wheat.

Precipitation in the first ten days of October helped to further replenish soil moisture reserves, creating optimal conditions for winter crop growth in the early stages of development.

In general, the winter of 2022/2023 was moderate and contributed to the overwintering of winter crops (in January and February, the average monthly air temperatures were 3.3°C and 1.7°C above the long-term average, respectively). An increased temperature regime was observed in December 2022 (11.12 - plus 8.6ºC) and January 2023 (1.01 - plus 9.5ºC; 18.01 - plus 8.7ºC) compared to the long-term average of the last 30 years of -1.6ºC and -3.4ºC respectively. Absolute minimum air temperatures were recorded on 11 January 2023 - minus 10.4ºC and on 9 February 2023 - minus 11.7ºC, with a temperature at the depth of the tillering node of -5.5ºC. The maximum height of the snow cover was between 3 and 5 cm, and the soil freezing during the period of low temperatures was 22.5 cm.

The resumption of winter crop vegetation in 2023 was observed on 21 March (winter wheat was in the second stage of organogenesis) at an average daily air temperature of +9.0°C, with a gradual increase thereafter.

April was characterised by an excessive supply of moisture, with precipitation 40.0 mm above normal. However, the period from May to June was characterised by a rather acute precipitation deficit (HTC - 0.46 and 0.67, respectively), especially in June - only 39.4 mm (the long-term average was 84.8 mm). July was characterised by excessive precipitation - 183.5 mm, exceeding the long-term average by 111.8 mm. Precipitation from the resumption of vegetation until the end of July was 349.6 mm (213.1 mm in 2022) or 81.7% of the long-term average (262.9 mm). The maximum temperature (32.1 °C) was recorded on 6 July. The total rainfall for the year was 768.9 mm, 180 mm more than the long-term average (588.9 mm). The maximum precipitation (183.5 mm) occurred in July 2023, the minimum (10.6 mm) in January 2023. The average monthly precipitation was 64.1 mm. According to the hydrothermal coefficient, the growing season 2022/23 was excessively wet (HTC = 1.52).

Thus, weather conditions during the 2022/2023 winter wheat growing season with a favourable hydrothermal regime significantly influenced the formation of high productivity potential. The ecological effect of early vegetation recovery - a short winter and a long spring, when air temperatures are exceptionally favourable for biomass growth of soft winter wheat plants - worked.

The aim of our research was to determine the peculiarities of the degree of transgression in terms of productivity of the main spike in hybrids of the second and third generations.

In 2023, hybrids of populations F_2, F_3 of different crossing groups were analysed, using parental components of WRT carriers in hybridisation, in which different degrees of transgression were found according to the elements of the main spike structure.

According to the results of the analysis of plants of hybrids of the second and third generation, a positive transgression was noted for all indicators of the structure of the main spike and in all groups of crosses of varieties of carriers of WRT.

As a result of the analysis, the degree of transgression was conditionally divided into four groups: 0-10% - not significant; 11-30% - low; 31-50% - medium; 51-100% - high.

According to the length of the main spike, 24 F_2 hybrid combinations were included in the first group, representing 80.0% of the total number of crosses. The second group included four (13.3%) second generation hybrid populations.

By the number of kernels from the main spike in hybrid combinations F_2, 10 hybrid combinations belonged to the first group, that is 33.3%; 17 (56.7%) to the second group; three (10.0%) of the total number of combinations F_2 to the third group.

According to the weight of the grains of the main spike of the hybrid combinations F_2, 11 combinations (36.7%) were assigned to the first group, 13 (43.3%) to the second group, four (13.3%) to the third group and two (6.7%) to the fourth group.

In the hybrid populations of the third generation, according to the length of the main spike, the hybrid combinations were mainly assigned to the first (13 combinations, i.e. 43.3%) and second (16 combinations, i.e. 53.3%) groups, and only one combination (Columbia × Zolotokolosa) - to the third group.

By the number of kernels from the main spike in hybrid combinations F_3, 14 hybrid combinations were assigned to the first group, i.e. 46.7%; 13 (43.3%) to the second group; three (10.0%) to the third group of the total number of F_3 combinations.

By weight of grains from the main spike in hybrid combinations F_3 in the first group - eight combinations (26.7%); in the second group - 15 (50.0%); in the third - 3 (10.0%); in the fourth - four (13.3%).

It is worth noting that in the second group of crosses 1AL.1RS × 1Al.1RS among the F_2 hybrids we distinguished by spike length a reciprocal combination of crosses Zolotokolosa ↔ Columbia. It should be noted that the hybrid Columbia × Zolotokolosa in this group was distinguished by all three indicators in F_2 and two (spike length and weight of grains from it) - in F_3. The highest degree of transgression (64.8%) in this combination was noted in the populations of F_2 by the weight of grains from the main spike.

In the first group of crosses 1BL.1RS × 1BL.1RS the degree of transgression ranged from 0 to 28.6%. The highest percentages of the degree of transgression were found in the combination of crosses Legenda Myronivska × Kalynova in the second and third generations in terms of number of kernels per spike and their weight (7.9%, 27.9%, 28.6%, respectively).

In the fourth group of crosses 1AL.1RS × 1BL.1RS among the populations F_2, according to the degree of transgression of all the studied parameters of structural analysis of the main spikelet, the population Zolotokolosa × Kalynov was distinguished (17.3%, 52.9%, 60.9%, respectively).

In the third group of crosses 1BL.1RS × 1AL.1RS the highest percentage of transgression (54.7%) can be observed in the third generation hybrid Legenda Myronivska × Ekspromt.

The highest percentages of the degree of transgression (64.8% and 60.9%) were observed in the F_2 populations for the trait kernel weight per spike in the second and fourth groups (Columbia × Zolotokolosa and Zolotokolosa × Kalynova) of crosses with the participation of varieties carrying introgressive components of rye (1AL.1RS × 1AL.1RS and 1AL.1RS × 1BL.1RS).

To identify transgressive forms and determine the possibility of their selection, we analysed the variability of the productivity elements by the length of the main spike. In second and third generation populations, the frequency of positive transgressions depended on the degree of heterosis

or depression of the trait. The degree of positive transgression and its frequency in all combinations were recorded in four groups of crosses.

The degree of transgression ranged from 1.5% to 52.9% in the F_2 populations and from 2.4% to 30.2% in the F_3 populations. The highest degree of transgression frequency (Tf) was observed in hybrids F_3 (76.0% of the total) of the third group of crosses when two translocations 1BL.1RS / 1AL.1RS were used in the hybridisation. In F_2, the coefficient of variation for main spike length was weak in six hybrid combinations (20.0%), medium in 22 (73.3%) and significant in two combinations (6.7%). For F_3 it was weak in 22 (73.3%) and medium in 8 (26.7%) combinations. There were no combinations with a significant coefficient of variation.

The coefficient of variation was determined by the number of kernels per main spike.

This indicator varied from 3.0% to 31.6% in the F_2 populations and from 3.9% to 27.2% in the F_3 populations.

In F_2, the coefficient of variation for the number of kernels per main spike was weak in five hybrid combinations (16.7%), medium in 23 (76.7%) and significant in two combinations (6.7%). For F_3 it was weak in 6 (20.0%) and medium in 24 (80.0%) combinations.

It should be noted that a low coefficient of variation for the number of kernels per main spike was found in the populations F_2 Kalynova × Svitanok Myronivskyi, Svitanok Myronivskyi × Legenda Myronivska, Kalynova × Svitanok Myronivskyi, Ekspromt × Legenda Myronivska, Svitanok Myronivskyi × Columbia, Svitanok Myronivskyi × Zolotokolosa and in F_3- Svitanok Myronivskyi × Legenda Myronivska, Kalynova × Svitanok Myronivskyi, Zolotokolosa × Svitanok Myronivskyi, Svitanok Myronivskyi × Ekspromt, Legenda Myronivska × Zolotokolosa) and the combinations Svitanok Myronivskyi × Legenda Myronivska, Kalinova × Svitanok Myronivskyi showed a weak coefficient of variation in the second and third generations.

The degree of positive transgression for the characteristic number of kernels per main spike was observed in all hybrid populations. It varied from 2.8% to 56.0% in second generation hybrids and from 1.5% to 41.7% in F_3.

Transgression frequencies varied from 21.5% to 56.0% in F_2 hybrids and from 36.0% to 89.0% in F_3 hybrids. The highest transgression frequency was observed in the second generation hybrids in the combination Svitanok Myronivskyi × Kalynova (56.0%) and in the third generation hybrids - in the combination Kalynova × Legenda Myronivska (89.0%).

We also determined the coefficient of variation of the weight of grains from the main ear. This indicator ranged from 2.2% to 39.3% in the F_2 populations and from 5.5% to 39.2% in the F_3 populations.

In F_2, the number of kernels per main spike was: weak - in five hybrid combinations (16.7% of the total), medium - in 23 (76.7%) and significant - in two combinations (6.7%). In F_3, a weak coefficient of variation was observed in two combinations.

It should be noted that in populations F_2 (Columbia × Ekspromt, Kalynova × Svitanok Myronivskyi, Ekspromt × Legenda Myronivska, Svitanok Myronivskyi × Columbia, Svitanok Myronivskyi × Zolotokolosa), a weak indicator was found for the coefficient of variation of the weight of grains from the main spike, and in F_3- Svitanok Myronivskyi × Legenda Myronivska, Svitanok Myronivskyi × Ekspromt. The highest degree of transgression (59.6%) and its frequency (62.0%) were observed in hybrids F_3 in the first, second and third groups of crosses.

Thus, with the participation of varieties carrying wheat-rye translocations, a new valuable breeding material of winter soft wheat was created with a higher manifestation of both individual and complex traits of main spike productivity compared to the parental forms.

Conclusions

The results obtained suggest that the use of WRT is a promising direction for increasing the genetic potential of the yield of winter bread wheat varieties.

The highest degree of transgression of productivity elements of the main spikelet was found in the hybrid Columbia × Zolotokolosa from the second group of crosess 1AL.1RS × 1AL.1RS. It was distinguished by three indicators (spike length, number of kernels, and weight of grains per spike) in F_2 and two (spike length, and weight of grains per spike) in F_3. In the first group of crosses 1BL.1RS × 1BL.1RS, the third - 1BL.1RS × 1AL.1RS, and the fourth - 1AL.1RS × 1BL.1RS the hybrids Legenda Myronivska × Kalynova, Zolotokolosa × Kalynova, Legenda Myronivska × Ekspromt were distinguished, according to the degree of transgression of productivity elements of the main spike. In the populations of the second and third generations, the frequency of positive transgressions for main ear length depended on the degree of heterosis or depression of the trait.

The coefficient of variation in the number of kernels per main spike varied from 3.0% to 31.6% in populations F_2 and from 3.9% to 27.2% in F_3. A weak indicator for the coefficient of variation of the weight of the main spike was found in the populations F_2 Columbia × Ekspromt, Kalynova × Svitanok Myronivskyi, Ekspromt × Legenda Myronivska, Svitanok Myronivskyi × Columbia, Svitanok Myronivskyi × Zolotokolosa, and in F_3 - Svitanok Myronivskyi × Legenda Myronivska, Svitanok Myronivskyi × Ekspromt.

References

1. Braun, H., Payne, T., Morgounov, A., Van Ginkel, M. & Rajaram, S. 1998. The challenge: One billion tons of wheat by 2020. In Proceedings of the 9th International Wheat Genetic Symposium, Saskatoon, SK, Canada, 2–7 August 1998. 2–7.
2. Baum, M., Tadesse, W., Nachit, M., Abdalla, O., Rajaram, S., Singh, R., Payne, T., Ammar, K., Morgounov, A. & Braun, H. 2015. Global crop improvement networks to bridge technology gaps. In Advances in Wheat Genetics: From Genome to Field. 387–399.
3. Crespo-Herrera, L.A., Smith, C.M., Singh, R.P. & Åhman, I. 2013. Resistance to multiple cereal aphids in wheat–alien substitution and translocation lines. Arthropod-Plant Interact. 7, 535–545.
4. Graybosch, R. A., Peterson, C. J., Hansen, L. E., Worrall, D., Shelton, D. R. & Lukaszewski, A. 1993. Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS and 1AL/1RS wheat-rye translocation lines. Journal of Cereal Science 17(2), 95-106.
5. Johansson, E., Henriksson, T., Prieto-Linde, M. L., Andersson, S., Ashraf, R. & Rahmatov, M. 2020. Diverse wheat-alien introgression lines as a basis for durable resistance and quality characteristics in bread wheat. Frontiers in Plant Science 11, 1067.
6. Ko, J., Seo, B., Suh, D., Do, G., Park, D. & Kwack, Y. 2002. Production of a new wheat line possessing the 1BL. 1RS wheat-rye translocation derived from Korean rye cultivar Paldanghomil. Theor. Appl. Genet. 104, 171–176.
7. Li, S.Q., Tang, H.P., Zhang, H., Mu, Y., Lan, X.J. & Ma, J. 2020. A 1BL/1RS translocation contributing to kernel length increase in three wheat recombinant inbred line populations. Czech J. Genet. Plant Breed. 56, 43–51.
8. Lu, H., Rudd, J.C., Burd, J. Weng, Y. 2010. Molecular mapping of greenbug resistance genes Gb2 and Gb6 in T1AL.1RS wheat-rye translocations. Plant Breed 129, 472-476.
9. Moskal, K., Kowalik, S., Podyma, W., Łapiński, B. & Boczkowska, M. 2021. The Pros and Cons of Rye Chromatin Introgression into Wheat Genome. Agronomy 11, 456.
10. Purnhauser, L., Lajos B. & László L. 2011. Occurrence of 1BL. 1RS wheat-rye chromosome translocation and of Sr36/Pm6 resistance gene cluster in wheat cultivars registered in Hungary. Euphytica 179, 287-295.
11. Qi, W., Tang, Y., Zhu, W., Li, D., Diao, C., Xu, L., Zeng, J., Wang, Y., Fan, X. & Sha, L. 2016. Molecular cytogenetic characterization of anew wheat-rye 1BL• 1RS translocation line expressing superior stripe rust resistance and enhanced grain yield. Planta 244, 405–416.
12. Ren, T. H., Chen, F., Yan, B. J., Zhang, H. Q. & Ren, Z. L. 2012. Genetic diversity of wheat–rye 1BL. 1RS translocation lines derived from different wheat and rye sources. Euphytica 183, 133-146.

13. Sönmez, M. E., Güleç, T., Savasli, E. & Önder, O. 2022. The effect of rye translocation on grain yield and agronomic properties in the recombinant inbred line population developed in bread wheat. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG) 39(2), 97-104. doi: 10.55507/gopzfd.1119650.
14. Schelegel, R. & Korzun, V. 1997. About the origin of 1RS.1BL wheat-rye chromosome translocations from Germany. Plant Breed 116, 537-540.
15. Spetsov, P. & Daskalova, N. 2023. Genetic Basis of Pest Resistance in Wheat-Rye and Triticale Stocks. Cytology and Genetics 57(4), 374-383.
16. Tahmasebi, S., Heidari, B., Pakniyat, H. & Dadkhodaie, A. 2015. Consequences of 1BL/1RS translocation on agronomic and physiological traits in wheat. Cereal Research Communications 43, 554-566.
17. Xynias, I. N., Mavromatis, A. G., Pankou, C. I., Koutsoura, T., Kyparissas, D., Liliopoulou, E. & Papathanasiou, F. 2018. Effect of the 1BL. 1RS wheat-rye translocation on qualitative traits in bread wheat. Poljoprivreda i Sumarstvo 64(4), 15.
18. Xynias, I. N., Tasios, I. E., Korpetis, E. G., Pankou, C., Avdikos, I. & Mavromatis, A. G. 2020. Effect of the 1BL. 1RS wheat-rye chromosomal translocation on yield potential in bread wheat. Poljoprivreda i Sumarstvo 66(1), 15-22.
19. Zhao, C., Cui, F., Wang, X., Shan, S., Li, X., Bao, Y. & Wang, H. 2012. Effects of 1BL/1RS translocation in wheat on agronomic performance and quality characteristics. Field Crops Research 127, 79–84.

UDC: 632.112:633.854.78(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.14

PERFORMANȚA HIBRIZILOR DE FLOAREA-SOARELUI ÎN DIVERSE CONDIȚII DE MEDIU ALE REPUBLICII MOLDOVA

Duca Maria, *https://orcid.org/0000-0002-5855-5194*
Port Angela*, *https://orcid.org/0000-0003-3994-8918*
Clapco Steliana, *https://orcid.org/0000-0001-7147-2740*
Mutu Ana, *https://orcid.org/0000-0001-8603-142X*
Burcovschi Ion, *https://orcid.org/0000-0003-4417-3846*
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: angela.port@usm.md*

Summary. The rising frequency of suboptimal temperatures and early droughts hinder the genetic potential realization of sunflower hybrids, posing challenges in achieving stable harvest yields. It was analyzed the harvest of 21 hybrids grown in 5 localities of the Republic of Moldova in correlation with the annual amount of precipitation from 2015-2020. The variation of the yield according to the genotype of the studied hybrids and the impact of the conditions in the growing environment were highlighted.

Keywords: droughts, broomrape, hybrids, seed yield, sunflower.

Introducere

Recolta plantelor agricole, cu multiple valențe economice, este o caracteristică complexă reglată de gene ale caracterelor cantitative [1, 2, 13]. În cazul florii-soarelui, producția de semințe este influențată direct de trăsături genetice precum diametrul calatidiului, numărul de semințe per calatidiu, masa semințelor și indirect de perioada de creștere și maturitate, densitatea cultivării plantelor etc. [3, 4, 8]. În general, hibrizii comerciali de floarea-soarelui au un randament al recoltei de semințe înalt și stabil în diferite ecosisteme agricole [9, 11, 12]. Totuși, această caracteristică a genotipurilor variază în pofida procedurilor riguroase de testare în diferite zone geografice. Gravitatea reacției de raspuns este determinată de susceptibilitatea plantelor atât la stresul biotic cauzat de organisme parazite, boli și dăunători, cât și la varii factori de stres abiotic.

Floarea-soarelui, fiind o cultură specifică zonei temperate, prezintă un grad înalt de plasticitate ecologică la condițiile meteorologice și cele ale solului [7, 8, 14, 17]. Cu toate acestea, schimbările climatice globale, inclusiv creșterea frecvenței temperaturilor suboptimale, debutul timpuriu al secetelor și inundațiilor, și tendința de urbanizare, reprezintă constrângeri majore pentru securitatea alimentară. Ca răspuns, se dezvoltă strategii agricole și proiecte pentru extinderea culturilor sustenabile din punct de vedere economic și ecologic.

În Republica Moldova, o consecință a încălzirii și aridizării este creșterea frecvenței și intensității secetelor. De exemplu, în perioada 2015-2020, precipitațiile anuale au variat considerabil, iar secetele semnificative din 2015 și 2020, care au afectat peste 80% din suprafață, au dus la reduceri importante ale producției agricole [5]. Importanța înțelegerii relației dintre producția agricolă și factorii de mediu, în special, variațiile de temperatură și precipitații, este semnificativă pentru posibilitatea de control și reglare a realizării integrale a potențialului genetic al hibrizilor și expresiei fenotipice la nivel de germinare, creștere și dezvoltare vegetativă, generativă (de ex., numărul de flori în calatidiu, numărul de semințe pline etc.) [1, 3, 11, 12]. A fost stabilit că pentru creșterea și dezvoltarea plantelor de floarea-soarelui sunt suficiente rezervele de apă acumulate în perioada octombrie-martie (400-450 mm) și precipitațiile din timpul sezonului de vegetație (300-450 mm). De asemenea, această cultură agricolă se poate dezvolta și în zonele cu peste 350 mm precipitații anual, deși nivelul optim este de 450-600 mm [16].

În acest context, s-a analizat producția de semințe de floarea-soarelui în corelație cu cantitatea anuală de precipitații din perioada 2015-2020, pe exemplul unor hibrizi autohtoni și străini cultivați în diferite condiții de creștere din Republica Moldova.

Materiale și metode

În această investigație au fost incluse date privind recolta de semințe a 21 de hibrizi de floarea-soarelui cultivați pe loturile experimentale ale Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante (CSTSP) din 5 localități din diferite zone geografice ale Republicii Moldova: Vîsoca, Pelenia, Băcioi, Svetlîi și Grigorievca, în perioada anilor 2015-20120. Hibrizii studiați, atât autohtoni (AMG-Agroselect și ICCC „Selecția"), cât și străini (Limagrain, Syngenta, Maisadour, Euralis) au fost selectați pentru productivitate ridicată, rezistență la secetă și toleranță la agenți patogeni.

Cerințele specifice de proiectare a experiențelor de câmp (2015 - 2020), precum și normele agrotehnice ale culturii agricole au fost respectate. Au fost utilizate 250 kg/ha de nitroamofos la semănat, fără irigare, erbicide, fungicide și insecticide. Culturile predecesoare au fost cerealele păioase [5]. Datele meteorologice au fost colectate de la Serviciul Hidrometeorologic de Stat și completate cu date înregistrate la sectoarele de testare ale CSTSP.

Prelucrarea statistică a datelor a fost efectuată prin programul XLSTAT.

Rezultate și discuții

În rezultatul monitorizării cantității și distribuției de precipitații în diferite localități din zona de sud (Gigorievca, Svetlîi), centru (Băcioi) și nordul țării (Vîsoca, Pelinia), unde Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante (CSTSP) realizează testele de câmp a hibrizilor, s-a constatat că pragul minim al cantității optime de precipitații nu a fost atins. Valorile au variat între 13% (2020, Svetlîi) și 96% (2018, Băcioi). Valori critice pluviometric au fost înregistrate, cu mici excepții, și pe parcursul perioadei de vegetație (Tab. 1).

Tabelul 1

Cantitatea anuală de precipitații (%) la stațiile CSTSP raportată la valoarea optimă (limita inferioară)* de precipitații pentru cultura de floarea-soarelui

Anul	Vîsoca			Pelinia			Băcioi			Grigorievca			Svetlîi		
	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.
2015	102	66	59	60	59	18	86	78	39	112	58	54	101	48	56
2016	154	68	89	111	46	67	139	59	101	112	83	64	112	62	79
2017	120	85	87	109	66	87	131	59	93	132	49	104	101	51	67
2018	144	73	111	87	55	56	114	96	81	89	85	49	70	61	60
2019	119	48	111	90	37	90	60	20	52	92	34	81	84	19	85
2020	95	31	77	76	20	45	115	22	104	56	18	53	53	13	47

** Necesarul optim de precipitații anuale (an): 450 -.600 mm; perioada rece a anului (p.r.): 400 – 450 mm; perioada de vegetație (p.v.): 350- 450 mm [24].*

Cel mai mare deficit hidric a fost la Pelinia și Svetlîi, unde precipitațiile din aprilie - septembrie au fost sub nivelul optim necesar. Doar în unele cazuri (2018 și 2019 în Vîsoca, 2016 și 2020 în Băcioi, și 2017 în Grigorievca), precipitațiile din aprilie - septembrie au depășit nivelul optim. În aceste condiții, rezervele de apă din sol nu favorizează o recoltă înaltă de floarea-soarelui.

În general, producția hibrizilor analizați în 2015 - 2020 a fost mai mare (3,0 – 3,4 t/ha), comparativ cu valorile înregistrate la nivel național (1,1 – 2,4 t/ha) (*https://statistica.gov.md*). Totodată, după reacția de răspuns a plantelor la condițiile de mediu, s-au diferențiat hibrizi cu nivel de stabilitate și performanță diferită în aceleași, sau diferite medii de creștere (șase localități). Astfel, pentru fiecare localitate, sunt ani în care recolta este mai mare decât media valorilor înregistrate timp de șase ani. În acest context, pot fi menționați anii 2018 și 2019 pentru localitatea

Pelenia, iar pentru Vîsoca doar anul 2018, pentru Băcioi anii 2015 și 2017, Grigorievca 2015-2017 și în cazul stațiunii experimentale de la Svetlîi - anul 2020. Totuși, se remarcă o tendință generală (perioada de șase ani) de sporire a recoltei hibrizilor cultivați la Visoca și Pelinia (Fig. 1) și de ușoară scădere a valorilor acestui parametru la Grigorievca, Băcioi și Svetlîi, cu mici excepții (2020).

Valori mai stabile ale recoltei totale obținute de la 21 de hibrizi, cultivați pe parcursul a șase ani monitorizați, se constată în localitățile Grigorievca și Svetlîi, precum și în Vîsoca și Pelinia. O variație mai mare în valorile recoltei a fost relevată la hibrizii cultivați în câmpurile experimentale ale stației CSTSP din Băcioi. De menționat că, în 2020, din cauza secetei de primăvară, semințele de floarea-soarelui au fost semănate repetat în această localitate, ceea ce a întârziat și desincronizat perioada de vegetație, determinând astfel o scădere drastică a recoltei comparativ cu alți ani.

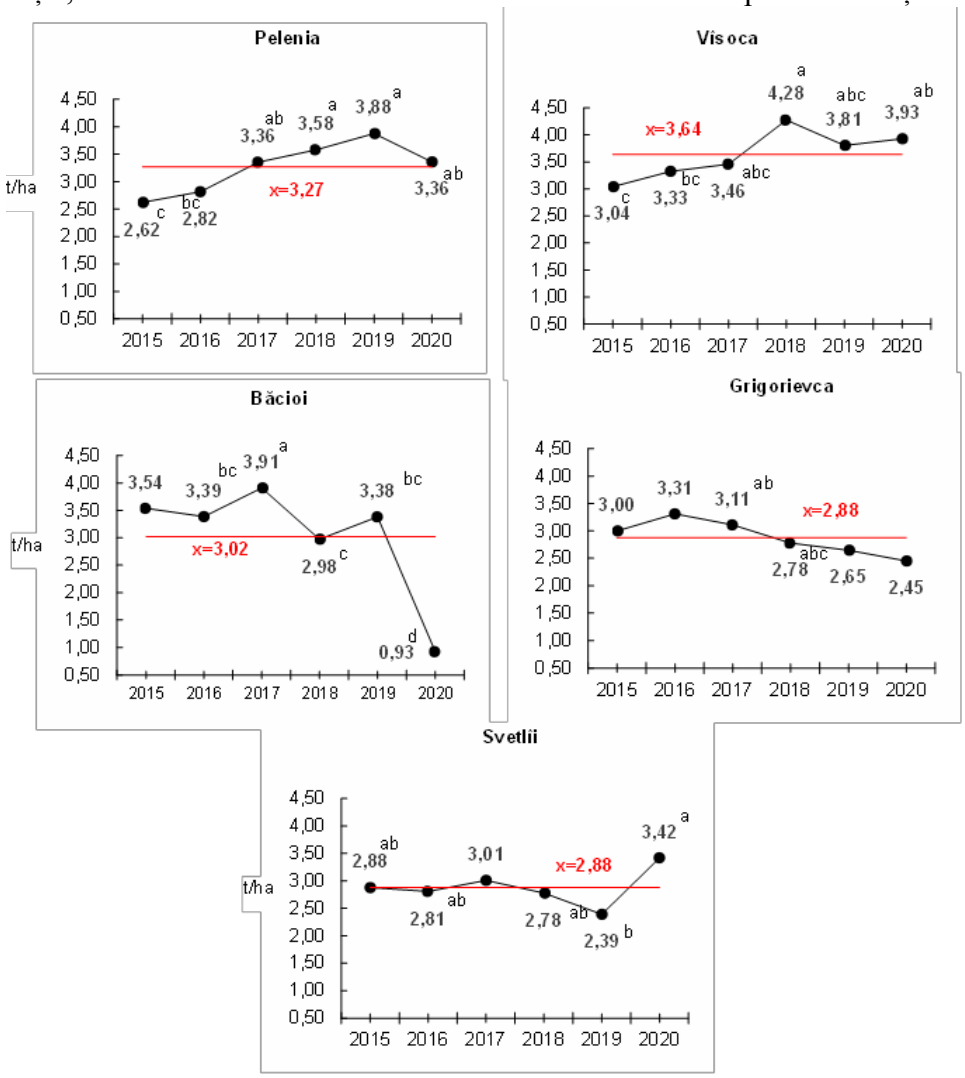


Figura 1. Modificări anuale ale valorilor medii ale recoltei totale obținute de la hibrizii cultivați în fiecare dintre cele șase localități studiate.

Notă: litera x indică media valorilor recoltei pe șase ani; literele minuscule indică diferențele semnificative dintre variantele de studiu ($p < 0,05$).

O altă abordare în evaluarea proprietății hibrizilor de a se adapta la condițiile climaterice în continuă schimbare, precum și față de alte componente ale mediului de creștere, așa ca structura și compoziția solului, s-a bazat pe analiza diferențelor în recolta hibrizilor cultivați în unul și același an, dar pe câmpuri din diferite localități. Astfel, au fost identificați anii și localitățile în care diferențele dintre valorile medii ale recoltei au fost semnificativ mai mari.

La nivelul unui an de studiu, cele mai mari recolte (t/ha) au fost colectate la staţiunile din Băcioi (3,54 în 2015; 3,39 în 2016; 3,91 în 2017), din Vîsoca (4,28 în 2018; 3,81 în anul 2019 şi 3,93 în 2020) şi din Pelenia (3,88 în 2019), iar cele mai mici la staţiunile din Svetlîi (2015 - 2019), Grigorievca (2017-2019) şi Pelenia (2015, 2016).

Majoritatea hibrizilor cultivaţi în aceeaşi localitate au prezintat un nivel de performanţă agricolă (media recoltei / 6 ani) similar. Totuşi, s-au evidenţiat unii hibrizi, din diferite categorii de maturitate, cu valori medii ale recoltei, mai mari sau mai mici, în raport cu cel puţin 25% din numărul total (21). Hibrizii cu valori mai mari ale recoltei pot fi recomandaţi pentru cultivare în localităţile respective, de exemplu: H6 în Visoca, H1 în Pelenia şi Băcioi, H20 în Pelenia, Svetlîi şi Grigorievca, H8 în Băcioi şi Svetlîi, H5 şi H14 doar în Grigorievca. Totodată, au fost evidenţiaţi hibrizi cu recolte mari într-o localitate, dar mici în alta. De exemplu, H4 poate fi recomandat pentru cultivare în Băcioi, şi din contra, a avut performanţe mici în Vîsoca. Hibridul H13 a avut recolte mari în Pelenia, în schimb nu poate fi recomandat pentru cultivare în Băcioi şi Grigorievca. De remarcat că, hibrizii cultivaţi în localitatea Svetlîi se deosebesc de cei din celelalte patru localităţi, prin faptul ca, în 95% din cazuri diferenţele dintre valorile medii ale recoltei au fost nesemnificative statistic.

Comparativ, Vîsoca se evidenţiază prin condiţii mai favorabile de interacţiune genotip-mediu în manifestarea heterozisului la hibrizii de floarea-soarelui cultivaţi în perioada 2015-2020, întrucât este localitatea cu cei mai mulţi hibrizi (8 din 21 hibrizi) cu valori ale recoltei superioare hibrizilor similari din celelalte localităţi (H2, H6, H11, H14, H15, H18, H19, H20). În localitatea Băcioi s-au remarcat alţi 6 hibrizi (H1, H3, H4, H5, H10) şi doar unul - H13 în Pelenia (Fig. 2).

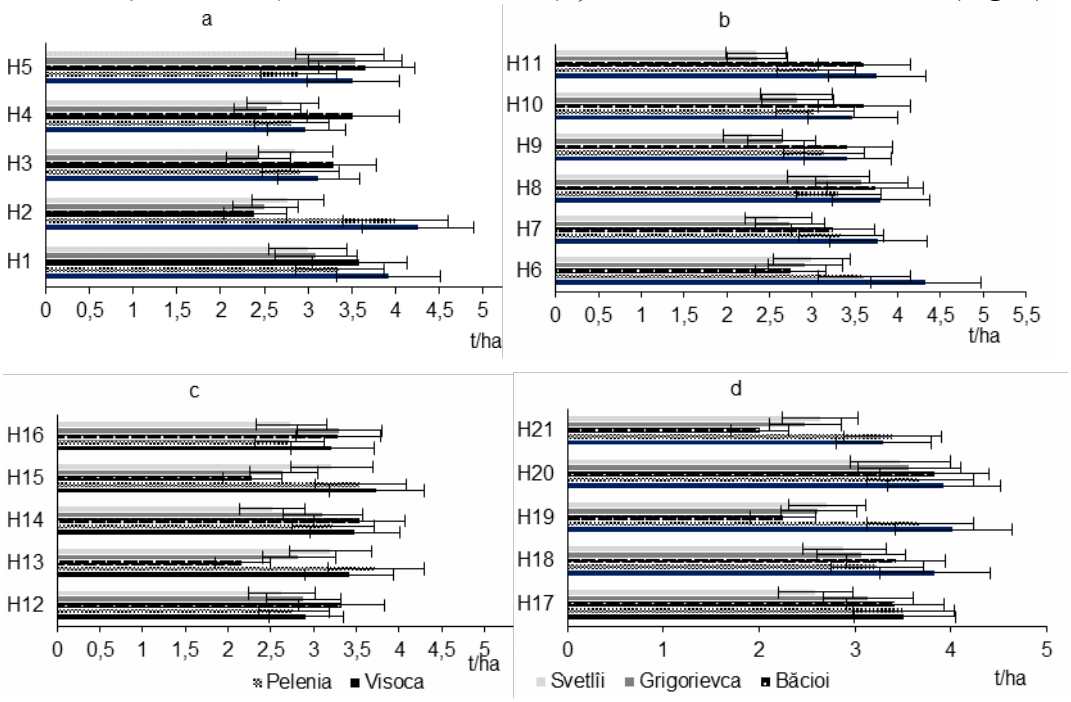


Figura 2. Valorile medii ale recoltei hibrizilor timpurii (a), semitimpurii (b), mijlocii (c) şi semitardivi (d) în diferite localităţi

În cazul unor hibrizi, recolta medie de seminţe nu a prezentat diferenţe semnificative statistic în funcţie de localitate, aşa ca H7, H8, H9 (semitimpurii), H12 , H16 (maturitate mijlocie) şi H21 (semitardiv). De remarcat şi faptul că, în rezultatul comparării valorilor medii ale recoltei hibrizilor studiaţi pe categorii de maturitate, nu au fost stabilite diferenţe semnificative statistic între grupurile de hibrizi cu diferit gard de maturitate, atât în cadrul aceleiaşi localităţi, cât şi între localităţi, în toţi cei şase ani analizaţi (2015-2020).

Una din cerinţe faţă de hibrizii performanţi constă în minimalizarea gradului de variaţie al

recoltei în funcție de condițiile din mediul de creștere. De exemplu, infecția cu *O. cumana* a determinat variația largă a recoltei (Tab. 2) la majoritatea hibrizilor (12,5% dintre hibrizi au valori relativ eterogene, iar 87,5% - eterogene) [6]. În cazul condițiilor de secetă, ca factor principal de variație, un număr mai mic de hibrizi au avut valori relativ eterogene (18,2%) și eterogene (36,4%).

Tabelul 2

Gradul de variație a recoltei hibrizilor de floarea-soarelui ca răspuns la condițiile de mediu

Factorul de variație a recoltei hibrizilor F_1	Numărul de hibrizi (%) cu CV:			
	<10%	<20%	<30%	>30%
Locație	6,6	49,2	29,5	14,8
Anul	22,9	51,4	14,3	11,4
An x Locație	0,0	52,4	33,3	14,3
Stresul abiotic (secetă)	0,0	45,5	18,2	36,4
Stresul biotic (*O. cumana*)	0,0	0,0	12,5	87,5

Diferențe majore între hibrizii de floarea-soarelui de performanță, în ceea ce privește recolta și componentele sale, au fost raportate anterior și de alți cercetători [10, 15], fiind relevat faptul că prin aplicarea corectă a practicilor de management (fertilizare, irigare etc.) și selecția plantelor cu caracteristici genetice mai bune pot fi influențate anumite caractere variabile.

Concluzii

Variația recoltei este expresia impactului condițiilor din mediul de creștere al hibrizilor de floarea-soarelui. Cele mai mari recolte au fost obținute, în perioada 2015-2017, de la hibrizii cultivați în regiunea de centru (maxim 3,91 t/ha la Băcioi), iar în următorii 2018-2020, de la cei cultivați în localități din nordul țării (maxim 4,28 t/ha la Vîsoca). Nu au fost stabilite diferențe semnificative între valorile medii ale recoltei per grup de hibrizi cu diferit grad de maturitate, atât în cadrul aceleiași localități, cât și între localități.

Stresul biotic (infecția cu *O. cumana*) a cauzat variații semnificative ale recoltei la majoritatea hibrizilor, 12,5% dintre aceștia prezentând valori relativ eterogene și 87,5% valori eterogene. În cazul stresului abiotic (secetă atmosferică și pedologică), reacția de răspuns a hibrizilor a fost mai puțin diferențiată. Performanța agronomică s-a menținut stabilă în diverse medii de creștere (5 localități) pentru 45% dintre hibrizi, în timp ce un număr mai mic de hibrizi au prezentat valori ale recoltei relativ eterogene (18,2%) și eterogene (36,4%).

Notă. Cercetările prezentate în lucrare au fost realizate în cadrul Subprogramului 011101, „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării, și în cadrul proiectului 20.80009.5107.01 „*Studii genetico-moleculare și biotehnologice ale florii-soarelui în contextul asigurării managementului durabil al ecosistemelor agricol*”.

Referințe bibliografice

1. Beyene, Y., Semagn, K., Mugo, S. et al. Genetic gains in grain yield through genomic selection in eight bi-parental maize populations under drought stress. In: *Crop Science*, 2015, vol. 55, pp. 154-163.
2. Boyle, E., Li, Y., Pritchard, J. An expanded view of complex traits: from polygenic to omnigenic. In: *Cell*, 2017, vol.169, pp. 1177-1186.
3. Clapco, S., Gisca, I., Cucereavii, A., Duca, M. Analysis of yield and yield related traits in some sunflower (*H. annuus*) hybrids under conditions of the Republic of Moldova. In: *Agro Life Scientific Journal*, 2019, vol. 8(2), pp. 248-258.
4. Cucereavii, A., Duca, M., Joița-Păcureanu, M. et al. Metode clasice și moderne de evaluare a germoplasmei de floarea-soarelui. Supliment didactic, Ch.: Tipografia Biotehdesign, Chișinău, 2018,

160 p.
5. Duca, M., Boian, I., & Domenco, R. The impact of droughts on sunflower production in the Republic of Moldova. In Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2022, vol. 50(4), pp. 13040.
6. Duca, M., Burcovschi, I., Clapco, S. et al. Efectul infecției cu lupoaie asupra recoltei de floarea-soarelui în condițiile Republicii Moldova. In: *Integrare prin cercetare și inovare*: Științe ale naturii și exacte, 9-10 noiembrie 2023, Chișinău. Ch: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2023, SNE, pp. 195-203.
7. Gonzáles, J., Mancuso, N., Ludueña, P. Sunflower yield and climatic variables. In: *Helia*, 2011, vol. 336, pp. 69-76.
8. Hladni, N., Skoric, D., Kraljevic-Balalic, M., et al. Heterosis for agronomically important traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: *Helia*, 2007, vol. 30(47), pp. 191-198.
9. Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N., et al. Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the forest-steppe of Ukraine. In: *American Journal of Plant Sciences*, 2020, vol.11 pp. 1331-1344.
10. Leite, R., Oliveira, C. Grouping sunflower genotypes for yield, oil content, and reaction to Alternaria leaf spot using GGE biplot. În: *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 2015, vol. 50, pp. 649- 657.
11. Mijic, A., Liović, I., Kovacevic, V., Pepó, P. Impact of weather conditions on variability in sunflower yield over years in Eastern parts of Croatia and Hungary. In: *Acta Agronomica Hungarica*, 2012, vol. 60 pp. 397-405.
12. Pissai, C. Stability of yield and other characters of sunflower across environments. Suranaree. In Journal Science and Technology, 2011, 18, pp. 55-60.
13. Rani, R., Sheoran, R., Bunty, S. Studies on variability, heritability and genetic advance for quantitative traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. In: *Res. Environ. Life Sci*., 2019, vol.10(6), pp. 491-493.
14. Razzaq, M., Rafiq, M., Habib, S. et al. Yield contributing parameters of autumn planted sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids under semiarid conditions. In: *Academy of Agriculture Journal*, 2017, vol. 2(8), pp. 56-61.
15. Ruzdik, M., Karov, I., Mitrev, S., et al. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids using multivariate statistical analysis. In: *Helia*, 2015, vol. 38, pp. 175-187.
16. Tabără V. Fitotehnie. Vol. II Plante Tehnice, Tuberculifere Și Oleaginoase. Timișoara: Brumar, 2005, 138 p.
17. Tabără,O., Rîşnoveanu, L., Gisca, I., et al. Evaluarea unor hibrizi de floarea-soarelui privind rezistența la secetă în Republica Moldova și România. In: *Revista Știința Agricolă*, 2018, vol.2, pp.8-16.

UDC: 632.4:633.111 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.15

Pathogen-induced synthesis of calloses and phenolic compounds in winter wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivar Renan

Emelyanov Volodymyr [1,2 *], Boboshko Olena[1], Kovbasenko Raisa[2], Symonenko Yuri[2], Matushevych Nadiia[2], SchwartauVictor[1]

1 - Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine, 2 - Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

** https://orchid.org/0009-0003-5216-3207, e-mail: vldeml@ukr.net*

Summary. The amount of pathogen-induced callose and phenolic compounds in winter wheat plants under inoculation with the pathogenic fungus *Pseudocercosporella herpotrichoides* was determined. Significant differences in the constitutional and induced accumulation of secondary metabolites in Renan seedlings were shown, which determines their systemic resistance to repeated stress.

Keywords: callose, phenolic compounds, winter wheat , fungus.

Introduction

One of the most important ways to increase the yield of crops is to obtain forms resistant to biotic stress [1]. To obtain a high yield of grain crops, it is necessary to conduct continuous selection based on a sufficient number and diversity of genes [2, 3, 4]. To protect soft wheat varieties from pathogens, introgressive resistance genes localized in foreign translocations are widely used [4].

The genotype of wheat variety Renan contains the translocation resistance gene *Pch1*, which is widely used in breeding to obtain resistant productive varieties of this crop. The mechanisms of realization of the resistance of this gene in the form of accumulation of certain protective substances are not known for certain [5]. The formation of protective structures in plants involved in the successful realization of productive ontogeny has not been studied enough, and the results of these studies are presented in few publications [6]. The presence of the translocated *Pch1* gene in plants significantly inhibited the germination of fungal hyphae [7] compared to lines that did not have this sequence. The increase in the time of infection development observed in varieties with this gene [5] slowed down the speed and efficiency of the development of the *P. herpotrichoides* pathogen [9]. Breeding lines with the presence of the Pch1 gene have increased resistance to the pathogenic fungus *P. herpotrichoides* [10] and other adverse environmental factors [11], which determines the high yield of grain crops [10]. At the same time, the manifestation of the *Pch1* gene in specific defense responses and the accumulation of certain stress metabolites in plants remains poorly understood [11].

The resistance of plants to biotic and abiotic stress-factors is based on the formation of a complex chain of constitutional and induced protective substances that form mechanical [12] and biochemical [13] immune barriers. The cell wall is the first barrier of plants [11]. Numerous changes occur in cell walls in response to microbial invasion [14]. One of the early reactions of plants to damage of their cell walls by hydrolytic enzymes of pathogens is their strengthening, which occurs due to the accumulation of *β-1,3-glucan* – callose. It is the most widespread component of cell defence [15]. Callose is deposited in the form of spiraled granules between the outer side of the plasmalemma and the inner layer of the cell wall at the sites of pathogen invasion. In addition to being a mechanical barrier to the germination of the fungal hyphae, callose granules are also a place of accumulation of antimicrobial secondary metabolites, including phenols. Such supramolecular complexes synergistically [16] prevent the pathogen from entering the cell. Phenolic compounds are often synthesized and accumulated in the subepidermal layers of plant

tissues that have been damaged by various stresses, including pathogen invasion [17]. Phenols, entering into a chemical bond with callose faces, contribute to the formation of a stable biochemical and mechanical barrier [18]. As a result of the interaction of this structural and biochemical conglomerate with other components of the cell wall, protective cluster structures are formed, which lead to increased resistance of plant tissues to the action of enzymatic complexes of pathogens during re-invasion [19]. In addition, plant synthesized phenolic compounds are a natural alternative to chemical means of controlling crop pathogenesis [20], which can undoubtedly be used in plant biotechnology to initiate immunity enhancement by pre-priming [21] and hardening [22]. The pathogenesis is caused by the prolonged accumulation of phytoalexins - hydroxycoumarin [23] and others. The latter act as both prolonged-acting fungitoxins in areas of local pathogenesis [24] and substances of induced systemic resistance. Barrier protective clusters are formed on the periphery of necrotic tissues in the reaction of Hypersensitive response (cell death) [25], and at the same time they are an element of the systemic resistance of plants to repeated pathogen damage [26] or other environmental stressors [27]. Recognition of potential pathogenesis signals and their sequential transduction into the cell interior [28] triggers genetically determined immune responses. Plant cells, among other things, synthesis and accumulate phenolic compounds [29], which results in pathogen-associated molecular patterns (PAMPs) that lead to PAMP-mediated immunity [28]. As a result, the development and spread of infection is often limited long before the pathogen can penetrate the inner layers of plant tissues [30].

Phenolic compounds and callose are part of papillae, hemispherical capsule-like formations between the plasmalemma and the cell wall, which are a component of the PTI (pattern-triggered immunity) response. To prevent repeated pathogenesis, plants thicken the cell wall in places of previous contact with the microorganism, forming papillae as an element of systemic resistance [15]. Thus, papilli are supramolecular complexes containing callose, cellulose, lignin, suberin, phenolic polyamines, ROS, arabinogalactan proteins, hydroxyproline, rich glucoproteins, pectin, xyloglucans, as well as inorganic chemical elements such as calcium, silicon, zinc, etc. Due to the cooperative behaviour [32] of the complexes of the protective barrier system - papillae, both the mechanical properties of the cell wall are enhanced and the rapid and effective implementation of the local biochemical defence response of plant cells and tissues under the influence of extracellular enzymatic complexes of pathogens [13], mechanical stress [8], etc. is ensured.

The study of the dynamics of the callose accumulation [8] and phenolic compounds [20] in plants of the *Poaceae* family as essential molecular defences is very relevant. Also, the issues of their quantitative accumulation [33] and the ratio of the amount of certain metabolites of protective action [11] in superorganised structures that appear under stress and provide increased plant resistance to repeated exposure to adverse environmental factors, which is the key to high yields, remain poorly understood. For the experiments, we chose winter wheat plants of the Renan variety with the presence of the *Pch1* gene [33], which is characterised by increased resistance to P. herpotrichoides and high yield [27, 32].

The experimental work involved the study of the dynamics of changes in the amount of accumulation of callose and phenolic compounds in winter wheat seedlings of the Renan variety under the pathogenesis of the hemibiotrophic fungus *Pseudocercosporella herpotrichoides* (Fron) Deighton and constitutionally. Analysis of the results.

Materials and methods

Seedlings of winter wheat, a relatively resistant to the pathogen *P. herpotrichoides* variety Renan [34], were used in the experiments and grown on sandy culture. The wheat seeds were planted in pots of 100 pieces. Seven-day-old seedlings were infected with a suspension of conidia in the concentration range of 1×10^2 - 1×10^5 CFU (colony forming units)/ml [35] of the highly virulent strain 543 7/1 of from the collection of the Institute of Plant Protection of the National Academy of

Sciences of Ukraine. Control variants were treated with distilled water. Plant material was sampled every 24 hours for 5 days.

The isolation and quantification of callose was performed according to the modified method of Kauss et al. [36]. Measurements of calose luminescence were performed using the SDL–1 device (LOMO, Russia), excitation wavelength (λex) – 397 nm, measurement wavelength (λ em) – 490 nm.

The total content of phenolic compounds was determined using the Folin-Checalt reagent. Ferulic acid, as the dominant phenolic substance in plants of the cereal family [37], was used to construct a calibration curve for calculating the content of total phenolics in ethanol extracts. The material was dried at 60°C in a ventilated oven. 100 mg of the dry material was ground with glass powder and extracted in 1 ml of 95% ethanol for 24 h. The amount of phenolics was determined by the optical density, at λ = 765 nm, on a spectrophotometer.

Result and discussions

At the first stage of the experimental work, the amount of constitutional callose accumulation in 8 – 12 days-old seedlings of the selected varieties was determined. The results of the experiments showed that after 24 hours of study, the amount of constitutional callose accumulation in Renan seedlings was about 0.7 μg-eq/mg of fresh weight of plant cells (Fig. 1). The amount of its deposition gradually increased over 120 hours. From 24 to 48 and 72 to 96 hours of the experiment in the control variants of Renan seedlings, the average increase in callose was 0.1 μg-eq/mg of fresh weight plant cells(fwpc) per day. Its most intensive increase was observed from 48 to 72 hours of research and averaged 0.3 μg-eq/mg fwpc . From 96 to 120 hours of the experiment, its amount remained at the level of the previous day. After inoculation of Renan seedlings with highly virulent pathogen strain 543 7/1 of *P. herpotrichoides*, a gradual increase in induced accumulation of callose was observed, which occurred in most experimental plants in proportion to the increase in the concentration of fungal colonies, except for plants treated with inoculum at a concentration of 10^5 CFU/ml. The increase in callose at 24 hours of the experiment ranged from 0.8 to 1.3 μg-eq/mg of fresh weight in a sequence according to the inoculum concentration: $10^5<10^2 < 10^3<10^4$ CFU/ml. The amount of pathogen-induced accumulation of callose increased over time from 0.7 to 2.4 μg-eq/mg fwpc and on day 4 of the experiment it was from 1.5 to 2.4 μg-eq/mg fwpc in accordance with the inoculum concentration: $10^2<10^3<10^5<10^4$ CFU/ml (Fig. 1). On day 5, its amount remained at the same level. The increase in the amount of accumulated callose in Renan seedlings was almost proportional to the increase in the concentration of fungal inoculum (Fig. 1). This dependence was maintained throughout the experiment, and the ability of the pathogen to induce an increase in the amount of its accumulation within 4 – 5 days of concentration was as follows: $10^4 >10^5 >10^3>10^2$. Thus, the amount of callose accumulated by Renan seedlings increased with increasing pathogen concentration up to 10^4 CFU/ml. Further increase in the fungus concentration did not lead to an increase in the amount of its accumulation in plants. That is, for plants of this variety, at this level of biotic stress, this reaction reached its physiological maximum [38] and was not effective for plant protection and adaptation to this type of stress with further increase in the pathogen concentration.

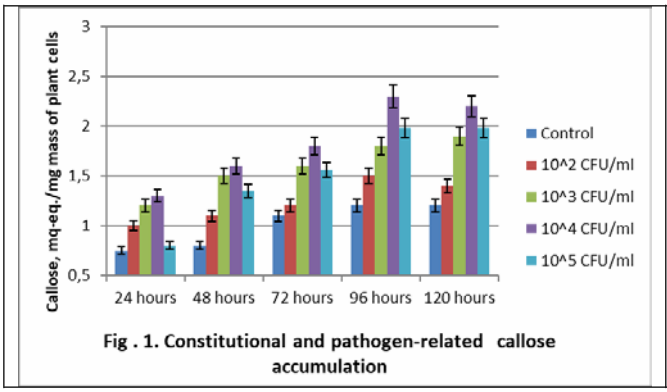


Fig . 1. Constitutional and pathogen-related callose accumulation

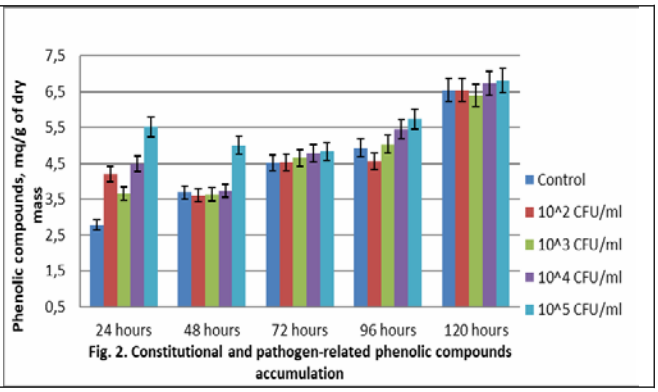


Fig. 2. Constitutional and pathogen-related phenolic compounds accumulation

The next stage of the experiments was devoted to determining the amount of accumulated phenolic compounds under pathogen inoculation in the concentration range of 10^2 – 10^5 CFU/ml. The results of the experiments on the pathogen-induced amount of accumulated phenolic compounds in Renan variety showed that on the first day of the experiment, their average amount in plants increased proportionally to the increase in the pathogen concentration in the range of : 10^2 – 10^5 CFU/ml and averaged from 3.6 to 5.6 mg/g of dry biomass, respectively (Fig. 2). At 48 hours of the experiment, there was a slight decrease in their number in all experimental plants. The amount of accumulated compounds in seedlings treated with fungal inoculum at a concentration of 10^2 – 10^4 CFU/ml averaged 3.6 – 3.8 mg/g dry biomass, which almost coincided with the values in the control. In wheat plants of Renan variety treated with fungal inoculum at a concentration of 10^5 CFU/ml, the amount of phenols decreased on average from 5.6 to 5 mg/g dry biomass at 48 h of the experiment and continued to decrease on average to 4, 8 mg/g dry biomass by 72 h of the study, in contrast to Renan seedlings treated with a suspension of fungal conidia at a concentration of 10^2 – 10^4 CFU/ml, the amount of which again increased to 4.4 – 4.8 mg/g dry biomass by 72 h of the experiment (Fig. 2).

The obtained results suggest that at a sufficient level of pathogenesis in Renan seedlings after 1 day of the experiment, where the most intense surge of phenol accumulation was observed, their transformation into other molecular conglomerates, more effective from the point of view of plant protection, such as quinones, occurred [30]. Moreover, in seedlings treated with the maximum concentration of the pathogen, the process of biochemical transformation of phenols into other structural components took twice as long due to their greater accumulation in plants than in seedlings inoculated with the pathogen at concentrations of 10^2 –10^4 CFU/ml. The amount of phenols increased in proportion to the time and the increase in the inoculum concentration. At 96 and 120 hours of the experiment, a slow increase in the amount of phenolic compounds in seedlings of all studied samples was observed in proportion to the increase in the concentration of the fungal inoculum, which ranged from 4.6 to 6.9 mg/g of dry biomass, respectively. At the same time, in the control seedlings of Renan variety at 96 and 120 hours of the experiment, the graphical curve of the amount of accumulated phenolic compounds repeated the pattern of their pathogen-induced accumulation and averaged 4.5 and 6.3 mg/g dry biomass.

The results of experiments of pathogen-induced accumulation of phenols in 8 – 12 days-old seedlings of Renan variety showed that it occurs most intensively on the first day, after which their concentration decreases in wheat plants of this variety, which is probably due to their overoxidation into quinones [23] over the next 1 – 2 days. Studies of the amount of quinone accumulation in the same model can either confirm or refute this assumption. The time interval for the decrease in phenolics concentration in Renan seedlings depended on the concentration of the pathogen inoculum (Fig. 2). The higher the concentration of the pathogen inoculum, the more phenolics were accumulated by plants and the longer the pause in their further growth.

Conclusions

The ability of intact seedlings of Renan variety to accumulate a large amount of constitutional callose and phenolic compounds in the early stages of vegetation was determined, which directly correlates [34] with the resistance of this variety to the pathogen of ocular spot *Pseudocercosporella herpotrichoides.*

The intensive accumulation of the studied protective substances in Renan seedlings over time may be a decisive factor of resistance to the influence of the pathogenic fungus *P. herpotrichoides*. That is, repeated inoculation with the pathogen or exposure to other unfavourable environmental factors on Renan plants can initiate a faster response due to the formed superorganised structures.

Thus, it is highly probable that the cooperative [32] reorganisation of biochemical processes in Renan plants and the presence of superorganised structures in them determines their higher information capacity and ensures higher system reliability. That is, dissipative structures (non-gentropic pumps - papillae, etc.) stabilise the entropy flux and ensure the maintenance of a stationary non-equilibrium state [39] at a higher information and energy level. In addition, modern electron microscopic, spectroscopic, and spectrofluorimetric research methods can provide a deeper understanding of the formation processes and functions of dissipative structures.

References

1. Wei, L. Advances and prospects in wheat eyespot research: Contribution from genetics and molecular tools. In: *Journal of Phytopathology*, 2011, vol. 7, no. 8, pp. 235-243.
2. McIntosh, R. A. Close genetic linkage of genes conferring adult-plant resistance to leaf rust and stripe rust in wheat. In: *Plant Pathology*, 1992, vol. 41, no 5, pp. 523-527.
3. McIntosh, R.A., Brown, G.N. Anticipatory breeding for resistance to rust diseases in wheat. In: *Annu Rev Phytopathol*., 1997, vol. 35, pp.311-326. https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.35.1.311
4. Sibikeev, S.N., Druzhin, A.E. Prebreeding research of near-isogenic lines of spring bread wheat with a combination of translocations from *Agropyron elongatum* (Host.) P.B. and *Aegilops ventricosa* Tausch, Vavilov journal of genetics and breeding, 2015, vol. 19, no. 3, pp. 310-315.
5. Dumalasová, V., Palicová, J., Hanzalová, A. et al. Eyespot Resistance Gene Pch1 and Methods of Study of its Effectiveness in Wheat Cultivars. In: *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 2015, vol. 4, no.5, pp. 166-173.
6. Cook, D.E., Mesarich, C.H., Thomma, B.P. Understanding plant immunity as a surveillance system to detect invasion. In: *Annu Rev Phytopathol*, 2015, no 53, pp. 541-563. doi:10.1146/annurev-phyto-080614-120114.
7. Blein, M., Levre,l A., Gautier, V. et al. The specific effets of the pch1 resistance gene on the development of *Oculimacula yallundae*, the causing agent of wheat eyespot. Cereal science and technology for feeding ten billion people: genomics era and beyond. Zaragoza: CIHEAM / IRTA, 2008.
8. Zhu, J. K. Abiotic stress signaling and responses in plants. In: *Cell*, 2016, vol. 2, no 167, pp. 313-324.
9. Blein, M., Levrel, A., Gautier, V. et al. The specific effets of the pch1 resistance gene on the development of *Oculimacula yallundae*, the causing agent of wheat eyespot. In: *Options Méditerranéennes*, 2015, no 81, pp. 159-162.
10. Hanzalová, A., Dumalasová, V., Tsumíková, T., Bartoš, P. Rust Resistance of the French Wheat Cultivar Renan. In: *Czech J. Genet. Plant Breed*., 2007, vol. 2, no 43, pp. 53-60.
11. Boboshko O. P., Panyuta O. O., Artemenko O. Y., Emelyanov V. I., Taran N. Y. Time-course of pathogen induced accumulation of callose as mechanical protective barrier in wheat seedlings. In: *Cytol Genet.*, 2017, vol. 51, no. 1, pp. 26-31.

12. Smirnova, O. G. , Kochetov, A. V. Plant cell wall and mechanisms of resistance to pathogens. In: *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2016, vol.6, no. 5, pp. 622-631.
13. Doughari, J.H. An overview of plant immunity. In: *J Plant Pathol Microbiol*, 2015, vol. 6, no. 322, pp. 1-11.
14. Malinovsky, F.G., Fangel, J.U., Willats, W.G. The role of the cell wall in plant immunity. In: *Front Plant Sci.*, 2014, vol.5, no.178, pp. 1-12.
15. Underwood, W., The Plant Cell Wall: A Dynamic Barrier Against Pathogen Invasion. In: *Front Plant Sci*., 2012, vol. 4 , no. 8, pp., 483-593.
16. Prigogine, I., Kondepudi, D. Modern thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures, M.: Mir, 2002.
17. Cle, C., Hill, L. M., Niggeweg, R. et al. Modulation of chlorogenic acid biosynthesis in *Solanum lycopersicum*; consequences for phenolic accumulation and UV-tolerance. In: *Phytochemistry*, 2008, vol. 69, no. 11, pp. 2149-2156.
18. McLusky, S.R., Bennett, M.H., Beale M.H., et al. Cell wall alterations and localized accumulation of feruloyl-30-methoxytyramine in onion epidermis at sites of attempted penetration by *Botrytis allii* are associated with actin polarisation, peroxidase activity and suppression of flavonoid biosynthesis. In: *Plant Journal*, 1999, vol. 17, no 5, pp. 523-534.
19. Zeyen, R. J., Carver, T.L.W., Lyngkjær, M. F. Epidermal cell papillae. The Powdery Mildews: a comprehensive treatise, MN, USA: APS Press, 2002.
20. Ferrazzano, G.F., Amato I., Ingenito A., Natale, De A., Pollio, A. Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea). In: *Fitoterapia*, 2009, vol. 80, no. 20, pp. 255-262.
21. Emelyanov, V. I, Kravchuk, J. N, Poliakovskiy, S.O., Dmitriev, O.P. Callose deposition in the processing of the cells of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) biotic elicitors. In: *Cytology and Genetics*, 2008, vol. 42, no. 2, pp. 21-28.
22. Венжик, Ю. В., Титов, А. Ф., Таланова, В. В. Реакция растений пшеницы на комбинированное действие низкой температуры и кадмия, Труды Карельского научного центра РАН, 2017, № 12, С.108-117.
23. Karou, D., Dicko, M., Simpore, J., Traore, A. Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. In: *Afr. J. Biotechnol*., 2005, no 4, pp. 823-828.
24. Gupta, S. K., Tripathi, S.C. Fungitoxic activity of *Solanum torvum* against *Fusarium sacchari*. In: *Plant Protect. Sci*., vol. 47, no 3, 2011, pp. 83-91.
25. Plotnikova, L. Y., Cytological, molecular and genetic bases of plant species immunity to fungal pathogens. In: *Mycology and Phytopathology*, 2008,V. 42, no.5., pp. 393-410.
26. Udalova, Zh. V., Zinovieva, S. V. Induction of plant resistance to nematodes sedentary biogenic elicitors. In: *Russian Journal of Parasitology*, 2016, vol. 38, no 4, pp. 575-582.
27. Chowdhury, J., Henderson, M., Schweizer, P. et al. Differential accumulation of callose, arabinoxylan and cellulose in nonpenetrated versus penetrated papillae on leaves of barley infected with *Blumeria graminis* f. sp. Hordei. In: *New Phytologist*, 2014, vol.3, no 204, pp. 650-660.
28. Zipfel, C. Pattern-recognition receptors in plant innate immunity. In: *Curr. Opin. Immunol*., 2008, no 20, pp. 10-16.
29. Newman, M., Dow, J., Molinaro, A., Parrilli, M. Priming, induction and modulation of plant defense responses by bacteria lipopolysaccharides. In: *J Endotoxin Res*., 2007, no 13, pp. 69-84.
30. Nicaise, V., Roux, M., Zipfel, C. Recent advances in PAMP-triggered immunity against bacteria: pattern recognition receptors watch over and raise the alarm. In: *Plant Physiol.*, 2009, no 150, pp.1638–1647.
31. Plotnikova, L. Y. Cytological, molecular and genetic bases of plant species immunity to fungal pathogens. In: *Mycology and Phytopathology*, 2008,vol. 42, no 5., pp. 393-410.

32. Bhuiyan, N.H, Selvaraj G, Wei, Y, King J. Role of lignification in plant defense. In: *Plant Signal Behav*., 2009, vol. 2, no 4, 158-190.
33. Wei, L. Advances and prospects in wheat eyespot research: Contribution from genetics and molecular tools. In: *Journal of Phytopathology*, 2011, vol. 159, 7-8, pp. 457-470.
34. Hanzalová, A. Rust resistance of the french wheat cultivar renan. In: *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 2007, vol. 2, no 43, pp. 53-60.
35. The patent for utility model 389960, Ukraine, A01N 1/04. Method of infection to assess the stability of winter wheat to the pathogen tserkosporelozu, Panyuta O.O. Belava V.N Taran N. - Bull. №9. Applications. 01/11/2013. Publish. 05/12/2014.
36. Kauss, H., Jeblick, W., Domard, A. The degrees of polimerization and N-acetylation of chitosan determine its ability to elicit callose formation in suspension cells and protoplasts of *Catharanthus roseus.* In: *Planta*, 1989, vol. 178, no 3., pp. 385 – 392.
37. Kim, K.-H., Tsao, R., Yang, R., Cui, S.W. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. In: *Food Chemistry*, 2005, vol. 95, no 3, pp. 466-473.
38. Ємельянов, В. І., Поляковський, С. О., Дмитрієв, О. П. Тригерний діапазон концентрацій цитозольного кальцію в індукції захисних реакцій у клітинах томатів (*Lycopersicon esculentum* L.). In: *Доповіді Національної академії наук України*, 2008, № 6, ст. 153-157.
39. Пригожин, И.Р. От существующего к возникающему, М.: Наука, 1985.

UDC: 631.811.98:634.22 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.16

INFLUENȚA TRATĂRII POMILOR DE PRUN CU SBA REGLALG ȘI MICROELEMENTE ASUPRA ACTIVITĂȚII APARATULUI FOTOSINTETIC, PEROXIDAZEI ȘI CATALAZEI

Gîscă Alina*, Popovici Ana, Svetlicenco Valentina
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
** https://orchid.org/0009-0001-8770-673X, e-mail: alina.gisca@sti.usm.md*

Summary. Vegetative growth and photosynthesis are the mainstaies of plant vitality, productivity and resilience. Over the course of four years, during the vegetation period, the functionality of the photosynthetic apparatus and the activity of the enzymes peroxidase, polyphenoloxidase and catalase were determined in ontogeny in the leaves of four late varieties of plum. Resulting from the average activity of the enzymes investigated in part, we obtained that it changed differently depending on the environmental conditions, high temperatures, genotype, tree treatments, as well as the differentiated role of each enzyme in the metabolic processes that took place in certain phenophases in the leaves of plum trees of the researched varieties. In all varieties, there were higher values in the version treated with SBA Reglalg and microelements Br, Zn, Mn and Mo. The President variety had higher peroxidase values, Stanley and President varieties of polyphenoloxidase, and Stanley variety of catalase.

Keywords: plum leaves, leaf surface, photosynthesis, peroxidase, polyphenoloxidase, catalase, Reglalg.

Introducere

S-a efectuat un studiu al efectului preparatului natural Reglalg împreună cu microelementele B, Zn, Mn și Mo, asupra soiurilor de prun de selecție locală și străină în perioada 2020-2023, care a relevat efectul stimulant al unui astfel de tratament asupra formarii și funcționarii aparatului fotosintetic [3, 8] și asupra activității unor enzime ca: peroxidaza, catalaza și polifenoloxidaza. Acest lucru a contribuit la o realizare mai completă a potențialului plantelor și la biosinteza activă a substanțelor de rezervă din fructele de prun.

În rezultatul proceselor metabolice în celulele plantelor se acumulează cantități mari de substanțe oxidative, ca peroxidul de hidrogen și a., ce pot afecta plantele în rezultatul supraproducției acestora. În plante există un sistem protectiv, anti-oxidativ, reprezentat prin enzime, care în condițiile optime de vegetație datorită lor în celule se păstrează un echilibru dinamic al proceselor de formare și de lichidare a formelor active de oxigen. Nivelul intracelular al enzimelor este genetic determinată și de regulă activează în complex. Ele se specializează în scopul realizării diferitor etape de reducere a oxigenului [2, 4, 9]. Odată cu schimbarea condițiilor de creștere a plantelor de cultură se modifică activitatea și direcția de acțiune a enzimelor antioxidante. Un rol important în procesul de oxido-reducere la plantele de cultură, inclusiv și la pomii fructiferi le aparține enzimelor antioxidante terminale, peroxidaza, catalaza și a. Acestea contribuie la modificarea calitativă a schimbului de substanțe pe parcursul ontogenezei plantelor, posedând în același timp o însemnătate deosebită în asigurarea adaptării lor la modificările permanente, inclusiv nefavorabile ale condițiilor mediului înconjurător [3, 4, 5].

Materiale și metode

Cercetările științifice au fost efectuate la pomii de prun crescuți în livadă. În studiu au fost incluse patru soiuri tardive de prun dintre care Stenley și President de origine străină, iar Udlinionnaia și Superpresident de origine locală. Pomii de prun au fost tratați foliar cu soluția

apoasă a reglatorului de creștere Reglalg (0,05 %) și microelementelor B, Zn, Mn, Mo (0,01 %), aplicate separat sau în complex după 10-14 zile de la înflorire și în faza creșterii intensive a lăstarilor. Pentru analize au fost colectate frunze la fiecare două săptămâni, selectate de la pomii tratați pe parcursul perioadei de vegetație conform variantei Reglalg + microelemente. În calitate de martor au servit pomii tratați cu apă.

Metodele cercetării:

- determinarea masei specifice a frunzelor, suprafeței foliare, potențialului fotosintetic și fotosintezei netă în dinamică la diferite soiuri de prun [8];
- activitatea enzimelor peroxidaza, polifenoloxidaza și catalaza în frunze, a fost determinată în dinamică conform metodelor [1, 6, 7].

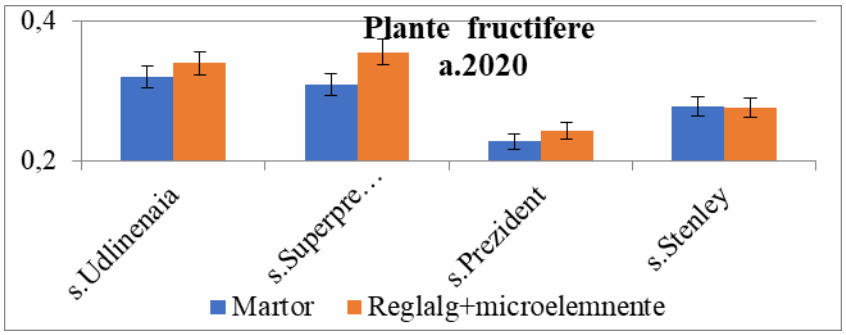
Datele au fost prelucrate statistic (Program EXEL).

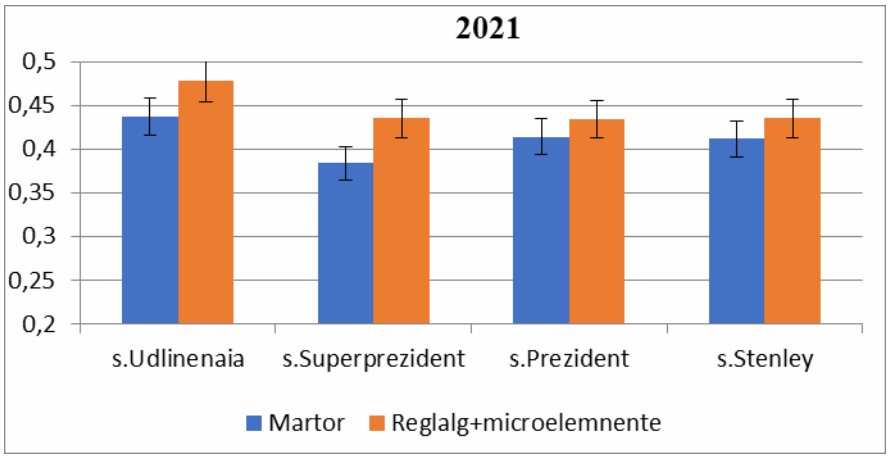
Rezultate și discuții

Dinamica de creștere a lăstarilor în lungime și diametru, precum și numărul de frunze per lăstar, sunt identice pentru toate soiurile și variantele studiate. În ceea ce privește lungimea și diametrul lăstarilor, efectul tratamentului cu Reglalg și microelemente este nesemnificativ, puțin mai pronunțat la soiurile de selecție străină în comparație cu soiurile locale.

Lungimea frunzei la martor este mai mică, mai ales la soiurile locale. După lățimea frunzei nu s-au stabilit diferențe semnificative între variante, dar soiurile locale sunt oarecum superioare față de cele de origine străină. În perioada de creștere intensivă a frunzelor și lăstarilor, la mijlocul lunii iunie 2022, masa frunzelor crește la toate soiurile sub influența substanțelor biologic active cu microelemente, mai ales la soiurile Udlinionnaia și Superpresident.

Compararea valorilor medii ale masei uscate a frunzelor (g) ale soiurilor de prun pe ani a arătat o creștere a acestei mase la plantele fructifere în 2021 față de anul arid 2020 și greutăți semnificativ mai mari ale frunzelor plantelor tinere de prun (Fig.1). Influența SBA Reglalg și microelemente la plantele tinere a fost în medie 112%, la plantele fructifere în diferiți ani, această valoare a fost de 106% (2020) și 108% (2021).





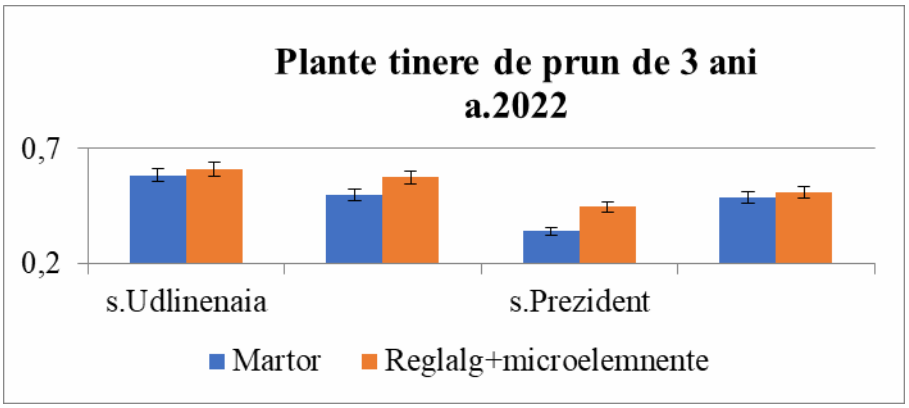
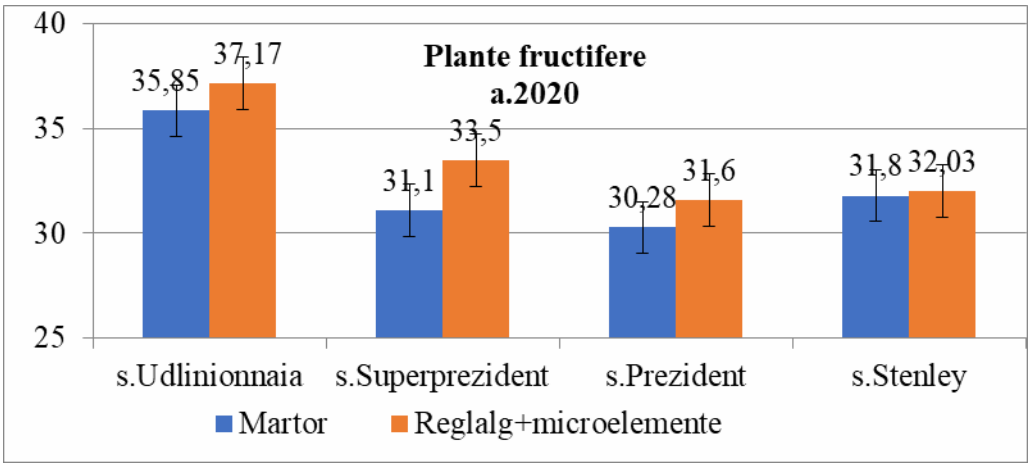
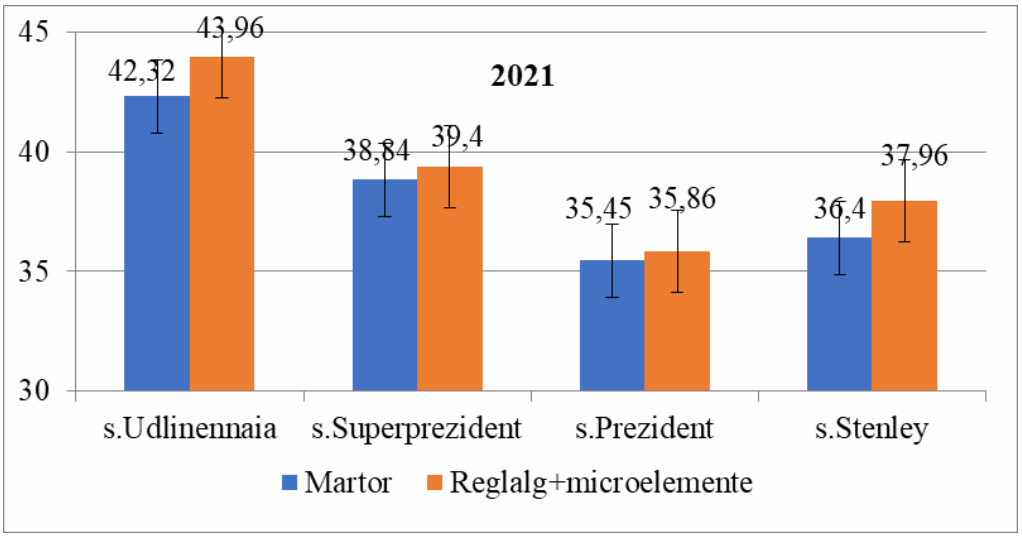


Figura 1. Efectul SBA Reglalg în combinație cu microelemente asupra greutății uscate medie a frunzei (g) a plantelor de prun în diferiți ani

Dinamica creșterii în greutate și a suprafeței frunzelor plantelor de prun la martor și experiment sunt identice. Comparația acțiunii tratamentului foliar cu Reglalg în combinație cu microelemente pe suprafața frunzelor în ani cu condiții climatice diferite (fig.2) demonstrează clar vârsta plantelor de prun.





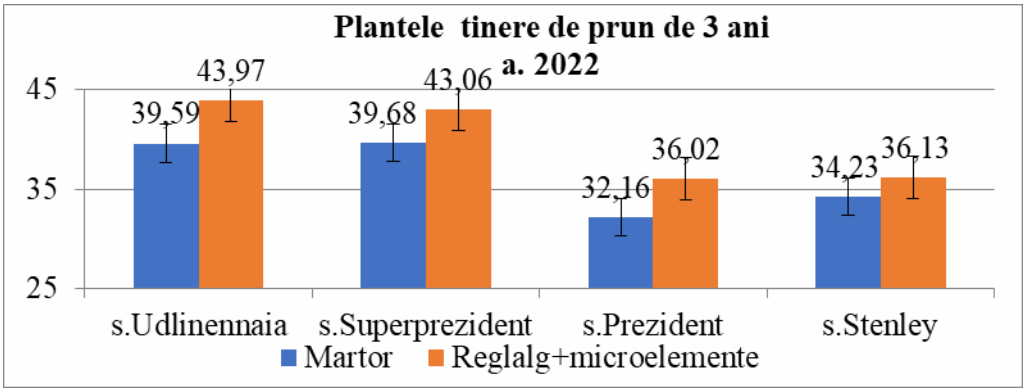


Figura 2. Suprafața foliară medie a frunzelor pomilor de prun (cm^2), tratate cu Reglalg în combinație cu microelemente, în diferiți anii

Plantele tinere au o suprafață foliară mai mare și un procent mai mare de stimulare a frunzelor cu Reglalg și microelemente. Dacă comparăm anii secetoși din 2020 și 2022, atunci creșterea suprafeței frunzelor în plantele fructifere și tinere de prun stimulate prin tratarea prunelor cu SBA Reglalg cu un amestec de microelemente este evidentă. La plantele tinere ale soiurilor Udlinnionaia, SuperPresident și President, această influență este mai semnificativă (110 - 113% față de martor).

În decursul a patru ani, în perioada de vegetație, a fost determinată în dinamică activitatea enzimelor peroxidaza, polifenoloxidaza și catalaza în frunzele a patru soiuri tardive de prun – două de origine străină Stanley și President și două de origine autohtonă Udlinennaia și Superpresident.

Reieșind din media activității peroxidazei (fig.3) pe patru ani s-a constatat că la varianta tratată cu SBA Reglalg + microelementele B, Zn, Mn, Mo activitatea ei a fost mai înaltă decât la varianta martor. În dependență de soi a constituit cu 23,3 – 28,9 % mai ridicată comparativ cu martorul. Activitatea medie pe doi ani a polifenoloxidazei (fig. 4) în frunzele pomilor de prun ale soiurilor cercetate la varianta tratată a constituit la trei soiuri cu 13,1 - 17,8%, iar la s. Superpresident cu 32,6% mai ridicată decât la martor. Activitatea medie pe trei ani a catalazei (fig. 5) în frunzele pomilor de prun în dependență de soi la varianta tratată a fost cu 17,3 – 23,8 % mai înaltă comparativ cu martorul.

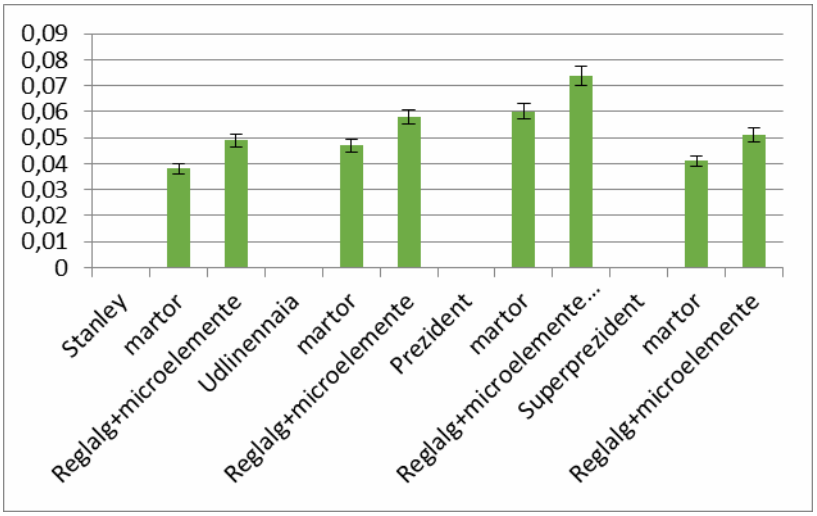


Figura 3. Rezultatele medii ale activității peroxidazei în frunzele pomilor de prun pe parcursul a patru ani în funcție de tratare

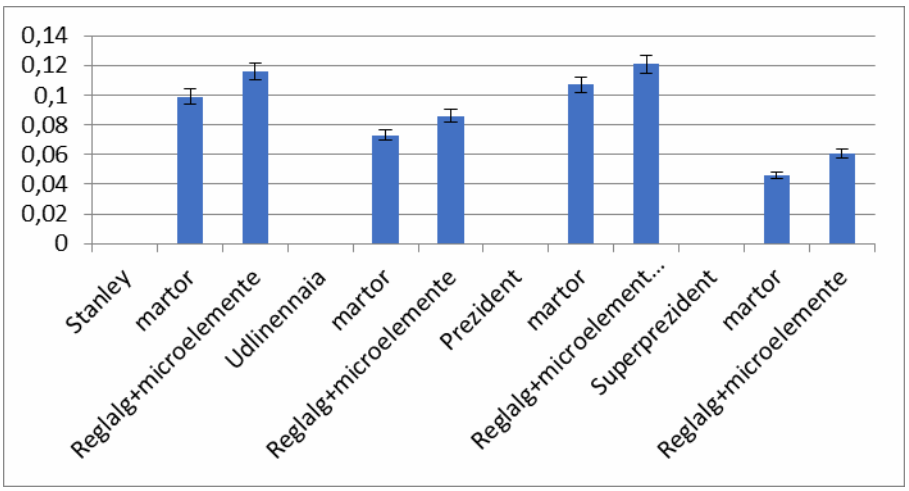


Figura 4. Rezultatele medii ale activității polifenoloxidazei în frunzele pomilor de prun pe parcursul a doi ani în funcție de tratare

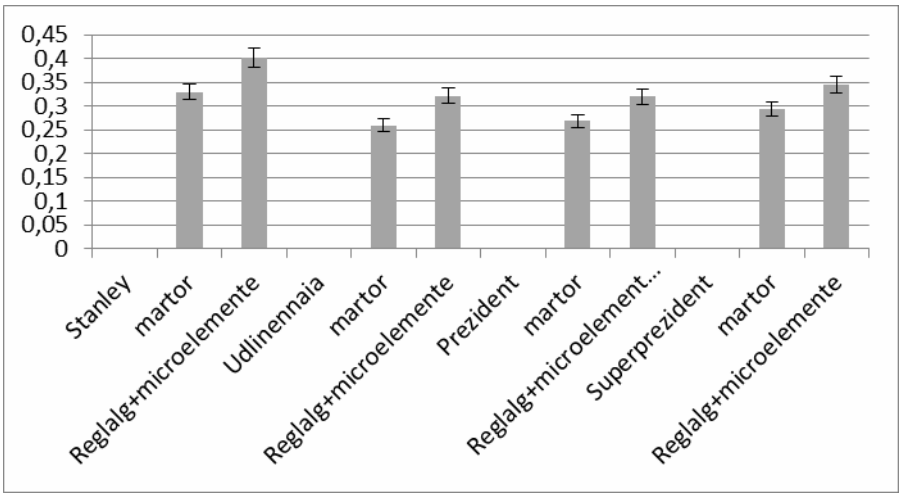


Figura 5. Rezultatele medii ale activității catalazei în frunzele pomilor de prun pe parcursul a trei ani în funcție de tratare

Comparând valorile medii ale activității acestor enzime pe fiecare an în parte s-a depistat că în dependenţă de condiţiile mediului, a temperaturilor ridicate, prezenţa şi lipsa precipitaţiilor activitatea lor în frunzele pomilor de prun s-a modificat diferit. Mai sporită a fost activitatea peroxidazei în ultimii doi ani cu temperaturi ridicate. La s. President s-au depistat valori mai ridicate comparativ cu celelalte trei soiuri cercetate. Activitatea polifenoloxidazei în frunzele pomilor de prun ale soiurilor cercetate a fost mai ridicată în anul 2021, fiind un an favorabil, cu precipitaţii. Valori mai sporite a acestei enzime au fost la soiurile de origine străină Stanley şi President. Activitatea catalazei a avut valori mai joase în a. 2022 şi mai sporite în a. 2023, în a. 2021 activitatea ei a avut valori intermediare. Valori mai înalte ale activităţii catalazei le-a avut s. Stanley. La soiurile de origine autohtonă activitatea enzimelor cercetate a fost mai diminuată decât la acele de origine străină. Cu modificarea activității enzimelor peroxidaza, polifenoloxidaza și catalaza în ontogeneză, menționăm participarea lor cu rol diferențiat în procesele metabolice care corelează cu funcțiile de rezistență și adaptare a plantelor la condițiile nefavorabile ale mediului cât și la dezvoltarea pomilor. Studierea activității fermentative în frunze reflectă direcția proceselor metabolice, având un rol important și în productivitatea fotosintetică din frunzele pomilor de prun.

Concluzii

Stimulatorul de creștere biologic activ de origine naturală Reglalg în amestec cu microelementele B, Zn, Mn și Mo stimulează formarea și funcționarea aparatului fotosintetic cât și activitatea enzimelor în frunzele soiurilor tardive de prun cercetate, atât de origine locală cât și străină.

Analiza rezultatelor obținute argumentează influența considerabilă a preparatului Reglalg în complex cu microelementele B, Zn, Mn și Mo asupra proceselor metabolice ce caracterizează activitatea sistemului producțional la plantele de prun.

Activitatea enzimelor cercetate s-a modificat diferit în dependenţă de condiţiile mediului, a temperaturilor ridicate, a particularităţilor biologice ale soiurilor cât şi de rolul diferenţiat al fiecărei enzime în parte în procesele metabolice din frunzele pomilor de prun ale soiurilor Stanley, Udlinennaia, President și Superpresident,

Tratarea pomilor de prun în perioada de vegetație cu SBA Reglalg + microelementele B, Zn, Mn, Mo a influenţat pozitiv activitatea enzimelor peroxidaza, polifenoloxidaza și catalaza, cercetate în ontogeneză, sporind activitatea lor, cu rol important în procesele de dezvoltare ale pomilor.

Notă. Cercetarea au fost realizată în cadrul subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Chance B., Machely A. Assay of catalase and peroxidaze. In: *Methods Enzimol,* 1995,2, p.764-765.
2. Sharma P., Jha A.B., Dubei R.S., Ressarakli M. Reactive oxigen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. In: *Jurnal of botăny*. 2012. Article ID 217037, 26. P.
3. Șișcanu Gh. Fotosinteza și funcționalitatea sistemului donator-acceptor la plantele pomicole. Chișinău, Tipogr. AȘM. 2018, 316 p.
4. Ştefîrţă A., Brânză L., Vrabie v., Aluchi N. Fiziologia stresului, adaptării și rezistenței la secetă a plantelor de cultură. Chișinău, Tipografia AȘM. 2017, 372 p.
5. Андреева В.А. Фермент пероксидаза, участие в защитном механизме растений. Москва: Наука, 1988, 128 с.
6. Воскресенская, О.Л., Алябышева, Е. А., Половникова, М.Г. Большой практикум по биоэкологи. Учебное пособие. Части I. Марийский ГОС Унив. Йошкар-Ола, 2006. 107с.
7. Ермаков А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. Ленинград, Агропромиздат. 1987, 430 с.
8. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. In: *Физиология фотосинтеза*. М.: Наука,1982, с.7-33.
9. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Активные формы кислорода при адаптации растений к стрессовым температурам. In: *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009, 41, №2, с. 95-108.
10. Титова, Н., Бужоряну, Н., Шишкану Г., Скурту Г., Георгий. Влияние природных биорегуляторов на фотосинтетическую деятельность растений груши. In: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective: Simp. ştiinţific naţional cu participare interna.,* Ed. 5, 21-22 octombrie 2019, Chișinău, RM, Tipogr. Print-Caro, 2019, p. 133. ISBN 978-9975-56-695-7. DOI: https://doi.org/10.53040/9789975566957.127.

UDC: 634.8.05 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.17

INTERSPECIFIC RHIZOGENE GRAPEVINE VARIETIES FOR ECOLOGICAL VITICULTURE

Gladei Mihai
Institute of Genetics Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
0009-0008-4241-6668, e-mail: mihai.gladei@sti.usm.md

Summary. Following the increasingly pronounced climate changes that have taken place in recent years, there is an acute need to revive the traditional grapevine assortment in order to reduce the influence of harmful phenomenas on grapevine harvests and ensure their stable production in conditions of frequent climate disruptions. Due to the reduced genetic plasticity of *Vitis vinifera* grapevine species, there is an urgent need of revitalizing the viticultural assortment with new genotypes whose main characteristics are high adaptability to abiotic environmental factors but also resistance and tolerability to some pathogens and pests specific to grapevines.

Keywords: *Vitis vinifera*, *Muscadinia rotundifolia*, hybrid, interspecifical genotypes, viticulture, genetical plasticity.

Introduction

In the last decades we observe more oftenly negative climate changes and a increasing frequency of natural disrupting phenomenas both during the vegetation period of the plants and in the state of vegetative rest. This fact affects the normal develompent of grapevine plants, their vegetation process and as a result the grape harvest. The main goal of modern viticulture is to obtain high quality production with minimal resource consumption. High quality grapes and wine derivates can be ensured if three main factors are taken into account: the genotype(variety), location of the plantation (soil and climatic conditions) and applied technology (cultivation and processing). Therefore it is an urgent need to revive the viticultural assortment and adapt it to the changing environmental conditions. With this purpose, after many years of selection and hibridation there where obtained interspecifical hybrids of *Vitis vinifera* and *Muscadinia rotundifolia* with a very high adaptation capability to abiotical factors and also tolerant to most grapevine pests and diseases. These genotypes are an appropriate response to the ever-increasing needs of modern viticulture and grapevine production.

The intraspecific genotypes (*Vitis vinifera*) have a wide capacity of use, but at the same time do not ensure the overcoming of climate change barrier. This is why, taking into account the functionality of genotypes and the use of technical algorithms and interspecific hybridization methods, more plastic rhizogenic interspecific genotypes are to be created in terms of their adaptation to climate changes, with beneficial repercussions on the sustainable development of the viticultural sector. As a result of crossing *V. vinifera L.* with *M. rotundifolia* Michx. interspecific grapevine genotypes were obtained and identified, their implementation will allow the expansion of vine cultivation area to the northern areas, at the same time reducing the number of chemical treatments, which will contribute to obtaining ecological products and assure environmental protection. Interspecific rhizogenic genotypes have an early period of grape ripening, they can be multiplied by cuttings, without grafting, thus obtaining rhizogenic planting material that contributes to reducing the costs of setting up grapevine plantations.

Grafting is a rather complex, risky and expensive technological process that requires special technical and practical knowledge, which consists in obtaining the plant from the joining of two different plant segments from both a genetic and morpho-anatomophysiological point of view. This represents nothing more than a symbiosis of the two partners (3).

Approved as table grape varieties: "Malena", "Nistreana" and "Algumax" and grape varieties for fresh consumption and processing: "Augustina", "Alexandrina" and "Ametist" (2). Also, following the hybridizations carried out in recent years, several hybrids were highlighted that deserve to be propagated and are to be tested under production conditions. The creation of plantations will contribute to the expansion of the area at the northern limit of vine cultivation.

Materials and methods

As object of study had served interspecific rhizogenic grapevine genotypes with table grapes "Malena", "Nistreana" and "Algumax", as well as grapes for fresh consumption and processing: "Augustina", ”Alexandrina”, and ”Amethyst”(3) and also some unnamed interspecifical hybrid combinations. The respective genotypes are planted in the experimental grapevine sector of the institute. The management technique (forming/shaping) of the plants determines the habitus of the stump, in this case was used the unilateral, bilaterally single-tiered horizontal cord system, with one or two stems and the height of 80 cm, with the vertical management of the shoots(1).



Augustina



Nistreană



Ametist



Alexandrina

Figure. 1. Interspecifical rhizogenic grapevine genotypes (*Vitis vinifera* L. *x Muscadinia rotundifolia* Michx.)

Interspecific grape varieties such as **Ametist, Alexandrina, Malena, Algumax, Nistreană,** and **Augustina** are notable for their enhanced rhizogenic properties, which allow for better root development and adaptability. These varieties are primarily derived from hybridization between

Muscadinia rotundifolia and **Vitis vinifera**, combining desirable traits from both species. Below is a detailed description of each variety:

1. Ametist

Description: Ametist is a hybrid variety characterized by its robust growth and excellent root system. The name "Ametist" suggests a richness in flavor and aroma, reminiscent of the gemstone. Produces large, dark purple grapes with a distinctive sweet flavor profile. High yield potential with clusters that are condensed and evenly sized. Mid to late ripening, making it suitable for various climatic conditions. Exceptional resistance to common diseases and pests, including downy and powdery mildew.Ametist demonstrates enhanced root architecture, allowing for deep soil penetration and greater resilience to drought conditions. This variety is particularly suited for less fertile soils where nutrient uptake is critical.

2. Alexandrina

Description: Alexandrina is a versatile hybrid variety known for its excellent balance of acid and sugar, producing grapes ideal for both fresh consumption and winemaking. Typically produces medium-sized, greenish-yellow berries that develop a golden hue at full ripeness. Balanced flavor with floral and muscat notes, appealing to both consumers and winemakers. Moderate to high yields with good cluster uniformity. Thrives in a range of climates, particularly those with warm summers. Alexandrina demonstrates a strong and fibrous root system, which allows it to access moisture and nutrients efficiently. Its adaptability to varying soil types enhances its suitability for diverse growing conditions.

3. Malena

Description: Malena is recognized for its resilience and rich taste, catering to both table grape consumers and winemakers.Produces large, green to slightly yellow berries that are crisp and juicy. Sweet, with a hint of acidity that enhances its refreshing taste. High productivity, with an ability to withstand adverse weather conditions. Strong resistance to fungal diseases, ensuring healthy crops. The variety exhibits a well-developed root system that enables it to thrive in various soil conditions, making it less dependent on external irrigation. This trait is critical for regions facing water scarcity.

4. Algumax

Description: Algumax is an innovative hybrid that stands out for its high adaptability and unique flavor profile, catering to niche markets. Produces yellow-greenish grapes that are visually appealing.Rich flavor with hints of citron-muscat, making it suitable for both fresh consumption and fermentation. Consistent yields with strong fruit set, even in challenging conditions. Largely focused on the production of high-quality wines.

Algumax’s robust rhizogenic characteristics enable it to develop an extensive root network, enhancing its drought resistance and nutrient absorption capacity. This adaptability is particularly beneficial for vineyards in diverse ecological zones.

5. Nistreană

Description: Nistreană is renowned for its unique flavor and balanced acidity, making it popular among local grape growers. Produces large-sized grapes with a greenish-yellow to light amber coloration. Offers a complex flavor profile, combining sweetness with a refreshing acidity. Moderate to high yields with good fruit quality. Performs well in both moderate and warm climes. Nistreană features a strong root system that aids in moisture retention and nutrient uptake. This variety is known for its resilience, particularly in sandy or depleted soils.

6. Augustina

Description: Augustina is celebrated for its vigor and suitability for various winemaking processes, showcasing traits favorable for both fresh consumption and wine production. Produces large, yellow to to slightly pink grapes that are attractive and flavorful. Noted for its aromatic profile with pleasant floral notes, ideal for sweet white wines. High yielding, consistent with good fruit quality and size. Thrives best in regions with warm summers and cooler autumns. Augustina

develops a deep and extensive root system, which enhances its drought tolerance and allows it to utilize a broader range of soil nutrients. This variety is particularly advantageous for sustainable viticulture practices due to its resilience and adaptability.

Results and discussions

The climatic changes that occur in the last decades and global warming processes cause at a global level an increased frequency of disruptive phenomenas as drought, hails, flood, and others. Those often affect normal plant growth and yield establishment. A new approach in the complicated process of facing climate changes is the creating of resistant grapevine varieties.

In the process of creating new grapevine genotypes, it is necessary to pay special attention to functional-technological properties, such as: - cultivation technology; - performance/productivity (in relation to the vegetation period and pedoclimatic zone); - the balance between growth and fruiting; - the histo-anatomical, biochemical and physiological character; - resistance to diseases and pests; - the relevance of resistance to low temperatures; - the ripening term of grapes; - the chemical composition of berry juice and derived products; - the attractive appearance of the grapes; - the crunchiness and consistency of the flesh; - aroma and taste; - resistance to cracking of berries; - transport and storage capacity; - the direction of use of the grapes; - waste recovery, as a result of grape processing. Based on the functionality of the genotype, the existence of balanced, sustainable and diversified agroecosystems will be ensured in the future, which will guarantee the rational use of natural resources and a beneficial environment for the development of society (2).

The current requirements of the wine sector require the creation of new varieties with stable productivity potential, high quality of grapes and wine products. As a result of crossing the genotypes of *V. vinifera* L. (2n=38) x *M. rotundifolia* Michx. (2n=40) were obtained and homologated interspecific rhizogenic grapevine genotypes with table grapes: "Malena", "Nistreană" and "Algumax" and with grapes for fresh consumption and processing: "Augustina" , "Alexandrina", "Sarmis" and "Ametist", which allow the expansion of the northern area of vine cultivation on own roots and the reduction of the number of chemical treatments, which will contribute to obtaining ecological products and protecting the surrounding environment. These genotypes can be multiplied by rooting cuttings. The plants obtained are rhizogenic and allow the exclusion of some practical steps from the technological process, which contributes to the reduction of financial resources for the production of planting material and the cultivation of vines.

Together with the existent rhizogenic varieties presented above, there were identified some promising hybrid combinations, that are to be tested and appreciated on their harvest quality and stability and other necessary parameters.

After the hibridations that were performed in the last 5 years of studies were identified and are to be tested about 25 hybrid combinations. Some of the most promising are presented below:



Hybrid no. 1



Hybrid no. 2



Hybrid no 3

The hybrid nr.1 has round crispy berries, big grapes with a light purple color, it is a very early rippening selection with a sweet good taste.

Hybrid nr. 2 has dark purple berries of an ovoidal shape, medium sized grapes with balanced sweet taste.

The hybrid under nr. 3 is a very early ripening selection, with conical berries and a very beautiful light amber-yellow colour and a very pleasant taste.

These hybrids will be tested further in order to obtain more information about their yield quality and stability and their resistance to abiotical and biotical factors. And also presented below is the evolution of interespecifical rhizogenic seedlings in the experimental field.



Figure 3. The aspect of growing hybrid seeds obtained in 2023.

Conclusions

The implementation of interspecific rhizogenic grapevines can extend the area of grapevine cultivation towards the Northern area of the Republic of Moldova.

The improvement of viticultural assortment can be achieved more easily with the cultivation of new interspecific, rhizogenic varieties, which show increased resistance to biotic and abiotic factors, including extreme climate factors.

The process of obtaining ecological grapevine production can be simplified by using interspecifical rhizogenic hybrids that demonstrate an increased tolerance and can assure a high yield.

The further establishment of new vineyards can be afforded by grapevine cuttings multiplication performed by the owners of the plantations.

Acknowledgements. The research was carried out within the research subprogram 011102 „*Increasing and conservation of genetic diversity, agricultural crop breeding in the context of climate change”,* financed by the Ministry of Education and Research of the RM.

References

1. Alexandrov E. Crearea genotipurilor interspecifice rizogene de viţă-de-vie. Chişinău, 2020, Tipogr. ”Lexon-Plus”.
2. Alexandrov E., Botnari, Gaina B. Soiuri interpsecifice rizogene de viţă-de-vie. Particularităţi de cultivare. Chişinău, 2020, Tipogr. ”Print-Caro”.
3. Dobrei A., Mihaela Mălăescu, Alina Ghiţă, Sala F., Ioana Grozea. Viticultură: bazele biologice şi tehnologice. Timişoara, 2011, Tipogr. Solness.

UDC: 628.1.034.3(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.18

WATER USE EFFICIENCY IN BIOLOGY, AGRICULTURE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Harciuc Oleg, *https://orcid.org/0000-0003-3488-5321, e-mail: oleg.harciuc@sti.usm.md*
Malii Aliona, *https://orcid.org/0000-0003-2674-000X, e-mail: aliona.malii@sti.usm.md*
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova

Summary. In the Republic of Moldova 2017-2023 water use efficiency in rainfed soybean fields was in the range of 0,3-0,8 g grain/kg water. Under field conditions, for the Ladutsa soybean variety, a WUE of 0,75 g of grain/kg of water was obtained with seasonal precipitation of 94 mm, which is several times less than 317 mm, considered optimal for achieving the average agricultural WUE of 0,57.

Keywords: water use efficiency, sustainable development, field soybean.

Introduction

In biology and agriculture, water use efficiency (WUE) is usually considered from leaf to field. At the leaf level, the value of WUE is usually defined as the ratio of the intensity of photosynthesis (CO_2 assimilation) to the intensity of transpiration [Sinclair T.R. et al., 1984]. At the level of plants growing in the soil, WUE is defined as the ratio of the amount of dry matter produced (g) to the amount of water used (kg), while the amount of water used includes precipitation and changes in soil moisture reserves [Passiora J.B., 1977, p. 117]. In field studies, WUE is defined as a ratio of yield to the water used [Passiora J.B., 1977, p. 117]. As a measure of used water, evapotranspiration (ET) is usually used - the mass of water evaporated in a field during the growing season by the soil (evaporation, E) together with plants (transpiration, T). E is included in water demand starting with Briggs L.E. and Shantz H.L. (1913). An essentially constant (or linear) relationship between biomass and transpiration has been observed since the early 1900s [Perry C. et al., 2009], therefore, total water consumption is divided into useful (T) and useless (E) components. In modern agriculture, the main trend is to minimize the ratio between evaporation and evapotranspiration (E/ET). As for formal terminology, instead of the traditional terminology “water use efficiency” (WUE), the FAO (Food and Agriculture Organization) proposed using the term “water productivity” (CWP, crop water productivity) to assess agronomic WUE [Zwart S.J., Bastiaanssen W.J.M., 2004], reserving the term “water use efficiency” for water use technology: FAO has proposed that "water productivity" be defined as yield per unit of evapotranspiration or yield per unit of water supply [Sadras V.O. et al., 2012, p. 16]. The term “water productivity” is equivalent to the term “water use efficiency” in its agronomic sense.

At the level of society and the state, the water use efficiency is determined based on the objectives of the country’s sustainable development. The term “sustainable development” was first coined in 1987 by the World Commission on Environment and Development (The Brundtland Commission) in the report “Our Common Future” [United Nations, 1987]. The Brundtland Report gave a universal definition of sustainability: "Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs". In September 2015, the General Assembly adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development, which includes 17 Sustainable Development Goals (SDGs). One of the targets of SDG 6 (Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all) is Target 6.4. (By 2030, substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of freshwater to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from water scarcity). In the modern period, the fundamental documents of sustainable

development are the 2030 Agenda for Sustainable Development [United Nations, 2015] and Strategia Națională de Dezvoltare (SND) "European Moldova 2030" [Lege Republicii Moldova nr. 315 din 17.11.2022]. In sustainable development of society, a goal related to the rational use of water resources (Sustainable Development Goal, SDG 6 Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all) is not finite in itself. Water is needed as a means to achieve the resulting goal of sustainable development: meet the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs. In SND "European Moldova 2030" according to General objective 10 "Ensuring a healthy and safe environment" it is necessary to increase water productivity (USD PPC, m^3) from 45 (2020) to 55 by 2025 and to 70 – by 2030" [Lege RM nr. 315, 2022, Table 5].

This paper aims to analyze the issue of water use efficiency and the possibility of increasing WUE within the framework of the concept of sustainable development.

Materials and methods**.** The studies were carried out in 2017-2023 at the fields of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection (IGFPPP) with soybean varieties Amelina, Laduţa and line A2. Location of our experiments (Republic of Moldova, Chisinau, IGFPP fields) in accordance with the accepted (Köppen-Geiger) classification [Kottek M. et al., 2006] characterized by a warm temperate climate, with dry winters and hot summers.

WUE in a soybean field is defined as seed yield divided by the sum of seasonal rainfall together with a seasonal decrease in soil water amount in the 0-150 cm layer. In the field at the leaf level instantaneous WUE was determined by portable photosynthesis system LCpro-SD (United Kingdom) as ratio of CO_2-assimilation to transpiration [Sinclair T.R. et al., 1984].

Results and discussion**.** Table 1 presents data on determining the WUE of soybean fields in 2017-2018.

Table 1

Efficiency of water use by a soybean field Amelina variety

year	Water consumption for the growing season, *kg/m²*			Grain yield, *g/m²*	WUE, *g/kg*
	rainfall	soil water	total (ET)		
2017	236,6	151,2	387,8	287±12	0,74±0,03
2018	317,7	103,7	421,4	365±36	0,87±0,08
average for two years (2017-2018)					0,80±0,06

2017 and 2018 were average in terms of moisture availability. The value of WUE for soybean fields of the Amelina variety on average over two years was 0,80±0,06 *g grain/kg water* (Table 1).

In the 2021 season, soybean fields were also provided with water: precipitations 309 mm from september 2020 to april 2021 года or 101% of the long-term average norm, and 307 mm or 165% of the long-term average norm during the growing season. In 2021 weather conditions, the Onika soybean variety (MG I) used less soil water during the growing season and, as a result, saved 50 mm more water on the field for the next season compared to the Pentata variety (MG III) [Malii A., Harciuc O., 2023].

Table 2 presents data on leaf CO_2-assimilation, transpiration and instantaneous WUE determined on soybean plants by portable photosynthesis system LCpro-SD (United Kingdom) in rainfed field in 2019, at term 97 DAS.

Table 2

Leaf transpiration intensity (T), CO_2-assimilation intensity (A) and instantaneous WUE (A/T) for leaves of soybean plants line A2 in the field (2019, 97 DAS).

T, *mmol H_2O m^{-2} sec^{-1}*	**A**, *μmol CO_2 m^{-2} sec^{-1}*	**Instantaneous WUE (A/T),** ***g CO_2/kg H_2O***

2,09 ±0,12	13,33 ±0,86	15,6 ±0,3

In summer 2019, according to measurements of transpiration and CO_2-assimilation of leaves on soybean plants under field conditions, at 97 days after sowing (DAS), the instantaneous WUE (A/T) at the leaf level was 15,6±0,3 gCO_2/kg H_2O (Table 2). Under optimal conditions (light and humidity) of soybean plants at the intensity of CO_2-assimilation 20 $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ sec^{-1}$ the transpiration rate is 10 $mmol\ H_2O\ m^{-2}\ sec^{-1}$ [Ye Z.P. et al., 2020, p. 4]. According to literature data, the WUE of rainfed soybean fields is 0,6-1,0 kg grain m^{-3} of evapotranspiration water [Sadras V.O. et al., 2012], this is an order of magnitude less than the optimal value of WUE at the leaf level of the soybean plant, ~5 g CO_2/kg H_2O [Ye Z.P. et al., 2020, p. 4]. Under the conditions of our field experiment, a significantly reduced value of leaf transpiration intensity indicates insufficient moisture supply to plants. In the 2019 field experiment, WUE was 0,50±0,03 g seeds kg^{-1} evapotranspiration water. An increase in WUE in agricultural fields is possible mainly due to a decrease in evaporation.

The 2020 growing season was preceded by an unusual sequence of dry spells: for the first time in the history of meteorological observations since 1886, there were two consecutive dry periods of moisture accumulation in the soil, from September to April 2018/2019 and 2019/2020. Under the conditions of the 2020 drought (repeated after the 2019 drought, and more severe), water deficit in the upper soil layers was accompanied by a lack (after the 2019 drought) of available water even in deep soil layers. WUE was 0.36 kg m^{-3} of water or 0.36 g of seeds per 1 kg of water. During the severe drought conditions of 2020, the water use efficiency of the soybean field was reduced. In accordance with the conditions of 2017-2020. (primarily, water reserves in the soil by the sowing date) the WUE values for soybean fields in 2017, 2018, 2020 (variety Amelina) and 2019 (line A2) are: 0,74 ± 0,03 g grain/kg water in 2017; 0,87 ± 0,08 g grain/kg water in 2018; 0,50±0,03 g grain/kg water in 2019 and 0,36 ± 0.06 g grain/kg water in 2020.

Reducing soil moisture to a certain limit (increasing dryness) increases the weight of grain per unit of water used.

Analysis of data from [Giménez L. et al., 2017] and [Petry M.T. et al., 2020] shows that a change in the amount of water transpired by soybean plants in the field by 200 mm corresponds to a change in grain yield by 700 kg. In US agricultural practice, the maximum efficiency of water use (agronomic water productivity) in soybean fields as the ratio of seed yield to used water falls on the amount of seasonal (from sowing to harvesting) precipitation of 317 mm [Dietzel R. et al., p. 666, Fig. 9]. With an increase in precipitation (up to 1200 mm) and with its decrease (minimum to 200 mm) relative to the optimum of 317 mm (WUE 0,57 kg of grain/m^3 of water), the efficiency of water use decreases. In soybean fields, an increase in the efficiency of transpiration water use as the ratio of seed yield to transpired (passed through the plant) water is observed with a decrease in the total transpiration of field plants [Giménez L. et al., 2017], for example to 170 mm [Petry M.T. et al., 2020]. The productivity of transpired water continuously decreases with an increase in the total transpiration of field plants from 170 to 500 mm. At the leaf level of the soybean plant, the optimum ratio of the intensity of photosynthesis (A) to the intensity of transpiration (T) of leaves is observed at a fraction of transpirable soil water (FTSW) of 0,20 of its maximum content: an increase in FTSW above 0.20 leads to a smooth decrease in A/T; a decrease in FTSW below 0.20 leads to a sharp drop in A/T [Liu F. et al., 2005].

The weather feature of 2023 was a small amount of precipitation during the growing season (94 mm) compared to 2022 (239 mm of precipitation). Table 3 shows data on the dynamics of water reserves in the soil in the Ladutsa soybean field in 2023 compared with the dynamics of water reserves in the soil in the line A2 soybean field in 2022.

As follows from the data in table. 3, the bulk of the soil water available to plants was used up by mid-July. In the seasons of 2022 and 2023, by the time of harvesting, soil water reserves became almost the same, 209.6 and 213.6 mm, despite the large difference in the amount of seasonal precipitation.

Table 3

Total soil water content (mm) in soybean fields during the growing seasons 2022 (line A2) and 2023 (variety Ladutsa)

layer, cm	2022			2023		
	15.04	26.07	9.09	4.05	18.07	30.08
0-40	109,3	37,1	67,4	97,4	59,0	49,4
40-100	129,3	83,1	85,2	152,0	89,0	94,6
100-160	94,3	59,1	57,1	115,1	88,0	69,6
0-160	**332,9**	**179,4**	**209,6**	**364,6**	**236,0**	**213,6**

In the surface, black soil layer (0-40 cm) of soybean fields, the change in humidity in the last part of the season was almost the same in the 2022 and 2023 seasons. At the same time, in 2023, in the period from mid-July to harvesting (when the seeds were filled), soil moisture in deep soil layers (deeper than 1.0 meters) decreased significantly, which was not the case in 2022. This difference can apparently be explained by different amounts of precipitation in these years, more significant in 2022. Water consumption in 2022 was carried out by soybean plants mainly from the fertile chernozem layer (0-40 cm), and in 2023 from deep horizons. Water use efficiency of soybean fields was higher in the 2023 season: 0,75 kg seeds/m3 of water versus 0,50 kg seeds/m3 of water in 2022.

The maximum WUE of soybeans under US production conditions (0,57 g grain/kg water) was observed at 317 mm of seasonal precipitation [Dietzel R. et al., p. 666, Fig. 9]. Maximum WUE for soybeans is observed with significantly less seasonal precipitation, by 113 mm, compared to corn [Dietzel R. et al., Fig. 8-9]. In a number of European countries (France, Italy, Hungary, Romania) there has been a tendency, in conditions of water shortages, to replace corn with soybeans [Lauerwald R. et al., 2023].

In 2023, under field conditions for growing soybean variety Ladutsa, we obtained a high WUE value (0,75 g of grain/kg of water) with precipitations of 94 mm.

In terms of economic sectors, in line with SDG indicator 6.4.1 (Change in water-use efficiency) and the International Standard Industrial Classification (ISIC) of economic activities, three major sectors were considered, i.e. •Agriculture; forestry; fishing (ISIC A), hereinafter “agriculture”; •mining and quarrying; manufacturing; electricity, gas, steam and air conditioning supply; constructions (ISIC B, C, D and F), hereinafter “MIMEC”; and •all the service sectors (ISIC E and ISIC G-T), hereinafter “services” [Rossi A. et al., 2018]. Sustainable Development Goal indicator 6.4.1 is defined as the change in water use efficiency over time and measured as the change in the ratio of gross economic value added by irrigated agriculture, industry and the services sector to the volume of water withdrawn over time [Hellegers P., van Halsema G., 2021]. Agricultural WUE in monetary terms coincides with the social indicator of SDG 6.4.1. for water efficiency.

Water-use efficiency (WUE), as measured by SDG indicator 6.4.1., tends to be higher in more advanced economies, with 8 countries scoring among the top 20 in terms of both GDP (Gross Domestic Product) per capita and WUE [Rossi A. et al., 2018, p. 3]. In European countries average WUE overall (79.66 USD/m^3) is significantly higher than in agriculture (2.61 USD/m^3); average WUE in other sectors, MIMEC and Services, 136.57 USD/m^3 and 185.619 USD/m^3 [Rossi A. et al., 2018, Table 1]. WUE in agriculture ranges between 0,7 and 1,9 percent of WUE in each of the other two sectors, MIMEC and services, except in Africa [Rossi A. et al., 2018, p. 5]. Over the past three to four decades, the economic WUE in most major developed countries and in most newly industrialized countries has increased due to the growing share of industry and services [Rossi A. et al., 2018].

In SND "European Moldova 2030" according to General objective 10 "Ensuring a healthy and safe environment" and SND development impact assessment indicator no. 99 "Water productivity"

it is necessary to increase water productivity (USD PPC, m^3) from 45 (2020) to 55 by 2025 and to 70 – by 2030" [Lege RM nr. 315, 2022, Table 5], that can be achieved through other (except agriculture) industries at current levels of agricultural water productivity (2.61 USD/m^3 in European countries) and PPC exchange rate (1 Peercoin = 0,39 USD as of 08/20/2024).

The GDP per capita index is one of the basic ones in international statistics. GDP per capita is the dollar value of a country's final income for the year divided by its population.

For countries and regions with water scarcity, factors for increasing GDP per capita include an increase in the service sector and a change in the traditional employment structure of the population. Water-poor countries are recommended to grow high value crops and use the proceeds to import food from water-rich countries under virtual water trade agreements [Kilemo D.B., 2022].

Conclusions

In the Republic of Moldova 2017-2023 water use efficiency in rainfed soybean fields was in the range of 0,36-0,87 g grain/kg water.

For countries and regions with water scarcity, factors for increasing GDP per capita and WUE overall include an increase in the service sector and a change in the traditional employment structure of the population.

Under field conditions, for the Ladutsa soybean variety, a WUE of 0,75 g of grain/kg of water was obtained with seasonal precipitation of 94 mm, which is several times less than 317 mm, considered optimal for achieving the average agricultural WUE of 0,57.

Acknowledgements. Research was carried out within the framework of subprogram 011103 „*Development of ecologically harmless means of reducing the impact of harmful organisms of agricultural crops against the background of climate change*”, funded by the Ministry of Education and Research of RM.

References

1. Briggs L.J. and Shantz H.L. The water requirements of plants. II. A review of the literature. United States Department of Agriculture Bureau of Plant Industry. 1913. Bulletin Number 284, pp. 1-96.
2. Dietzel R., Liebman M., Ewing R., Helmers M.J., Horton R., Jarchow M.E., Arghontoulis S.V. How efficiently do corn- and soybean-based cropping systems use water? A systems modeling analysis. In: *Global Change Biology 2016*, 22 (2), 666-681. https://doi.org/10.1111/gcb.13101.
3. Giménez L., Paredes P. and L.S. Pereira. Water Use and Yield of Soybean under Various Irrigation Regimes and Severe Water Stress. Application of AquaCrop and SIMDualKc Models. Water 2017, 9, 393. https://doi.org/10.3390/w9060393.
4. Hellegers P, van Halsema G. SDG indicator 6.4.1 "Change in water use efficiency over time": Methodological flaws and suggestions for improvement. In: *Science of the Total Environment* 2021, 801: 149431, 10 p. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149431.
5. Kilemo D. B. The review of water use efficiency and water productivity metrics and their role in sustainable water resources management. In: *Open Access Library Journal*, 2022, 9: e7075. https://doi.org/10.4236/oalib.1107075.
6. Kharchuk O. Transpiracja soi nienawadnianej podczas suszy. In: *PJoS (Polish Journal of Science)*, 2023, № 58, pp. 3-12. https://doi.org/10.5281/zenodo.7540713.
7. Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B.; Rubel, F. World Map of the Koppen-Geiger climate classification updated. In: *Meteorol. Z.* 2006, 15, 259–263.
8. Lauerwald R., Guilpart N., Ciais P., D. Makowski. Impact of a large-scale replacement of maize by soybean on water deficit in Europe. In: *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 343, 15 December 2023, 109781 https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109781.

9. LEGE Republicii Moldova nr. 315 din 17-11-2022 pentru aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030” https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=134582&lang=ro
10. Liu F., Andersen M.N., Jacobsen S.-E., Jensen C.R., 2005. Stomatal control and water use efficiency of soybean (*Glycine max* L. Merr.) during progressive soil drying. In: *Environmental and Experimental Botany*, 54 33–40.
11. Malii, A., Harciuc, O. Water use by soybean varieties of different maturity groups. In: *Scientific International Symposium “Plant Protection - Achievements and Perspectives”*, October 2-3, 2023, Chisinau/ 2023 (CEP USM). (Information Bulletin EPRS/IOBC Section. ISBN 978-9975-62-562-3; 58). pp. 343-348. DOI: https://doi.org/10.53040/ppap.2023.51
12. Passiora J.B. Grain Yield, Harvest index, and water use of wheat. In: *The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*. 1977, Vol. 43, no. 3-4, pp. 117-120
13. Perry C., Steduto P., Allen R.C., Burt C.M. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. In: *Agricultural Water Management*. 2009; 96 (11): 1517-1524 https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.05.005
14. Petry M.T., Basso L.J., Carlesso R., Armoa M. S., Henkes J.R. Modeling yield, soil water balance, and economic return of soybean under different water deficit levels. In: *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 2020, v.40, n.4, p.526-535, http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n4p526-535/2020
15. Rossi A., Biancalani R. and L. Chhcholata. Change in water-use efficiency over time (SDG indicator 6.4.1). Analysis and interpretation of preliminary results in key regions and countries. FAO of UN, Rome, 2019, 28 p.
16. Sadras V.O., Grassini P. and P. Steduto. Status of water use efficiency of main crops. SOLAW Background Thematic Report – TP07. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2012, 41 p. https://www.researchgate.net/publication/230626092 (visited 19.08.2024).
17. Sinclair T.R., Tanner C.B., Bennett J.M. Water-Use Efficiency in Crop Production // BioScience. 1984. Vol. 34, No. 1, P. 36-40.
18. United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015. URL: https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/89/pdf/n1529189.pdf (visited 19.08.2024)
19. United Nations. Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития «Наше общее будущее», 1987 г. URL: http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf (visited 20.11.2023)
20. Ye Z.P., Ling Y., Yu Q., Duan H.L., Kang H.J., Huang G.M., Duan S.H., Chen X.M., Liu Y.G. and Zhou S.X. Quantifying Light Response of Leaf-Scale Water-Use Efficiency and Its Interrelationships with Photosynthesis and Stomatal Conductance in C_3 and C_4 Species. Front. Plant Sci., 2020, 11:374. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00374.
21. Zwart S.J., Bastiaanssen W.J.M. Review of measured crop productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. In. *Agricultural Water Management*, 2004, 69.

UDC: 573.33:536.75 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.19

APPROACH TO ASSESSING THE STATE OF PLANT BIOLOGICAL SYSTEMS BY ENTROPY

Ivanova Raisa[1], *https://orcid.org/0000-0002-2554-2039, raisa.ivanova@sti.usm.md*
Tatarov Pavel[2], *https://orcid.org/0000-0001-9923-8200*
Brindza Jan[3], https://orcid.org/0000-0001-8388-8233
[1]Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
[2]Technical University of Moldova, Faculty of Food Technology, Chisinau, Republic of Moldova
[3]Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Nitra, Slovak Republic

Summary. This work reviewed the dynamics of changes in the state of walnut fruits (*Juglans regia* L.) and American pokeweed berries (*Phytolacca americana* L.) from the point of view of the thermodynamic laws of biological systems. The development of fruits/berries, accompanied by the exchange of substances and energy with the external environment, and the principles of changes in the entropy of biological systems throughout the entire life cycle are presented. An increase or decrease in the rate of change in the entropy of some system is associated with its transition to the next stage of the life cycle or the beginning of a new cycle.

Keywords: entropy, biological system**,** life cycle, energy coupling.

Introduction

Entropy (S) is not some material quantity, such as the volume or mass of any liquid, gas or solid, but an indicator of the state of the system, a mathematical function that depends on a number of variables (temperature, pressure, structure, composition, environment), which can be determined experimentally. The totality of changes in all these quantities is characterized by the entropy function. Entropy should be considered as an indicator of the state of the system, its ability for spontaneous transformations: the more the system exhausts its ability to spontaneous changes, the greater its entropy.

The state and behavior of fruits/berries and vegetables as biological systems is determined by their physiological function and structure. All structural elements of biological systems are interconnected and represent the structure of the system as a whole. Biological systems are separated by a boundary from the external environment, and at the same time retain certain connections with the environment. The hierarchical structure and function of vegetal systems are extremely diverse. In particular, the hierarchical structure and function of the walnut fruits (*Juglans regia* L.) and the berries of the American pokeweed (*Phytolacca americana* L.), in the presence of common structural elements, have a number of specific functions and have their own characteristics (Martínez et al., 2010**;** Boaghi, 2018; Ivanova et al., 2020**)**.

From the point of view of a systems approach, the structure of fruits/berries can be divided into three main levels of organization. At the first level, there is tissue structure, which characterizes the structure of the system as a whole. The second level, more detailed, is the cellular structure of the fruit/berry, which consists of plant cells. In turn, cells also consist of structural elements: cell membrane, protoplast, vacuoles, etc., which at their level are microsystems of an integral object - a cell. The third level represents the molecular structure of plant cells and consists of a huge number of different organic molecules. The plant cells of fruits/berries represent the basis of the structural composition of biological systems (Sabater, 2022). Thus, the biological system represents holarchy as a hierarchy of holons. The tissue, cellular and molecular structures in fruits/berries are holons. At

the same time, tissue structure is part of whole fruits/berries, cellular structure is part of tissue structure, and molecular structure is part of cellular structure. All structural elements of the system and each element individually are interconnected, perform certain functions and provide a high level of organization of the system (Tatarov, 2019; ISO/IEC/IEEE 15288:2023**).**

In the process of development, some structural elements of the system, after realizing their functions, lose activity and degrade, while at the same time new structural elements with new functions appear. Therefore, fruits/berries are biological dynamic systems with a hierarchical structure such as a system of systems **(**Marín et al., 2009**).** In order to determine the state of walnut fruits (*Juglans regia* L.) and American pokeweed berries (*Phytolacca americana* L.) as biological systems, the dynamics of entropy changes throughout the entire life cycle of these plants was monitorised. The rate of change in entropy is directly related to the influence of environmental parameters. However, there are some features of the change in entropy of fruits/berries in accordance with the second law of thermodynamics.

Life cycle of plant biological systems

The most general idea of changes in the entropy of fruits/berries can be traced when considering the life cycle of biological systems of plant origin, which includes two successive stages of development. At the initial stage, the formation and development of the fruit/berry on the tree/shrub, the separation of the ripened fruit/berry and the subsequent stage, germination of the embryo, growth of the tree/shrub and the beginning of fruiting occurs. In general, it is well known that the essence of the life cycle of fruits and berries predetermines by reproduction of their own kind (Ezura et al., 2023**)**.

The germination of individual fruits/berries in real conditions, without human intervention, is probabilistic in nature and is realized by single high-quality fruits under the confluence of numerous favorable external conditions (soil quality, moisture content, soil and environmental temperature, microbial activity and many other factors). In addition, in contrast to physical systems, the patterns of changes in the state of fruits/berries are to a certain extent determined and are based on biological information encoded in the genetic program of the fruit/berry, intended for the reproduction of a tree/shrub and its subsequent development and fruiting. Throughout the entire life cycle, the development of fruits/berries is largely aimed at the formation of the fetal embryo and its preservation in an active state (Martínez et al., 2010).

The life cycle can be divided into the following main periods: formation of the embryo in the fruit/berry, development and maturation of the fruit/berry, separation from the tree/shrub, germination of the embryo, growth and development of the tree/shrub.

The formation and development of the tissue, cellular and molecular structure of fruits go through a number of sequential, cyclical, irreversible states. Figure 1 shows the dynamics of the formation and growth of walnut fruit (*Juglans regia* L.) on a tree before ripening throughout its life cycle of 140 days. Final ripening of fruits occurs during the last 90. . .130 days proceed with a slight increase in mass, but with the accumulation of the necessary biologically active substances in combination with a developed enzyme system. The dynamics of their development are significantly influenced by environmental conditions, in particular, temperature, humidity, carbon dioxide and oxygen content in the air, soil moisture content, number of sunny days, etc. (Ezura et al., 2023). In pedoclimatic conditions of the Republic of Moldova the life cycle of *Phytolacca americana* growing from seeds continued from 160 to 210 days, or from March to November (Ivanova et al., 2020).

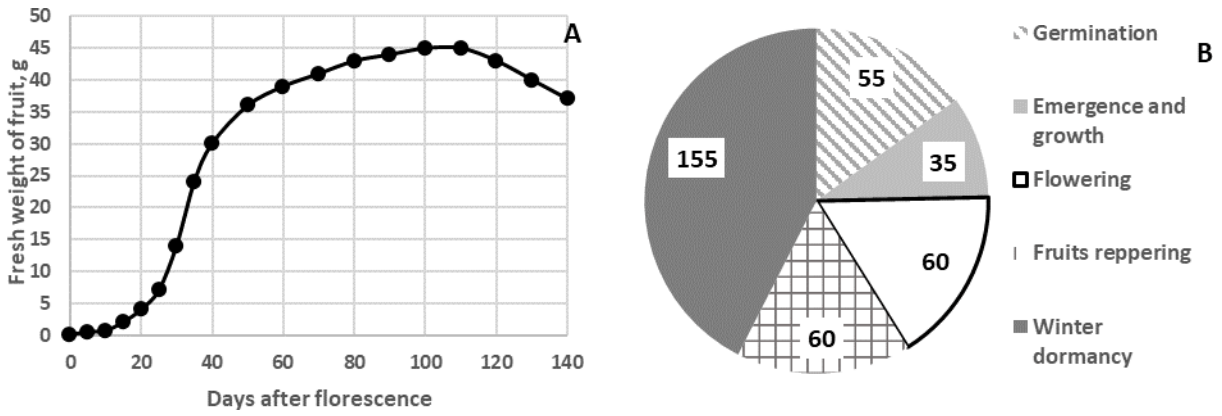


Figure 1. The life cycle of plant growth and fruit/berry formation: a) walnut (Li et al. 2012); b) American pokeweed (Ivanova et al., 2020)

Previous studies have established (Ksenzhek & Volkov, 1998) that the state of biological systems of plant origin is to a certain extent determined by the thermodynamics laws of irreversible open systems, and in particular, they are characterized by the state function of entropy. Unlike isolated physical systems, biological systems such as fruits, berries, and vegetables are living open and nonequilibrium systems. The probability of biological systems to achieve a particular state is predetermined, and in principle occurs through the formation of multicellular ordered molecular structures (Marín et al., 2009**;** Henry 2021; Sabater, 2022).

Changes in biological systems of vegetal origin are constantly accompanied by the exchange of energy and substances with the external environment. Absorption of external energy leads to the development and orderliness of the system structure, and the outflow of low-molecular substances and energy in the form of heat leads to a decrease in the entropy of the system, but increases the entropy of the external environment. Waste thermal energy does not have the potential to activate biochemical processes aimed at developing and stabilizing the structure of the system.

The change in entropy largely depends on the rate of exchange of substances and energy of biological systems with the external environment. There are often used the expressions “negative entropy” or “entropy inflow” and “entropy outflow”, which have caused widespread discussion and disapproval regarding their meanings (Jennings et al., 2005; Houck, 2014; Henry, 2021). These expressions are not entirely correct. Unlike heat and mass transfer processes, which describe the spontaneous nature of the irreversible distribution of heat and matter in space, entropy is a function of the system state; it cannot be transferred. The entropy of the system reflects the change in free energy and waste thermal energy, and depends on the exchange substances and energy with the environment (Sabater, 2022).

It is probably necessary to accentuate that, simultaneously with the specifics of the development of biological systems based on biological information, the patterns of development of fruits/berries as biological systems occur in accordance with the second law of thermodynamics according to the Boltzmann equation (Valcu, 1994; Henry, 2021**;** Sabater, 2022):

$$S = k_b \cdot \ln \Omega \qquad (1)$$

where: **S** – entropy; $\mathbf{k_b}$ – Boltzmann constant ($1.380649 \cdot 10^{-23}$ J · K^{-1}); **Ω -** possible number of system microstates

Biological systems of vegetal origin, fruits and berries, are quite complex open irreversible systems. In this regard, their state from flowering to ripening passes through a number of possible microstates and is characterized by a generalized entropy index (Sabater. 2022). In general, a change in the entropy of biological systems is functionally related to a change in entropy at each structural level of the system:

$$dS_S = dS_T + dS_C + dS_M \qquad (2)$$

where: $\mathbf{dS_S}$ **–** changes in the entropy of the biological system as a whole; $\mathbf{dS_T}$ **–** changes in entropy of tissue structure; $\mathbf{dS_C}$ - changes in entropy of cellular structure; $\mathbf{dS_M}$ - changes in entropy of the molecular structure.

The change in entropy over time at each structural level of the system ($\mathbf{dS_T}$, $\mathbf{dS_C}$, $\mathbf{dS_M}$) represents a complex cyclic process. The rate of entropy change at some structural levels can increase, while at other structural levels it can simultaneously decrease (Marín et al., 2009). However, in any case, at the final stage of the life cycle of fruits and berries, the rate of change in entropy always increases $\mathbf{dS_S > 0}$**.** Due to the fact, that when they get into the soil, they are the basis for the emergence of the life cycle of new systems, transforming into the root systems of trees and shrubs.

Energy coupling in biological systems

At the stage of the fruit/berry ripening process, the internal energy $\Delta\mathbf{U > 0}$ constantly increases due to an increase in the concentration of lipids, proteins, and hydrocarbons (Fig. 2.). A constant increase in internal energy indicates that the system is transitioning from a lower to a higher energy level. The process is accompanied by a decrease in the growth of fruit/berry entropy **dSs < 0** because of the outflow of waste thermal energy into the environment (Ksenzhek & Volkov, 1998).

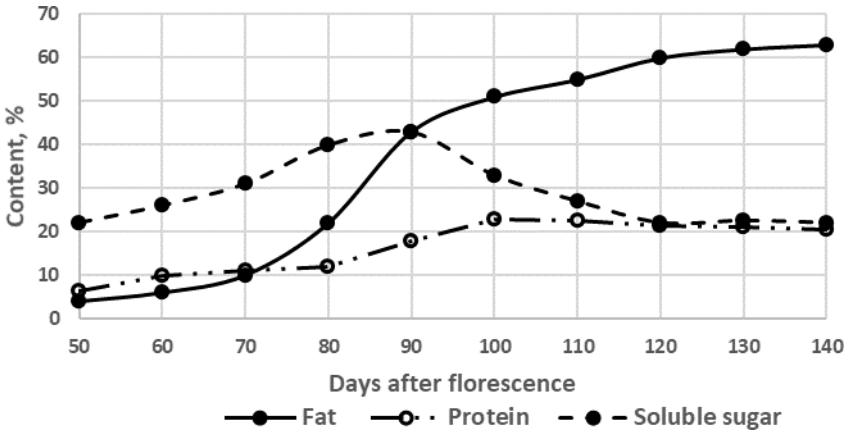


Figure 2. The changes in fat, protein and soluble sugar content (%) during the growth and ripening of walnut fruits (Li et al., 2012)

At the same time, in real conditions, when analyzing the growth and development of fruits, there is a constant increase in the internal energy of the fruit $\Delta\mathbf{U > 0}$, simultaneously with an increase in the entropy of the fruit **dSs > 0**, which is not possible from a thermodynamic point of view**.** One gets the impression that virtually no energy is spent on the processes of growth and development of the cellular structure of the fruit/berry **($\Delta\mathbf{A = 0}$),** since there is a constant increase in internal energy $\Delta\mathbf{U > 0}$ and a decrease in the growth of entropy of the fruit/berry **dSs < 0**.

From the point of view of classical thermodynamics, such behavior of biological systems is real because in their structure there is an internal source of energy that provides energy for those reactions that do not occur arbitrarily, but require energy expenditure. In biological systems, such a source of internal energy is exothermic biochemical reactions that release energy. At the same time, endothermic reactions occur in biological systems, which use the energy of exothermic reactions. From the point of view of thermodynamics, such reactions are energetically coupled.

Reaction coupling is realized under the condition that the free energy of possible reaction exceeds the required energy of an impossible reaction. In this case, the released free energy of real reaction is used to initiate an impossible reaction. Thus, both reactions become real and occur at the

level of the molecular structure of the fruit/berry. In particular, during the development of fruits/berries, energy coupling occurs between the reaction of ATP hydrolysis, with released free energy $\Delta\mathbf{F1}$, and the reaction of biosynthesis of molecules using part of the energy $\Delta\mathbf{F2}$. At the same time, the amount of free energy generated during ATP hydrolysis is significantly greater than the amount of energy consumed in the reactions of biosynthesis of molecular structures of fruits/berries $\Delta\mathbf{F1} > \Delta\mathbf{F2}$. Energy coupling reactions in cells are multistage and are catalyzed by a number of enzyme systems.

Therefore, in biological systems, and in particular in fruits/berries, energy coupling reactions occur, which lead to an increase in the free energy of the system $\Delta\mathbf{F1} - \Delta\mathbf{F2} = \Delta\mathbf{F} > \mathbf{0}$. At the same time, the rate of increase in the entropy of fruits/berries decreases ($\mathbf{dSs} < \mathbf{0}$) as a consequence the fact that the fruits release molecules of H_2O, O_2, CO_2 into the external environment, dissipating waste thermal energy.

At the final stage of the life cycle, ripened fruits and berries pass into a stationary state in which the free energy of the system decreases $\Delta\mathbf{F} \rightarrow \mathbf{0}$, and the rate of entropy change increases $\mathbf{dS_S} > \mathbf{0}$. One of the possible ways to further develop the life cycle of ripened fruits and berries is their transition to the food system.

Conclusions

The fruits of walnut (*Juglans regia* L.), the berries of American pokeweed (*Phytolacca americana* L.) and many other plants are open, nonequilibrium biological systems with a hierarchical structure of type as the system of systems. The laws of thermodynamics of irreversible open systems determine their development, and in particular, they are characterized by the state function of entropy. At certain stages of the life cycle, the formation of the fruit/berry structure is to a certain extent predetermined and obeys the biological laws of development. The process of growth and development of fruits and berries is accompanied by a constant periodic cyclical nature of exchanges in substances and energy with the external environment. Under certain conditions, the entropy of biological systems reaches relative stability during the transition to a new life cycle of development. A significant increase or decrease in entropy modification indicates the completion of this life cycle of fruit and berry development. Their subsequent development is associated with the process of reproduction, the beginning of a new life cycle, or the use of walnut fruits and American pokeweed berries as food or a substrate for microorganisms. In this case, these fruits become food systems.

Acknowledgments. The authors would like to thank the Ministry of Education, Science, Research and Sports of the Slovak Republic for supporting the mobility of Dr. Raisa Ivanova, within the framework of bilateral scholarship program for 2023-2024 and the ERASMUS+ program for staff mobility to support the training of Professor Pavel Tatarov.

References

1. Boaghi E. Modificările biochimice şi tehnologice ale nucilor pe parcursul prelucrării şi păstrării. Teza de doctor în tehnică. Chisinau: UTM, 2018, 153p.
2. Ezura K., Nomura Y., Ariizumi T. Molecular, hormonal, and metabolic mechanisms of fruit set, the ovary-to-fruit transition, in horticultural crops. In: *J. Exp Bot.* 2023, 2: erad214. https://doi.org/10.1093/jxb/erad214.
3. Henry M.. Thermodynamics of life. In. *Substantia*, 2021, 5(1): 43-71. https://doi.org/10.36253/Substantia-959.
4. Houck P.D. Should negative entropy be included in the fundamental laws of biology? OA *Biology*. 2014, 2(1): 7. https://www.researchgate.net/publication/271645203_Should_negative_ entropy_be_included_in_ the_fundamental_laws_of_biology.
5. ISO/IEC/IEEE 15288. System life cycle processes. 2023, 116 p. https://www.iso.org/standard/81702.html.

6. Ivanova R., Simkova J., Brindza J. Growth particularities of American pokeweed – plant with multipurpose utilization. Int. J. AGROFOR, 2020, 5 (Issue 3): 5-12. https://doi.org/10.7251/AGRENG2003005I
7. Jennings R.C., Engelmann E., Garlaschi F., Casazza A.P., Zucchelli G. Photosynthesis and negative entropy production. In: *Biochim. Biophys. Acta*, 2005, 1709: 251–255. https://doi.org/10.1016/j.bbabio.2006.05.017.
8. Ksenzhek, O.S., Volkov A.G. Plant Energetics. Academic Press, 1998, 389 p. https://library.wur.nl/WebQuery/titel/940199.
9. Li Y., Ma S., Wang Y., Xuan X., Hou H, Sun Q., Yang K. The dynamics of fat, protein and sugar metabolism during walnut *(Juglans regia* L.) fruit development. In: *African J. Biotech.* 2012. 11(5): 1267-1276. https://doi.org/10.5897/AJB11.2852.
10. Marín D., Martín M., Sabater B. Entropy decreases associated to solute compartmentalization in the cell. In: *BioSystems,* 2009, 98: 31–36. https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2009.07.001.
11. Sabater B. Entropy perspectives of molecular and evolutionary biology. In: *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 4098. https://doi.org/10.3390/ijms23084098.
12. Sandler S. I. Chemical, biochemical and engineering thermodynamics (Fifth ed.). Publisher: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New York. 2020. https://www.worldcat.org/title/1197750870.
13. Tatarov P. Principii conceptuale ale calității alimentelor și capabilității proceselor tehnologice. Manual. Chisinau: Tehnica - UTM, 2019, 160 p. http://repository.utm.md/ bitstream/handle/5014/15215/Principii_CalitateaAlimentelor_Manual_DS.pdf?sequence=1
14. Valcu R. Termodinamică chimică**.** București: Ed. Tehnica, 1994, pp. 185–208.

UDC: 632.112:633.111(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.20

INFLUENȚA DEFICITULUI HIDRIC ASUPRA GERMINĂRII SEMINȚELOR UNOR GENOTIPURI DE GRÂU

Jelev Natalia
Institute de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, USM, Chisinau, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-1664-6055, e-mail: natalia.jelev@sti.usm.md

Summary. In order to determine the parameters that can be used as a rapid criterion for assessing drought resistance, the present investigation was carried out to evaluate six wheat genotypes, to the stress of drought induced by polyethylene glycol during germination and seedling growth. Seven parameters characterizing the germination processes were studied; germination energy, germination capacity, speed of germination, speed of accumulated germination, coefficient of the rate of germination, mean germination time, vigor index and two growth parameters; root length and shoot height were measured under the experimental conditions. The average comparison showed that the highest value for the majority were recorded for the genotypes Moldova 16, Moldova 614 and Lăutarii.

Keywords: wheat (*Triticum aestivum* L.), seed, variaties, drought, germination, polyethylene glycol.

Introducere

Republica Moldova este situată în zona climaterică moderat continentală, având o iarnă scurtă, cu puțină zăpadă, și o vară lungă, uneori foarte toridă și uscată. Sub influența variațiilor planetare și regionale ale climei este frecvent supusă secetelor. Aceste fenomene contribuie la accelerarea proceselor de aridizare și deșertificare a terenurilor agricole [1]. Potrivit datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat, în ultimele două decenii, insuficiența de umiditate din sol a devenit mai frecventă și intensivă. În 2022, de exemplu, acest fenomen a avut un impact negativ asupra a circa 80% din teritoriu, cauzând compromiterea semănăturilor grânelor de toamnă. Dintre grânele afectate, cel mai mult a fost afectat grâul în partea de Sud și Centru, iar pe alocuri chiar și în partea de Nord. La nivel global seceta reduce randamentul grâului cu o medie de peste 50%, astfel [2], amenințând prezenta și viitoarea securitate alimentară și nutrițională a lumii [3].

Grâul este cea mai consumată cereală din lume [4], care furnizează din consumul său cca 70% calorii și 80% proteine pentru a satisface necesitățile alimentare ale populației globale. Importanța acestei culturi devine și mai mare datorită creșterii populației și a cererii alimentare [5]. În pofida scenariilor schimbărilor climatice care estimează o probabilitate de manifestare a secetei severe și în următorul deceniu, este necesar ca producția medie anuală de grâu să crească în scopul asigurării cererii viitoare de alimente impusă de creșterea populației la nivel global [6].

O creștere durabilă a producției este o condiție prealabilă pentru a satisface necesarul de hrană al populației globale și pentru a preîntâmpina foamea și malnutriția [7]. Speciile de plante cu diversitate genetică restrânsă suferă de pierderi de randament din cauza stresului abiotic. Prin urmare, creșterea toleranței la stresul de secetă folosind rațional resursele genetice existente și cele noi este cea mai importantă strategie pentru producția durabilă de grâu și pentru evitarea sau atenuarea impactului condițiilor climatice din întreaga lume [8]. Stresul cauzat de secetă are un efect complex asupra morfologiei, fiziologiei și biochimiei, ceea ce duce la întârzierea germinării semințelor, creșterii și dezvoltării plantelor, precum și a productivității grâului. Plantele pot fi afectate de secetă în orice fază de creștere și dezvoltare, dar anumite etape, cum ar fi germinația și creșterea plantulelor, sunt critice [9]. Astfel, obiectivul acestui studiu v-a fi studierea stresului cauzat de deficitul hidric la etapele timpurii de germinare a semințelor genotipurilor de grâu, care ar

ajuta amelioratorii să găsească diferite căi care pot ajuta la combaterea sau ameliorarea efectului stresului de secetă la plante, în special la culturile agricole și pentru a asigura securitatea alimentară la nivel mondial.

Materiale și metode

În anul 2024 au fost efectuate experimente în cadrul laboratorului Biochimia Plantelor din cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM. Au fost studiate efectele stresului hidric asupra indicilor de germinație și de creștere a plantulelor de grâu, utilizând polietilen glicolul.

În cercetări au fost utilizate semințele soiurilor de grâu Meleag, Moldova 16, Moldova 614, Bijuteria Zâmbrenilor, Lăutarii și Pisanca, recoltate de pe câmpul experimental al IGFPP în toamna anului 2023 și soluție cu concentrația de 15% polietilen glicol (PEG) 6000, preparată prin dizolvarea cantității necesare de PEG în apă distilată la temperatura de 30℃.

Pentru realizarea cercetărilor au fost colectate câte 180 de semințe din fiecare soi. Apoi, acestea au fost supuse sterilizării cu peroxid de hidrogen de 3 % pe parcursul a 15 minute. După sterilizare semințele fiecărui soi au fost separate a câte 90 de semințe pentru varianta martor și experimentală. Fiecare variantă a fost constituită din trei repetiții cu câte 30 de semințe per repetiție. În total pentru șase soiuri au fost semănate 1080 de semințe.

Germinarea semințelor din variantele martor și din cele experimentale a avut loc după semănarea lor între două discuri dreptunghiulare de hârtie de filtru Whatman Nr.1 în caserole (13,5 x 9 x 7,5 cm). Pe hârtia de filtru s-au turnat 10 ml de apă distilată sau soluție de 15% PEG6000 și apoi s-a adăugat soluția sau apă distilată în funcție de necesități. Caserolele au fost acoperite cu capace și acestea la rândul lor fiind sigilate cu mânere speciale pentru a preveni evaporarea. Semințele au fost incubate la 22 ± 1,0℃ la întuneric timp de 10 zile. Numărul de semințe germinate a fost înregistrat în fiecare zi. Semințele au fost considerate „germinate" odată ce radicula s-a alungit la 5 mm. Parametrii de germinație a semințelor au fost înregistrați și calculați conform următoarelor formule [11, 12].

Energia germinativă (EG): EG (%)= (N_t x 100)/N
unde N_t: numărul de semințe germinate după 3 zile. N: numărul de semințe utilizate în biotest.

Capacitatea germinativă (CG): CG (%)= (N_t x 100)/N
unde N_t: numărul de semințe germinate după 5 zile. N: numărul de semințe utilizate în biotest.

Viteza germinativă (VG): $VG = (N_1 \times 1) + (N_2 - N_1) \times 1/2 + (N_3 - N_2) \times 1/3 + \ldots + (Nn - Nn\text{-}1) \times 1/n$
unde N_1, N_2, N_3, …, N_{n-1}, N_n: numărul de semințe germinate în prima, a doua, a treea, … , (n-1), (n) zile

Viteza germinativă acumulată (VGA): $VGA = (N_1/1+N_2/2+N_3/3, \ldots, N_n/n)$
unde N_1, N_2, N_3, …, Nn: numărul acumulat de semințe care au germinat în ziua 1, 2, 3, …, N

Coeficientul ratei de germinare (CRG):
$CRG = (N_1+N_2+N_3+ \ldots +Nn) / [(N_1xT_1) +(N_2xT_2)+(N_3xT_3)+\ldots (NnxTn)] \times 100$
unde N_1: numărul de semințe germinate la T_1 (în prima zi). N_2: numărul de semințe germinate la T_2 (doar în a doua zi). N_3: numărul de semințe germinate la T_3 (doar în a treia zi). N_n: numărul de semințe germinate la timpul T_n (doar în ziua n).

Timpul mediu de germinare (TMG): $TMG\ (zi) = \sum(n \times d) / N$,
unde *n* numărul nou de semințe germinate în fiecare zi, *d* numărul de zile de la începutul testului și *N* numărul total de semințe germinate la terminarea experimentului

Indicele de vigoare (IV): IV = (lungimea totală a răsadului(cm) x procentul de germinare (%)).

Analize statistice. Datele sunt exprimate ca medie ± DS, iar valorile semnificative au fost considerate la $p<0,05$.

Rezultate și discuții

Efectele secetei asupra întregii plante sunt multiple și pot influența germinația, creșterea, dezvoltarea și productivitatea plantelor, precum și calitatea semințelor. Pentru plantele de grâu și alte plante, semința este punctul de pornire al ciclului de germinare și creștere. În semințe încep schimbările biochimice la scurt timp după ce se îmbibă cu cantitatea necesară de apă. Absorbția și îmbibarea apei de către semințe depind de disponibilitatea apei din sol. Seceta întârzie îmbibarea și astfel poate duce la scăderea caracteristicilor germinative. Ca urmare, ducând la reducerea numărului de plante și respectiv la diminuarea productivității. În vederea evitării acestor pierderi important este să cunoaștem rezistența genotipurilor existente sau nou create la stresul de secetă până la însămânțarea lor pe teren deschis în condiții naturale. De aceea, este necesar de dezvoltat metode, în condiții de laborator, care ar da posibilitatea de a evidenția diferențele semnificative de apreciere a toleranței genotipurilor de grâu la secetă în etapele inițiale ale ontogenezei plantelor. În scopul simulării influenței secetei asupra proceselor de germinare a semințelor diferitor genotipuri de grâu a fost utilizată soluția de PEG cu concentrația de 15%. Am administrat această concentrație deoarece ea a diminuat capacitatea germinativă la soiul de referință cu aproximativ cu 30 %

Perioada de monitorizare a influenței soluției de PEG asupra caracteristicilor de germinare a semințelor și creștere a plantulelor diferitor genotipuri de grâu a fost realizată în următoarea succesivitate: prima înregistrare a numărului de semințe germinate s-a efectuat în a treia zi de germinare și acest parametru reprezintă energia germinativă. EG reprezintă procentul numeric de semințe germinate cu germeni normali, într-o perioadă de timp mai scurtă (1/3-1/2) din durata stabilită pentru determinarea capacității de germinare.

Energia germinativă a semințelor genotipurilor cercetate din varianta martor și cele experimentale sunt prezentate în Figura 1. Valoarea maximă a energiei germinative de 97% au atins semințele genotipului Moldova 16, valoare minimă de 58% a fost înregistrată la soiul Pisanca. Aceste valori, fiind cu 15 % mai înaltă și respectiv mai joasă cu 36 % în comparație cu soiul de referință Meleag, celelalte trei genotipuri au avut valorile acestui parametru la nivel cu valoarea soiului de comparație. Sub influența soluției de PEG energia germinativă a fost mai mare la genotipurile Moldova 614 și Moldova 16 cu aproximativ 10 % față de soiul Meleag și celelalte trei soiuri. Comparând energia germinativă din varianta martor cu cea din varianta experimentală observăm că soluția de PEG a diminuat semnificativ energia germinativă a semințelor genotipurilor studiate.

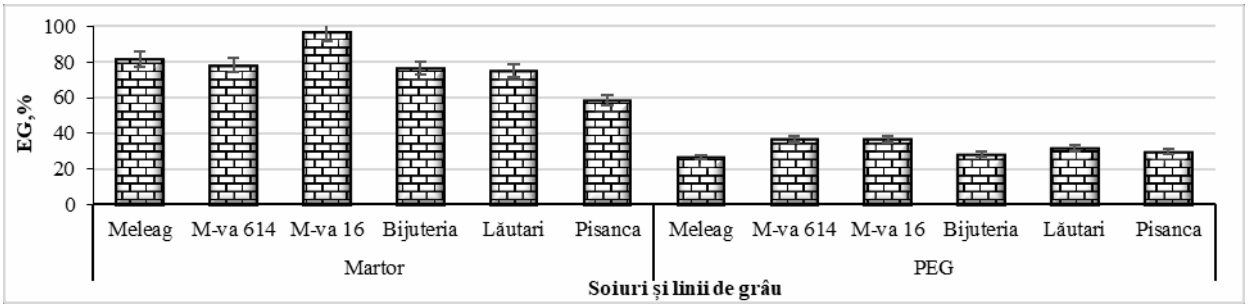


Figura 1. Energia germinativă a semințelor diferitor genotipuri de grâu soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15 % PEG 6000

La a treia înregistrare a numărului de semințe încolțite după 120 ore a fost determinată capacitatea germinativă (Figura 2). CG indică procentul numeric de semințe capabile să dea germeni normali într-o durată de timp stabilită pentru fiecare specie. Spre deosebire de valorile

energiei germinative a genotipurilor din varianta martor, capacitatea germinativă a acestora a fost de 97-100%, dar în varianta experimentală procentul de germinare a semințelor soiului Meleag a fost de 70%, adică cu 18 - 27 % mai mic decât genotipurile Moldova 614, Moldova 16, Bijuteria Zâmbrenilor, Lăutari, Pisanca. Capacitatea germinativă a acestor genotipuri a fost mai sporită decât cea a soiului standard, ceea ce demonstrează că acestea au avut rezistență înaltă la deficitul hidric.

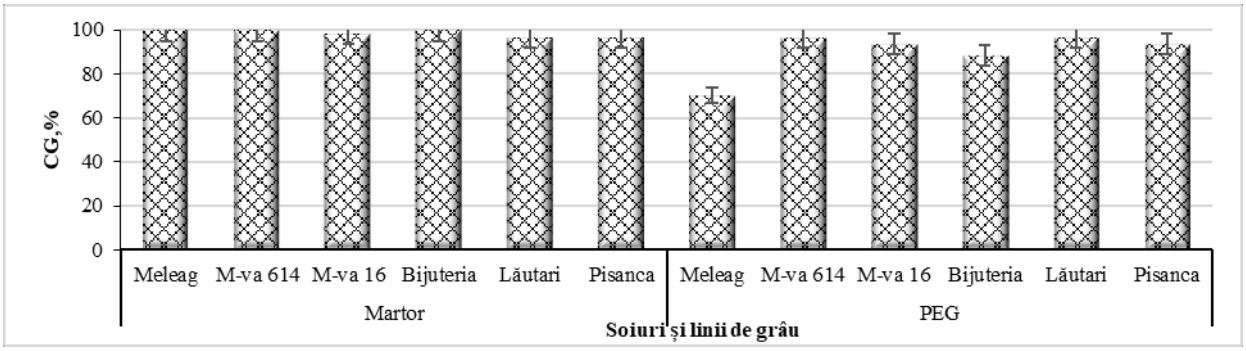


Figura 2. Capacitatea germinativă a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15 % PEG 6000

În urma monitorizării numărului de semințe germinate la întuneric și la temperatura de 22℃ în fiecare zi pe parcursul a 10 zile a fost posibil de determinat cu ce viteză au germinat semințele la diferite genotipuri de grâu sub influența apei distilate și soluției de PEG 6000 (Figura 3). Astfel, semințele genotipurilor care au servit drept varianta martor au germinat cu viteza între 18 și 21 numărul mediu de semințe germinate per zi (nr/zi), iar cele din varianta experimentală 12-16 nr/zi. După analiza acestor rezultate conchidem că semințele genotipurilor sub influența apei distilate au avut o viteză de germinare per zi mai rapidă decât semințele care au germinat în mediu sub influența soluției cu concentrația de 15 % PEG 6000. De exemplu, viteza de germinare a soiului Meleag a scăzut de la 21 până la 12 nr/zi, valoarea acestui indice fiind diminuată cu circa 9 nr/zi. De asemenea, viteza germinativă a diminuat și la celelalte 5 genotipuri, dar cu diferențe mai mici.

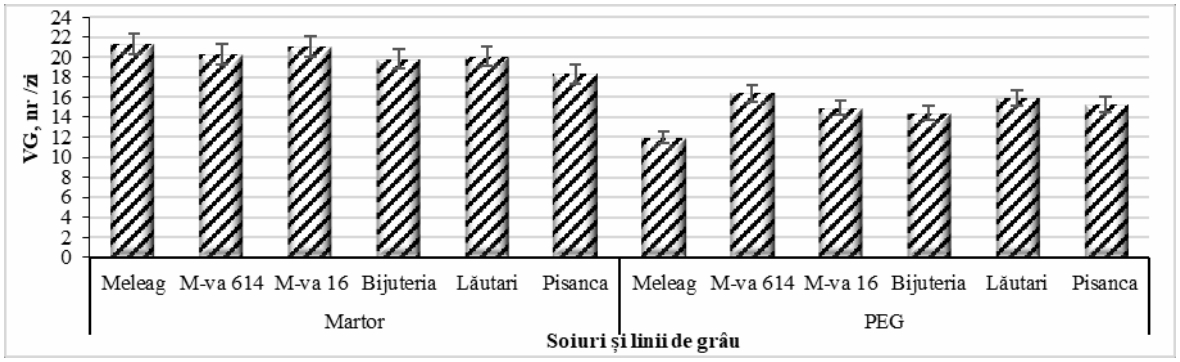


Figura 3. Viteza germinativă (VG) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15 % PEG 6000

Un alt indice ce poate da o informație importantă, privind viteza de germinare a semințelor este viteza germinativă acumulată (Figura 4). VGA implică numărul acumulat de semințe germinate la fiecare timp de expunere. Valorile acestui indice la genotipurile din varianta martor a oscilat în intervalul 89 -77 nr/zile și în varianta experimentală 52-71 nr/zile. Dintre genotipurile din varianta experimentală cea mai mică viteză germinativă acumulată a fost la soiul Meleag, dar cea mai înaltă s-a evidențiat mai ales la genotipurile Moldova 614, Moldova 16 și Lăutarii.

În general VG și VGA au arătat aceleași rezultate cu ușoare variații. Totuși, VGA s-a dovedit a fi mai sensibil decât VG mai ales în cazul genotipului Moldova 16, întrucât a demonstrat

eficacitatea genotipului în sporirea procesului de germinare. Aceste rezultate confirmă importanța diferiților indici de germinare în evaluarea oricărui tratament în vederea aprecierii rezistenței la secetă a genotipurilor la nivel de semințe.

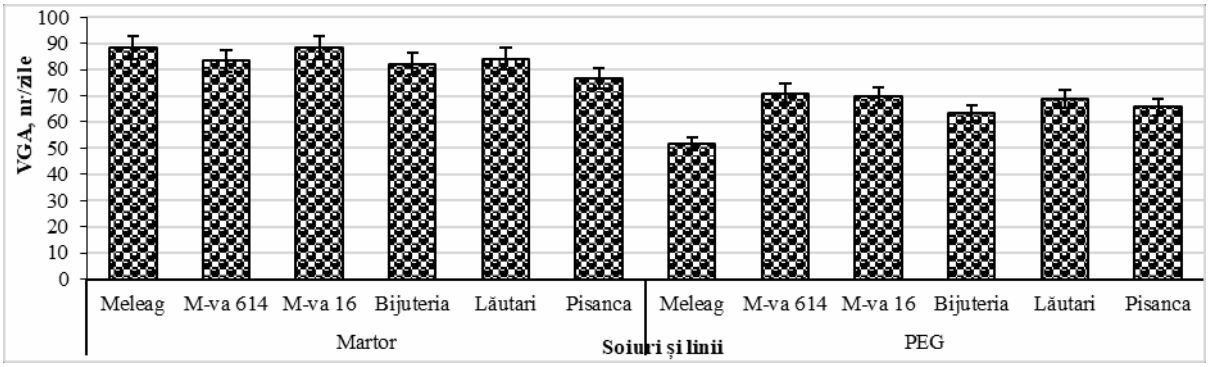


Figura 4. Viteza germinativă acumulată (VGA) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

În Figura 5 sunt prezentate valorile pentru coeficientul ratei de germinare a semințelor genotipurilor din varianta martor și experimentală. În rezultatul analizei acestui indice s-a constatat că, acesta este cel mai puțin sensibil, deoarece a demonstrat o reducere semnificativă doar la comparația genotipurilor din varianta martor cu cea experimentală. Pe când aceste diferențe nu a fost observate între genotipurile a căror semințe au germinat în mediul care conținea soluția de PEG 6000. Rezultatele obținute au susținut ipoteza că interpretarea datelor depinde de alegerea indicelui de germinare și, de asemenea, că un indice ar putea să nu fie potrivit pentru descrierea exactă a efectelor deficitului hidric asupra procesului de germinare.

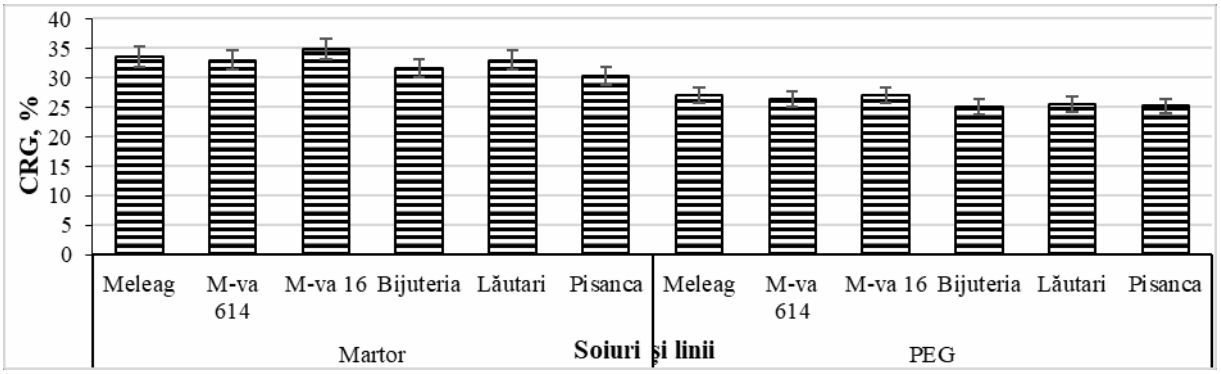


Figura 5. Coeficientul ratei de germinare a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

Testul de germinare a semințelor celor 6 genotipuri sub influența soluție de PEG a demonstrat că timpul mediu de germinare a crescut față de martor (Figura 6). Întârzierea timpului de germinare a fost mai accentuată în cazul genotipurilor Bijuteria, Lăutarii și Pisanca.

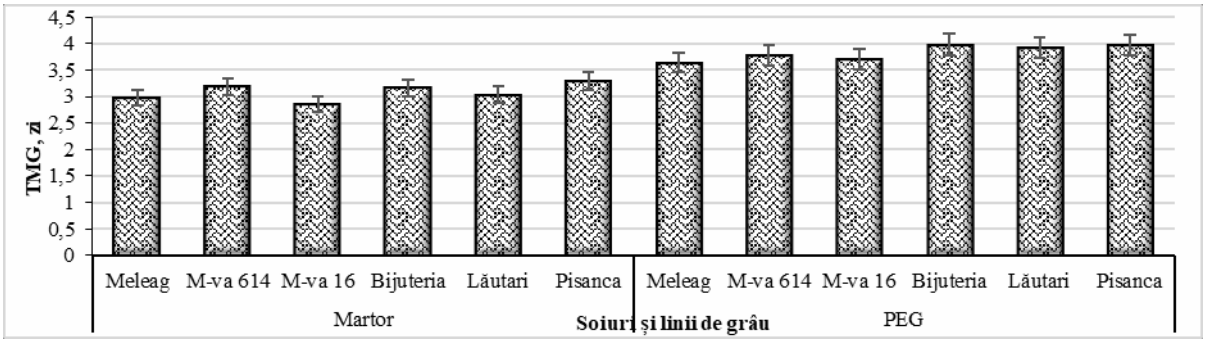


Figura 6. Timpul mediu de germinație (TMG) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

În figura 7 este prezentat indicele de vigoare a semințelor. Acest indice este un indicator valoros, deoarece nu măsoară doar procentul de semințe viabile dintr-o probă, ci reflectă și capacitatea acelor semințe de a produce răsaduri normale în condiții de creștere nefavorabile. Indicele de vigoare reprezintă câtul dintre lungimea totală a plantulei și procentul de germinare. Semințele genotipurilor Meleag, Moldova 614, Moldova 16, Bijuteria, Lăutarii, Pisanca din variantele experimentale au avut indicele de vigoare mai mic cu aproximativ 57, 34, 25, 52, 16 și 25% față de variantele martor. De aici rezultă că, deficitul hidric indus de soluția cu concentrația PEG 6000 a afectat indicele de vigoare la toate cele 6 genotipuri, dar cel mai afectat dintre acestea a fost indicele de vigoare a semințelor soiului de referință Meleag.

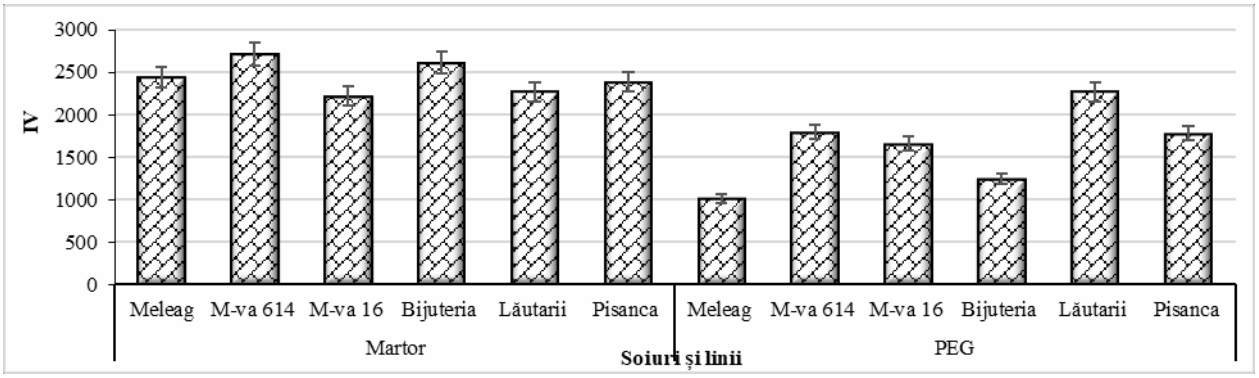


Figura 7. Indicele de vigoare (IV) a semințelor diferitor soiuri și linii de grâu hexaploid sub influența apei distilate și soluției de 15% PEG 6000

Analizele rezultatelor de mai sus confirmă că este posibil de studiat efectul stresului cauzat de secetă asupra procesului de germinație prin simularea acestuia utilizând soluția cu o concentrație de 15% de PEG6000. Acest test poate fi realizat prin crearea unui stres osmotic ridicat care este necesar pentru a studia variația genetică a genotipurilor de elită în toleranța la secetă. O soluție de PEG poate fi utilizată pentru a induce stresul cauzat de secetă care este măsurat folosind un interval de timp de zile după tratarea semințelor cu această soluție. PEG are o greutate moleculară mare (6000) și împiedică pătrunderea apei în peretele celular. Cele mai tolerante genotipuri care pot germina la această concentrație (15%) sunt recomandate a fi reevaluate la concentrații mai mari ca un test suplimentar pentru a selecta genotipurile cele mai tolerante la secetă.

Concluzii

În această lucrare se confirmă că polietilenglicolul, care afectează procesul osmotic în plante, poate fi utilizat cu succes pentru a evalua rezistența genotipurilor grâului de toamnă la deficitul hidric.

Parametrii de bază pentru măsurarea germinării în condiții de toleranță la secetă sunt energia germinativă, capacitatea germinativă, viteza germinativă, viteza germinativă acumulată, timpul mediu de germinare și indicele de vigoare a semințelor.

Toate genotipurile studiate s-au manifestat cu rezistență mai înaltă la stresul hidric indus de soluția cu concentrația 15% de PEG6000 în comparație cu soiul standard Meleag. Cu toate acestea, genotipurile Moldova 614 și Moldova 16 s-au evidențiat ca cele mai rezistente la secetă dintre toate genotipurile examinate.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. https://www.moldova.org/am-putea-preveni-seceta-in-moldova-solutii-pe-termen-scurt-si-mediu/
2. Zhao, W., et al. Water effects of water stress on photosynthesis, yield, 2020. 1–19.[AQ]
3. Mansour, H. A., et al. Molecular studies for drought tolerance in some Egyptian wheat genotypes under different irrigation systems. In: *Open Agriculture*. 2020. 5(1), pp. 280–290. https://doi.org/10.1515/opag-2020-0030
4. Arzani, A., Ashraf, M. Cultivated ancient wheats (Triticum spp.): A potential source of health-beneficial food products. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017, 16(3), pp. 477–488. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12262
5. Hossain, A., et.al. High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in South-Eastern Russia: I. Phenology and growth. In: *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2012, 19(4), pp. 473–487. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.07.005
6. Doležel, J. Development of chromosome-specific BAC resources for genomics of bread. In: *Cytogenetic and Genome Research*. 2010, pp. 1–13. https://doi.org/10.1159/000313072
7. Paudel, B., Et al. Farmers’ understanding of climate change in Nepal Himalayas: important determinants and implications for developing adaptation strategies. In: *Climate Change*. 2020. 158 (3–4), pp. 485–502. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02607-2
8. Hussain, A., Jatoi, W. A. Drought tolerance indices of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes under water deficit conditions. In: *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2021. 20, pp. 1–19.
9. Pessarakli, M. *Handbook of plant and crop stress. 2ndEd*., New York: Marcel Dekker Inc., 1999, pp. 247-259.
10. Anjum, T., Bajwa, R. Importance of germination indices in interpretation of allelochemical effects. In: *International Journal of Agriculture and Biology*. 2005. 7, pp. 1560-8530.
11. Gharoobi, B., M. Ghorbani, M. Ghasemi Nezhad. 'Effects of different levels of osmotic potential on germination percentage and germination rate of barley, corn and canola' In: *Iranian Journal of Plant Physiology*. 2012, 2(2), pp. 413-417.

UDC: [632.111.8 + 631.811.98]:633.15 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.21

IMPACTUL TEMPERATURII ŞI A EXTRACTULUI VEGETAL ASUPRA GERMINĂRII PORUMBULUI

Luțcan Elena[1,*], *https://orcid.org/0000-0001-9967-6665, * e-mail: elena.lutcan@sti.usm.md*
Ivanova Raisa[1], *https://orcid.org/0000-0002-2554-2039*
Borovskaia Alla[1], *https://orcid.org/0000-0002-7225-0186*
Elisovețcaia Dina[1], *https://orcid.org/0000-0003-0521-6428*
Spînu Angela [2]
[1] Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, USM, Chişinău, Republica Moldova
[2] IP Centrul Naţional de Cercetare şi Producere a Semințelor, sectorul „Porumbeni”, s. Pascani, Republica Moldova

Summary. The aim was to assess the physiological peculiarities of food corn germination influenced by the extract (JS), obtained from the plant *Juniperus sabina* L., and to evaluate the combined impact of high temperature at 50°C and treatment with JS. The corn seeds such as super sweet Porumbeni 300 (P300), popcorn Porumbeni 398 (P398) and corn for flour Porumbeni 402 (P402) were studied. Based on the data of oweral germination changes, the seeds of P398 and P402 hybrids were more resistant to heat stress compared to P300 seeds. The JS extract acted as a plant growth regulator, the greatest effect was evaluated in the seed treatment of hybrid P402.

Keywords: food corn, germination, heat stress, extract *Juniperus sabina*.

Introducere

Porumbul (*Zea mays* L.) este una dintre cele mai valoroase culturi din agricultura mondială, cu utilizări diversificate pentru hrana şi calităţile sale productive. Încălzirea globală declanşată în ultimii ani a dus la apariţia unor schimbări esenţiale în clima republicii provocând mari dificultăţi sectorului agrar. Reducerile semnificative de producţie sunt provocate de condiţiile nefavorabile de mediu unde stresul temperaturilor ridicate este factorul limitativ. În Republica Moldova porumbul ocupă poziţia principală în structura culturilor cerealiere şi a celor furajere. În anul 2022, din cauza secetei, s-a înregistrat cel mai mic randament de porumb din ultimii 20 ani, de 3 ori mai puţin faţă de anul 2021. În 2023 circa 526,0 mii de hectare au fost însămânţate cu porumb pentru boabe, ceea ce a constituit 33,28% din totalul suprafeţelor însămânţate cu culturi agricole [1].

Calitatea semințelor pentru semănat este principalul factor în formarea unor culturi foarte productive şi poate favoriza creşterea randamentului cerealelor cu peste 30%. Problema îmbunătăţirii calităţii semințelor, ameliorării proceselor de creştere, dezvoltare şi productivitate a porumbului este de mare importanţă ştiinţifică şi economică. Un rol important în protecţia integrată a porumbului îl ocupă crearea principiilor de bază ale agriculturii ecologice cum ar fi mijloace biologice prin utilizarea bioreglatorilor naturali pentru sporirea germinaţiei, reducerea contaminării cu fungi şi micotoxine a materiei prime cu scopul creşterii siguranţei alimentare, protejarea mediul înconjurător, menţinerea şi sporirea fertilităţii solului [2, 3].

Pe parcursul deceniilor, atenţia cercetătorilor este atrasă de către substanţele fiziologic active de origine naturală, utilizate în doze extrem de mici [4]. Acestea sunt preparatele, acţiunea cărora este orientată spre activarea şi menţinerea proceselor vitale în plante. Ele stimulează procesele de creştere prin formarea rădăcinilor vigoare şi induc imunitatea plantelor, contribuind astfel la adaptarea lor faţă de factorii nefavorabili din mediul înconjurător, în rezultatul cărora are loc sporirea productivităţii, îmbunătăţirea calităţii producţiei obţinute, dar şi micşorarea sine costului acesteia [5].

Reieșind din cele expuse mai sus, scopul cercetărilor date constă în aprecierea particularităților fiziologice ale germinării porumbului alimentar influențat de extractul natural de substanțe biologic active JS, obținut din planta *Juniperus sabina* L și evaluarea impactului comun al temperaturii înalte și tratării cu JS.

Materiale și Metode

În studiu au fost incluse semințe de porumb alimentar: super dulce Porumbeni 300 (P300), pop corn Porumbeni 398 (P398) și porumb pentru făină și crupe Porumbeni 402 (P402), hibrizi obținuți la Institutul de Fitotehnie „Porumbeni", și extract din planta de conifere *Juniperus sabina* L. (*JS*) [6, 7]. Semințe de porumb câte 25 în 4 repetiții au fost înmuiate in soluție de extract JS cu concentrația de 0,0001% și în apă (semințe intacte) timp de 24 de ore, apoi supuse stresului termic la temperatura de 50^0C timp de 30 min.

Germinarea semințelor intacte, stresate și tratate cu extractul JS s-a efectuat conform prevederilor regulilor internaționale [8]. După 7 zile de germinare a fost determinată facultatea germinativă, au fost efectuate măsurări biometrice (lungimea rădăcinuțelor și tulpinițelor) și evaluata biomasa uscată a componentelor separate ale semințelor germinate (masa rădăcinițelor, tulpinițelor și semințelor). A fost calculată masa substanțelor de rezervă mobilizate pentru respirația și eficiența metabolică a semințelor la germinarea lor [9, 10].

Rezultate și discuții

Facultatea germinativă inițială la semințele de porumb a fost destul de înaltă 87-93%. Tratarea semințelor de porumb cu extractul de origine vegetală JS a suprimat facultatea germinativă în medie cu 11,2% la porumb super dulce P300, nu a afectat germinarea semințelor de pop corn P398 și a sporit rata semințelor germinate la hibridul P402 cu 6,5 % (fig. 1). Așa dar, a fost evidențiat gradul diferit de influență a extractului JS asupra semințelor de porumb, precum și răspunsuri diferite și contradictorii ale hibrizilor la acest factor exogen. Datele prezentate sunt în concordanță cu rezultatele noastre anterioare și concluziile că la aplicarea bioregulatorilor de origine vegetală este necesar să se țină cont de specia și specificul variat al bioregulatorilor [11].

Hibrizii de porumb testați au avut și diferit răspuns la termotratare. Stresul termic la temperatura de 50°C practic nu a influențat facultatea germinativă a hibrizilor P300 și P402, dar a fost semnificativ negativ pentru semințe de pop corn (fig. 1). Aplicarea combinată a factorilor exogeni (temperaturii și extractului JS) a diminuat facultatea germinativă la toți hibrizi testați. Totuși analiza fenologică asupra rădăcinițelor și tulpinuțelor ale semințelor de porumb germinate ne-a permis de a stabili că extractul JS acționează ca reglator de creștere a plantelor (fig. 2).

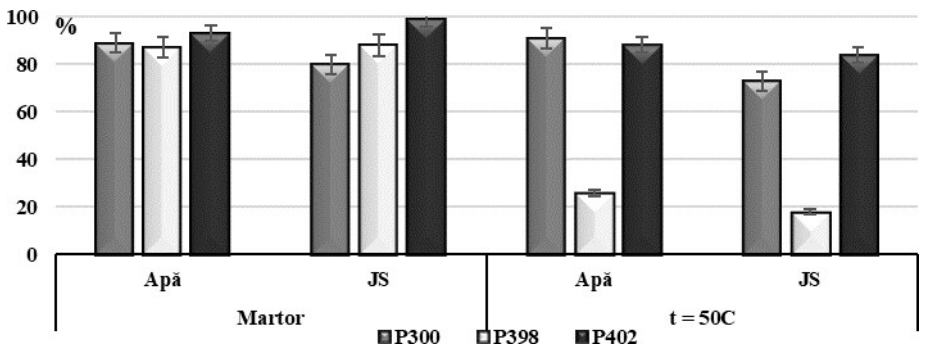


Figura 1. Facultatea germinativă a semințelor de porumb intacte, expuse temperaturii de 50°C și tratate cu extractul JS

În condiții optime de germinare, lungimea rădăcinițelor la semințele tratate cu *JS* a depășit indicatorii martor cu 15,5% P398 și cu 18,7% P300, dar la hibridul P402 lungimea rădăcinițelor sa micșorat nesemnificativ (în medie cu 1 cm). Trebuie de menționat că semințele supraviețuite după stresul termic au avut rădăcinițele mult mai lungi decât semințele intacte (fig. 2a). Aplicarea combinată a extractul JS și stresului termic a avut efect sinergetic asupra creșterii rădăcinițelor la hibrizii P398 și P402, ceea ce indică inițierea seriei de procese fiziologice, care duc la sporirea vigoarei și capacităților adaptive a planelor de porumb la temperaturi înalte. Datele prezentate în fig. 2b privind parametrii biometrici ai tulpinițelor demonstrează de asemenea efectul benefic al extractului JS asupra creșterii lor, în special la semințele care nu au fost supuse termotratării.

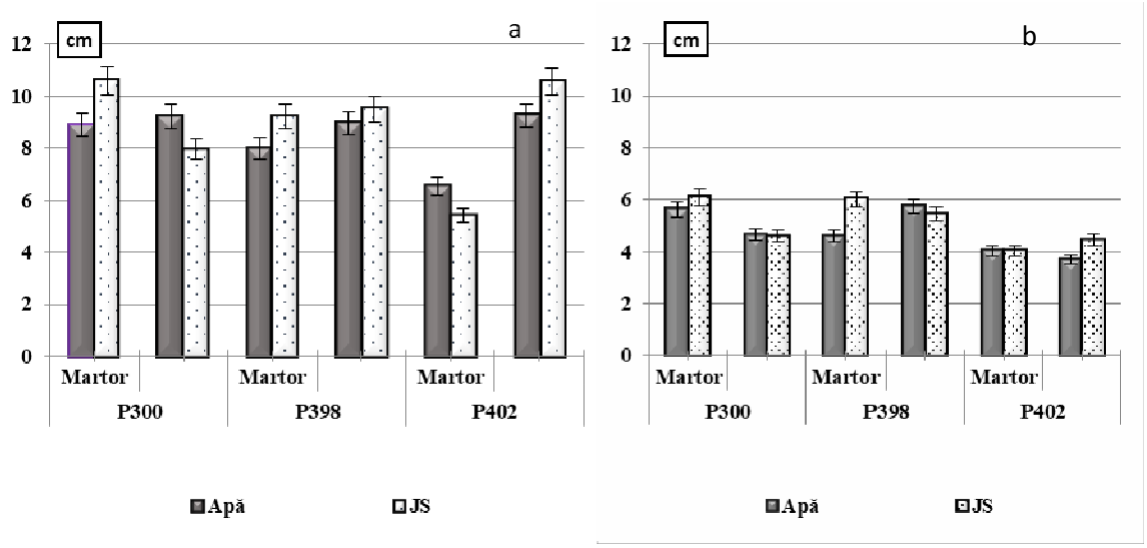


Figura 2. Lungimea rădăcinițelor (a) și tulpinițelor (b) a porumbului germinat din semințe intacte, expuse temperaturii de 50°C și tratate cu extractul JS

Dezvoltarea sistemului radicular al porumbului este cel mai important factor care asigură productivitatea plantelor, iar toate metodele de tratare a semințelor ar trebui să vizeze crearea celor mai optime condiții pentru creșterea sistemului radicular, în special în fazele incipiente ale ontogenezei plantelor. Se știe că raportul dintre lungimile rădăcinelor și talia plantulelor pentru o mai bună supraviețuire a porumbului ar trebui să fie ≥ 1,5. Din rezultatele noastre reiese că raportul dintre lungimea radăciniuțelor și lungimea tulpinițelor la semințele intacte a variat în limitele 1,8-2,2, la semințele expuse termotratării – 2,4-3,5, iar la semințele după tratarea combinată (JS și termostres) – 2,6-2,8. Așa dar, semințele de porumb supraviețuite în urma stresului termic sunt viabile și au potențialul înalt de adaptare la influența factorilor exogeni.

Analizînd distribuția substanțelor de rezervă mobilizate din semințe la creșterea rădăcinițelor și tulpinițelor, s-a constatat că semințele tratate cu *JS* și germinate în condiții optime folosesc substanțe de rezervă mai mult față de semințele intacte cu 7,8% și 15,5%, respectiv la P398 și P402. La semințele de porumb super dulce P300 acest indice nu s-a modificat semnificativ față de martor. Proporția totală de substanțe de rezervă ale endospermului utilizat pentru creșterea rădăcinițelor și a tulpinițelor în experimentele de control a fost de 46,5% (P300), 48,7% (P398) și 30% (P402). Restul de 51,3-70,0% din substanțele de rezervă au fost mobilizate pentru suportul energetic a proceselor fiziologice și respirație în timpul germinării. Distribuția substanțelor de rezervă mobilizate din semințele de porumb la germinarea lor se modifică în dependență de genotipul de porumb și influența factorilor exogeni și poate fi analizată prin indice cumulativ de eficacitate metabolică (fig. 3).

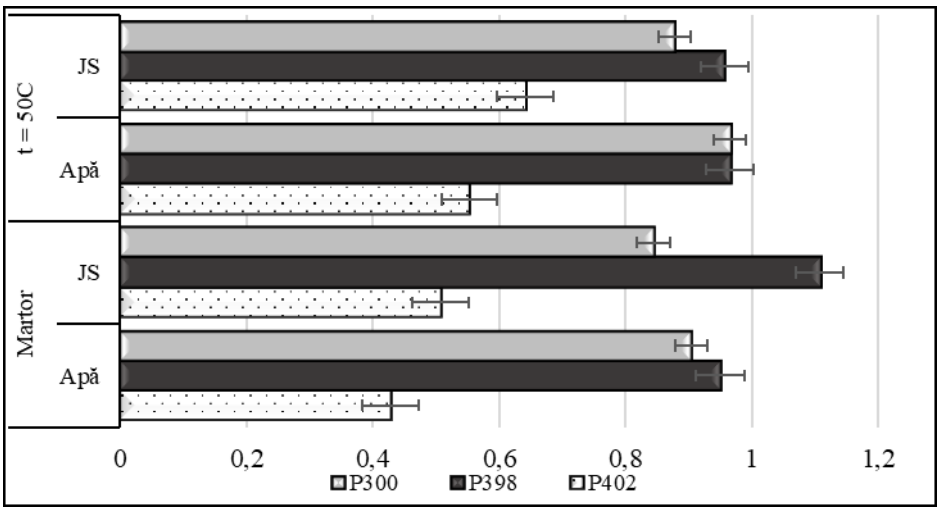


Figura 3. Eficacitatea metabolică a semințelor de porumb tratate cu JS și expuse stresului termic

Eficacitatea metabolică determinată a variat în funcție de rezistența fiecărui hibrid la stresul temperaturilor înalte și efectele extractului JS. Reieșind din datele obținute, s-a evidențiat că hibridul P402 a fost cu cea mai mică eficacitate metabolică. Semințele P300 și hibridul P398 s-au distins printr-o eficiență metabolică crescută. Tratarea semințelor cu soluția de 0,0001% al extractului JS a contribuit la creșterea eficienței utilizării substanțelor de rezervă la hibridul de porumb P398 și P402, respectiv cu 16,6% și 18,0%, față de semințe intacte.

Termotratarea semințelor P402 și tratarea cu extractul JS a influențat benefic eficacitatea metabolică. În acest caz eficacitatea metabolică s-a dovedit a fi cu 49,5% mai mare decât indicatorii din varianta martor. Datele prezentate sugerează că soluția de JS produce modificări bio-morfologice ce asigură adaptarea bună și majorarea rezistenței plantelor la temperaturi înalte.

Concluzii

Reieșind din datele modificării facultății germinative, semințele hibrizilor P398 și P402 sunt mai rezistente la termotratare în comparație cu semințele porumbului super dulce P300. A fost demonstrat că extractul de origine vegetală din *Juniperus sabina* acționează ca reglator de creștere a plantelor cu cel mai mare efect la tratarea semințelor de porumb a hibridului P402. Cu toate că inițial eficacitatea metabolică a hibridului P402 a fost mai mică de 2 ori fața de P398 și P300, la influența factoriilor exogeni individuali și comuni (extractul JS, termostres) eficacitatea metabolică crește constant. Acest fapt semnalează că reacția de răspuns a semințelor este mobilizarea eficientă a substanțelor de rezervă din endosperm, mai mult pentru creșterea rădăcinițelor și tulpinițelor în raport cu masa folosită la respirație.

Mulțumiri: Autorii exprimă sincere mulțumiri dlui dr. șt. agr. Vanicovici Nicolai de la Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Anuarul Statistic al Republicii Moldova, anul 2023.
2. Иванова Р.А., Боровская А.Д., Луцкан Е.Д., Мащенко Н.Е., Ванькович Н.Г., Мистрец С.И., Спыну А.П., Гузун, Л.З. *Применение биологически активных веществ природного*

происхождения для инкрустации семян кукурузы (*практические рекомендации*). Кишинев, Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2023. 41 с.

3. Боровская А.Д., Иванова, Р.А., Мащенко, Н.Е. Эффективность использования природных биологически активных веществ для инкрустации семян. В: *Материалы VIII Международной научно-практической конференции в рамках VII научного форума «Неделя науки в Крутах – 2022»*, 1-2 марта 2022 г., с. Круты, Черниговская обл., ДС «Маяк» ІОБ НААН. Обухів, 2022, с. 143-152. http:/www.dsmayak.com.ua /files/ovochivnytstvo-2022.pdf.
4. Jelev N., Dascaliuc A. Utilizarea biostimulatorilor in cercetările științifice și în practica agricolă. In*: Buletin AȘM. Științele vieții*. 2018, no. 3(336), p. 22-35. ISSN 1857-064X.
5. Боровская А.Д., Мащенко Н.Е., Градинар Д.Г. Гликозиды из Melampyrum nemorosum L. как регуляторы роста овощных культур. В: *Мировые растительные ресурсы: состояние и перспективы развития: материалы II междунар. науч.-практ. интернет-конф*., (03листопада 2016 р., м. Київ). Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016, с. 155-157.
6. Elisovetcaia D., Ivanova R., Gladei D., Simkova J., Brindza J. Biological activity of extracts from some species of Coniferous plants. In: *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, Nitra, Slovakia, 2019. 3, p. 66-80. ISSN 2585-8246**.** https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.066-080
7. Luțcan E., Borovskaia A., Ivanova R., Elisovetcaia D. Efectele extractului din Juniperus sabina asupra germinării semințelor de porumb. In: *Probleme științifice în domeniul culturilor de câmp - realizări și perspective. Conferința științifico-practică cu participare internațională dedicată a 80 ani de la fondarea IP ICCC "Selecția"*, 13-14 iunie 2024, Bălți, 2024, p. 127-133. ISBN 987-9975-180-84-9.
8. ISTA (International Seed Testing Association). International rules for seed testing. Chapter 5: The germination test. 2017 (1), 2017. DOI: https://doi.org/10.15258/istarules. 2017.05
9. Dascaliuc A., Jelev N., Ralea T. Mobilization of reserve substances of seeds for germination and growth of seedlings in wheat varieties with different frost resistance. In: *Buletinul AȘM. Științele vieții.* 2020, no. 2(341), p. 54-66. ISSN 1857-064X.
10. Ivanova R., Dascaliuc A., Borovskaia A., Mașcenco N. Modificarea eficienței metabolice a semințelor de porumb cu utilizarea genistifoliozidelor. În: *Ştiința în Nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective.* Conferința șt. naț. cu participare intern., Bălți, Moldova, 20-21 mai 2022. Ed. a 6-a. Bălți, 2022, p. 67-70. ISBN 978-9975-3465-5-9. Acces: https://ibn.idsi.md/vizualizare.articol/157410
11. Мащенко Н.Е., Боровская А.Д., Иванова Р.И., Чумак П.С. Видоспецифичность иридоидных гликозидов из *Linaria vulgaris Mill*. L. In: *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, Nitra: Ed. Agrobiodiversity, Slovakia, 2017, no.1. pp. 319-323. http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.319-323

UDC: 631.53.027.32:635.64 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.22

TRAITS OF TOMATO MALE GAMETOPHYTE AS A CRITERION FOR SELECTION OF BREEDING VALUABLE FORMS AT EARLY STAGES OF ONTOGENESIS

Makovei Milania
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU,
Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0009-0009-5039-6270, e-mail: milania.macovei@sti.usm.md

Summary. *In vitro* assessment of pollen qualitative traits affecting reproductive and other functions of tomato plants was carried out, including under the influence of a high-temperature stress factor in multimarker lines and F_1 hybrids obtained on their basis. The F_1 hybrids and lines are characterized by morphological traits of pollen. It was revealed that the morphological heterogeneity of pollen grains in the F_1 hybrid Rozamak is associated with the dominant inheritance of the *ls* gene from the maternal form. It has been shown that the processes of pollen germination and pollen tube growth under in vitro conditions in both freshly collected and heat-treated F_1 hybrids occur synchronously and in a shorter period (1-2 hours) than in their parental lines.

Keywords: tomato, F_1 hybrids, lines, pollen grain diameter, variability, pollen germination, pollen tube growth, resistance

Introduction

Increasing plant resistance to the impact of extreme environmental factors has become one of the priority areas of both fundamental scientific research and applied breeding. Various authors have noted that environmental resistance in the plant world is one of the most deficient economically valuable traits [10, 13, 16]. It is the narrow limits of genetic diversity of environmental resistance, for example, to temperature stresses that have become the main reason why over the past 50 years there has been no significant increase in the upper level of tolerance to these factors in major agricultural crops [3]. Consequently, the creation of tomato varieties and hybrids resistant to stressful abiotic factors through breeding is one of the main conditions for the implementation of their genetically embedded potential productivity. The complexity of solving this problem is that it is very difficult to determine the resistance of the selected material in natural conditions. It is necessary that the effect of an unfavorable factor (high, low temperatures, soil salinity, plant damage by diseases and pests, plant introduction, precipitation acidity level, accumulation of heavy metals in the soil, etc.) manifests itself quite harshly precisely at that period of plant development when they are most sensitive to it. According to Pfahler (1982), one of such stages of ontogenesis is the male gametophyte of plants, the role of which in the process of adaptive selection requires special attention. This is confirmed by the high negative impact of stress temperature and anthropogenic factors on the quality of pollen, identified by various authors [4, 9, 11, 12, 14]. Considering the increased sensitivity of male gametes to external factors, pollen analysis can be used to obtain primary information on the reaction of genotypes to the action of a specific stress factor and thereby quickly and effectively differentiate them and identify valuable gene sources at the early stages of the selection process to create resistant forms of tomato [5, 17]. Studies related to environmental control of pollen development both at the stages of formation [15, 19] and functioning of mature pollen [6, 18, 21, 23] confirm its genotype-specific response to the action of certain stress factors leading to the distribution of micro gametophytes into groups. Consequently, the quality of pollen, being one of the most important factors of reproductive biology, determines the efficiency of both natural and artificial pollination processes, which in turn

depend on the characteristics of pollen formation under the influence of various stress factors of the external environment. This means that innovative technologies of gametophyte analysis, allowing for the analysis of large pollen populations in a relatively short time on artificially created stress backgrounds, in vitro can be actively used in breeding practice not only on tomatoes, but also on other crops for the identification and creation of stable genotypes [5, 7, 22].

Based on the above information, the aim of our research was to study the nature of the manifestation of male gametophyte traits that affect reproductive, reproductive and other functions of tomato plants, including under the influence of a high-temperature stress factor, in multi-marker lines and F_1 hybrids obtained on their basis.

Material and methods

The studies were conducted in 2021-2023. The object of the research was pollen (male gametophytes) of multimarker lines: L 8/234 (*sp*$^{\pm}$*, br, u, nor*); L 28 (*sp*$^{+}$*, Mi, Tm-2, rin*); L 111 (*sp*$^{\pm}$*, nor, j-2*); L 33/241 (*sp*$^{\pm}$*, rin, u, ls, ps*); L 11069 (*sp*$^{+}$*, u, nor, ls, br, j-2*) and F_1 hybrids - Ingstar, Rozамak, No. 11, obtained on their basis. The nature of the manifestation of such pollen traits as the size of pollen grains, fertility, germination-viability, pollen tube length, pollen germination resistance and pollen tube length resistance were assessed. Freshly collected pollen of F_1 hybrids and their parental forms was divided into three parts, one of which was stained with acetocarmine and morphological characteristics and fertility were determined [8]. The second was sown on an artificial nutrient medium consisting of 15% sucrose and 0.006% boric acid and germinated *in vitro* at a temperature of 25 °C for 3 hours and its viability and length of pollen tubes were determined (control). The third part of the pollen was used to assess its heat resistance by treating it with a temperature of 45 °C for 8 hours, followed by germination and determination of the ability of heat-treated pollen to germinate and form pollen tubes of a length sufficient for fertilization - three diameters of a pollen grain [1] (experiment). For each genotype in each variant of the study, at least 500 pollen grains were assessed. The reaction of F_1 lines and hybrids to the high-temperature stress factor was determined by the difference between the indices of freshly collected pollen (control) and heat-treated pollen (experiment). The size of pollen grains was calculated by measuring them using the ocular micrometer scale (μm). The dynamics of pollen grain germination (%) and the length of tubes (divisions ocular micrometer) were determined every 1, 2 and 3 hours. In genotypes with a longer pollen germination period, the counts were also carried out after 4-5 hours. All preparations were examined in a Zeiss light microscope. Statistical processing was carried out using generally accepted methods [2] and the Excel program.

Results and discussion

The conducted research allowed us to reveal quite pronounced differences in the nature of manifestation of morph biological traits (size, shape and fertility of pollen grains) of male gametophytes between F_1 hybrids and their multi-marker parental lines. The most aligned in pollen grain diameter were the populations of F_1 hybrids Ingstar (29-31 μm) and F_1 No. 11 (28-30 μm), whereas the pollen population of F_1 Rozamak was more heterogeneous with a variability of the trait index from 22 to 29 μm (Table 1). Unlike F_1 hybrids, pollen grain populations of parental lines were characterized by high heterogeneity in pollen diameter and fertility (Table 1) due to the presence of a greater number of small and medium-sized grains with deformations of varying degrees and impaired integrity. The highest heterogeneity is noted in the populations of maternal forms (A ♀) of the F_1 Rozamak and F_1 No. 11 hybrids, which are carriers of the *ls, ps* and *br* genes. These genes in different combinations affect morphological deviations in the structure of flowers or their individual elements. Probably, the high heterogeneity of pollen grains in the F_1 Rozamak hybrid and the less pronounced one in F_1 No. 11 is associated with the dominant transmission of traits controlled by these genes from the maternal lines (A ♀). These maternal lines also have a high coefficient of variability (Cv) of the “pollen grain diameter” trait, depending on both the

characteristics of their genotypes (27.3% and 12.4%) and plant growing conditions (36.6% and 24.9%), respectively (Table 1). Pollen fertility, as an indicator characterizing the presence of live pollen grains in their populations, was also the lowest. This indicates a connection between an increased proportion of morphological abnormalities in pollen grains and reduced pollen fertility. The proportion of pollen grains with morphological abnormalities of varying degrees of severity in the populations of the remaining lines is significantly lower, but higher than in the F_1 hybrids obtained with their participation.

Table 1

Morphological characteristics and fertility of tomato pollen in F_1 hybrids and their parental lines (average for 2021-2023)

Genotype	Diameter of pollen grains, µm		Proportion of pollen grains with morphological abnormalities, %	Cv,%		Fertility, %
	min	*max*		*by genotype*	*by years*	
F_1 Ingstar	29	31	4.2	5.7	7.4	91.8
A ♀	27	33	10.6	8.1	7.6	82.4
B ♂	23	28	6.4	7.2	9.7	95.4
F_1Rozamak	22	29	13.2	14.6	10.2	78.3
A ♀	20	30	32.8	27.3	36.6	53.7
B ♂	21	27	11.3	9.4	7.1	72.1
F_1 Nr. 11	28	30	6.9	4.8	8.3	86.2
A ♀	18	25	23.1	12.4	24.9	64.5
B ♂	26	31	7.3	4.2	6.8	90.6
NSR_{05}	**2.8**					

The analysis of the results on the dynamics of germination of freshly collected pollen and growth of pollen tubes (control), characterizing its fertilizing capacity, also showed significant differences between the F_1 hybrids and their parental lines. Active pollen germination *in vitro* in F_1 hybrids was observed within the first hour after sowing on an artificial nutrient medium. Most of the pollen grains (61.2%) of the F_1 Ingstar hybrid germinated within 1 hour after sowing. This indicator was slightly lower in F_1 Rozamak hybrids - 39.2%, and the lowest in F_1 No. 11 - 19.6% (Fig. 1a). The pollen grains of the Ingstar and Rozamak hybrids that germinated in such a short time simultaneously formed pollen tubes of sufficient length for fertilization - 38.8 and 39.6 divisions ocular micrometer (d.o.m.) respectively. While the germinated pollen of hybrid No. 11 formed pollen tubes significantly shorter (18.7 d.o.m.) than the above hybrids within one hour after sowing, but two hours after sowing the indicator of this trait was higher - 64.3 d.o.m. than that of Ingstar - 52.3 d.o.m. and Rozamak - 43.2 d.o.m. hybrids (Fig. 1b). These results indicate a high functional potential of male gametophytes in the studied F_1 tomato hybrids.

The activity and rate of pollen germination were lower in the parental lines. Accounting for the dynamics of germination *in vitro* showed that during the first hour after sowing, the indicator was low and varied from 0.7 to 12.6% depending on the genotype characteristics (Fig. 1a). Similar results were obtained for the ability of germinated grains to form tubes of sufficient length for fertilization, with variability from 0.4 to 18.6 d.o.m. (Fig. 1b). More active germination of potentially viable pollen grains in the lines is recorded 2 hours after sowing, and the formation of the maximum length of pollen tubes after 3 hours (Fig. 1 a, b). Longer germination of pollen *in vitro* does not lead to an improvement in the indicators, which indicates that potentially viable pollen germinates and forms long pollen tubes in the first three hours after sowing. These results can serve as a prerequisite for rapid evaluation and correct selection of parental pairs with high genetic potential for pollen quality and functionality in the process of creating heterotic hybrids F_1 and subsequent effective implementation of hybrid seed production.

Evaluation of the resistance of pollen subjected to high-temperature treatment at 45°C for 8 hours (experiment) in parental lines and their F_1 hybrids under *in vitro* conditions at different exposure times – 1, 2 and 3 hours, revealed an individual response of each genotype to the action of this stress factor. An hour after sowing, pollen grains of the F_1 Ingstar hybrid actively germinated (53.2%), but the germinated pollen grains formed tubes of insufficient length for fertilization - 22.4 d.o.m. (Fig. 2 a, b).

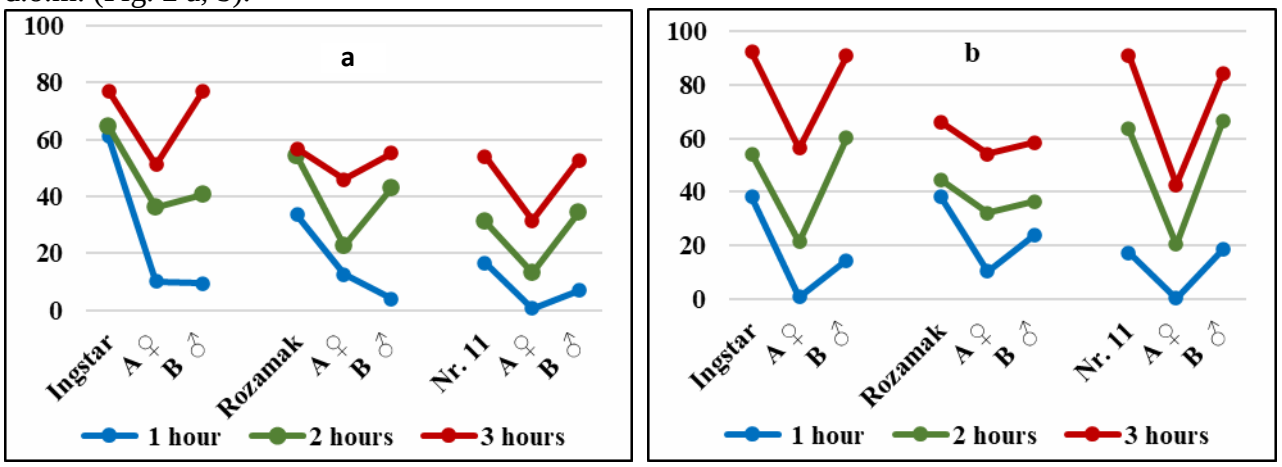


Figure 1. Dynamics of germination of freshly collected pollen (a) and growth of pollen tubes (b) in F_1 hybrids and their parental lines depending on time exposure (average for 2021-2023)

Whereas in the F_1 hybrid No. 11, fewer pollen grains germinated (18.7%), but the grains that germinated after high-temperature treatment formed long pollen tubes – 43.4 d.o.m. The F_1 Rozamak has lower indicators for both traits. As the time of pollen germination exposure increased (2 and 3 hours), the indicators of both characteristics increased proportionally (Fig. 2 a, b). The diagrams show that the F_1 Ingstar and F_1 No. 11 hybrids are characterized as highly resistant to this stress factor. The high quality of their pollen and insignificant reaction to the high-temperature factor probably provide them with high fruit set in natural conditions. For example, the F_1 No. 11 hybrid has the highest percentage of fruit set (88.4%) of the total number of flowers in all inflorescences on the plant. The F_1 Ingstar hybrid has a slightly lower indicator (81.8%) and the lowest fruit set (76.3%) is found in F_1 Rozamak. The high coincidence of male gametophyte traits with fruit set under natural conditions suggests that pollen grains of these genotypes contain a greater amount of intrinsic nutrients, which ensures rapid growth of pollen tubes and efficiency of natural pollination processes. Consequently, pollen grain germination rate and pollen tube growth rates can be used as an objective indicator for identification and selection of valuable and stable genotypes at early stages of ontogenesis in a short time.

Analysis of heat-treated pollen by the dynamics of germination and growth of pollen tubes in parental lines showed their higher sensitivity to this stress factor (Fig. 2 a, b). The pollen germination rate *in vitro* within an hour after sowing was very low and varied depending on the genotype characteristics from 6.7% to 15.4% in maternal lines, from 1.8 to 6.3% in paternal lines. Germinated pollen grains also formed short pollen tubes. Two hours after sowing pollen on an artificial nutrient medium, more active pollen germination was noted in both maternal and paternal forms. At the same time, differential differences are also manifested between the lines regarding the response of their pollen to high temperatures (Fig. 2 a, b). The highest percentage of germinated pollen grains at 3-hour exposure time was found in maternal forms (A ♀) of hybrids F_1 Ingstar and F_1 No. 11, which simultaneously formed very long tubes. Pollen of paternal lines showed higher sensitivity to heat treatment, both in pollen germination and tube length (Fig. 2 a, b). It follows that hybrid combinations, where maternal forms had higher rates for the studied traits, and hybrids are characterized by high resistance to temperature stress.

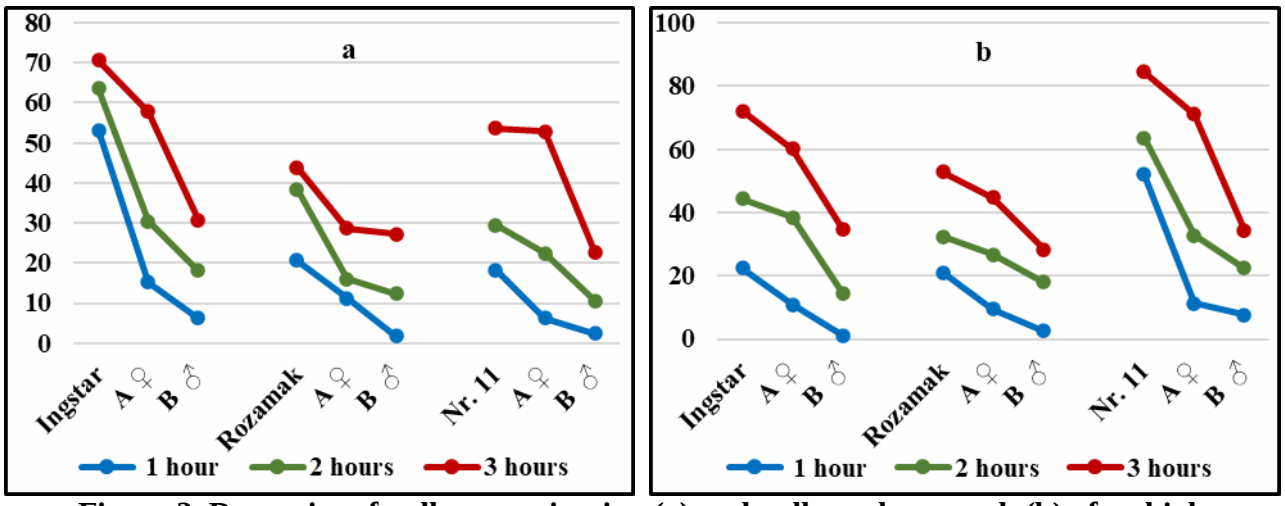


Figure 2. Dynamics of pollen germination (a) and pollen tube growth (b) after high-temperature treatment (45°C/8 hours) in F_1 hybrids and their parental lines depending on the time exposure of its germination (average for 2021-2023)

A similar conclusion can be made for individual combinations of F_1 hybrids and for the nature of the manifestation of morphological traits of male gametes. Therefore, questions concerning the nature of inheritance of the traits of the male gametophyte that we studied require a more in-depth analysis and will be reflected in subsequent scientific publications.

Conclusions

Based on the results of the research, the F_1 hybrids and their multi-marker parental lines were characterized in relation to the morphological features of their pollen grains It is shown that the pollen populations of the F_1 hybrids are more uniform in size, shape and fertility than those of the parental forms, which are highly heterogeneous due to the presence of a large number of small, medium-sized pollen grains with deformations of varying degrees, and this is especially pronounced in the lines carrying the *ls*, *ps* and *br* genes.

It was revealed that the high morphological heterogeneity of pollen grains of the F_1 Rozamak hybrid is associated with the dominant inheritance of the *ls* gene in combination with *ps* from the maternal form (A ♀), since the paternal line (B ♂) is characterized by high morphological homogeneity of pollen grains.

Taking into account the dynamics of pollen germination and pollen tube growth in both freshly collected and heat-treated pollen *in vitro*, depending on the time exposure of germination (1, 2 and 3 hours) showed that in F_1 hybrids these processes occur synchronously and in shorter periods (1-2 hours), while in parental lines they occur less synchronously and temporally longer (2-3 hours or more).

The revealed nature of the manifestation of male gametophyte traits affecting reproductive, reproductive and other functions of tomato plants, including under the influence of high temperature in multimarker lines and heterotic F_1 hybrids obtained on their basis, can serve as a prerequisite for rapid assessment and correct selection of parental pairs with high genetic potential for pollen quality and its functionality when creating heterotic hybrids and subsequent effective hybrid seed production.

Acknowledgements. The research was carried out within the Subprogram 011102 „*Increasing and conservation genetic diversity, agricultural crop breeding in the context of climate change*”, financed by the Ministry of Education and Research of the RM.

References

1. Golubinsky, I.N. Biology of pollen germination. Kyiv: Naukova Dumka, 1974. 368 p. (Rus)
2. Dospekhov, B.A. Methodology of experimental work. Moscow. 1985. 416 p (Rus)
3. Zhuchenko, A.A. Mobilization of genetic resources of flowering plants based on their identification and systematization. Moscow. 2012. 581 p (Rus)
4. Klimenko, O.E., Klimenko, N.I. The effect of artificial acid rain on the viability of pollen of stone fruit crops and fruiting indicators. Fruit growing. 2005. Vol. 17, part 2. pp. 186-191 (Rus)
5. Makovei, M.D. Tomato breeding for resistance to stress abiotic factors using gamete technologies. Chisinau. 2018. 473 p (Rus).
6. Makovei M. Pollen reaction of mutant tomato forms to abiotic stress factors. *Journal Plant Breeding and Seed Production.* 2023, 124, p. 6-20.
7. Makovei M. Pollen Quality as a Criterion for Selection of Tomato Genotypes Resistant to Stress Abiotic Factors". *SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science.* Vol. 10 Issue 6, 1-9, Nov-Dec 2023.
8. Pausheva, Z.P. Practical training in plant cytology. Moscow. 1988. 271 p (Rus).
9. Solntseva, M.P., Glazunova, K.P. The influence of industrial and transport pollution on the reproduction of seed plants. *General biology*. 2010. Vol. 71. No. 2. p. 163-175 (Rus).
10. Alanga, F., Balestrini, R., Chitarra, W., Marsico, A.D., Nerva, L. Chapet. 3 – Getting ready with the priming: innovative weapons against biotic and abiotic crop enemies in a global changing scenario. In: *Priming-mediated stress and cross-srtess tolerance in crop plants* /Eds. M.A. Hossain, F. Liu, D.J. Burrit, M. Fujita, B. Huang. New York: Academic press. 2020. pp. 35-55.
11. Aloni, B, Peet, M, Pharr, M, Karni, L. The effect of high temperature and high atmospheric CO_2 on carbohydrate changes in bell pepper (*Capsicum annum*) pollen in relation to its germination. In: *Physiologia Plantarum.* 2001. No 112. pp. 505-512.
12. Apel, K., Hirt, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology.* 2004. No 55. pp. 373-399.
13. Fentic, D.A. Review on Genetics and Breeding of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Advanced in Crop Science and Technology.* 2017. 5: 306.
14. Izmailov, R. The effects of soil from polluted sites on reproductive success in *Ranunculus repen* (Ranunculus). In: *Series Polish botanical studies*. 2002. V.15. p. 5-10.
15. Domingues, E. Breeding tomato for pollen tolerance to low temperatures by gametophytic selection. In: *Euphytica.* 2005.Vol. 142. Iss. 3. pp. 253- 263.
16. Kang, M.S. Breeding: Genotype-by-environment interaction. In: R.M. Goodman (ed.). *Encyclopedia of Plant and Crop Science.* New York: Marcel-Dekker; 2004. pp. 218-221.
17. Maisonneuve, B., Hogenboom, N.G., Den Nijs A.P.M. Pollen selection in breeding tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for adaption to low temperature. *Euphytica*. 1986. Vol.35. No 3. pp. 983-992.
18. Mulcahy, D.L., Mulcahy, G.B., Popp, R., et al. Pollen selection for stress tolerance or the advantage of selecting before pollination. In: *Sexual reproduction in higher plants*. 1988. pp. 43-50.
19. Ottaviano, E., Sari Gorla, M., Mulcahy, D.L. Pollen selection: efficiency and Monitoring. In: *Isozymes: Structure, function and use in biol. and medicine*. Wiley-Liss, Inc. 1990. pp. 575-588.
20. Pfahler, P.L. Comparative effectiveness of pollen genotype selection in Higher plants. In: *Polen: Biology and Implications for Plant Breeding*. N.Y. 1982. pp. 361-366.
21. Salem, MA, Kakani, VG, Koti, S, Reddy, KR. Pollen-based screening of soybean genotypes for high temperatures. *Journal Crop Science*. 2007. No 47. pp. 219-231.
22. Saltanovici, T.; Antoci, L. Evidențierea genotipurilor de tomate rezistente la stresul hidric prin analiza grăuncioarelor de polen. Materialele conferenței științific internațional. (ediția VI) «Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor». Chișinău. 2017. pp. 68-71.

23. Singh, SK, Kakani, VG, Brand, D, Baldwin, B, Reddy, KR. Assessment of cold and heat tolerance of winter-grown canola (*Brassica napus* L.) cultivars by pollen-based parameters. In: *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2018. No 194. pp. 225-236.

UDC: 575.224.4:633.34 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.23

STUDIUL INFLUENȚEI RAZELOR X ASUPRA GENOTIPURILOR DE SOIA

Malii Aliona
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Repulica Moldova
https://orcid.org/0000-0003-2674-000X, e-mail: aliona.malii@sti.usm.md

Summary. The analysis of the impact of X-rays on soybean plants revealed a negative correlation between radiation dose and survival rate. The optimal mutation induction doses are up to 200 Gy for the Laduța variety and Z3M_{10}100 line, while for the Clavera variety, this dose is limited to 150 Gy. Each genotype demonstrated variability in response to X-rays, suggesting different levels of tolerance. The height of the plants significantly decreased with increasing radiation doses, highlighting adverse effects on development. Controls, with no exposure, showed 100% survival, thus emphasizing the need for caution in using radiation in breeding research.

Keywords: X-ray, impact, soybean, mutation, induction, tolerance, survival, development

Introducere

Schimbările climatice reprezintă o provocare majoră pentru agricultura globală, afectând direct productivitatea și securitatea alimentară. Creșterea temperaturilor, variațiile extreme ale precipitațiilor și frecvența sporită a fenomenelor meteorologice severe, precum seceta și inundațiile, influențează negativ randamentul culturilor [1]. Pentru a atenua aceste efecte, este esențial să dezvoltăm strategii de adaptare, inclusiv obținerea soiurilor de plante rezistente la stresuri abiotice precum seceta, salinitatea și temperaturile extreme. O metodă eficientă în ameliorarea culturilor este mutageneza indusă, care folosește agenți mutageni pentru a genera variații genetice. Această abordare este deosebit de valoroasă în crearea soiurilor de plante mai bine adaptate la condițiile climatice în continuă schimbare [2, 6].

Mutageneza indusă cu raze X este o tehnică specifică, folosită pentru a introduce mutații în genomul plantelor, generând astfel variații genetice ce pot fi selectate pentru trăsături benefice. În cazul culturii de soia, această metodă este valoroasă pentru obținerea unor soiuri rezistente la secetă, temperaturi extreme și boli. Adaptarea culturilor la noile condiții prin metode de ameliorare, precum mutageneza indusă cu raze X, este esențială. Pentru soia, în special, dezvoltarea soiurilor rezistente la stresuri abiotice și biotice poate contribui la menținerea randamentelor și la asigurarea stabilității producției agricole în fața schimbărilor climatice [3, 4].

Cercetarea are ca obiectiv principal evaluarea impactului diferitelor doze de radiații asupra plantelor de soia și de a obține informații utile pentru programele de ameliorare genetică și gestionarea culturii în condiții de stres. În acest context, se urmărește obținerea de soiuri noi valoroase de soia, adaptate la diverse condiții de mediu și cu performanțe agronomice îmbunătățite.

Materiale și metode

Ca material de cercetare au fost folosite boabele a trei genotipuri de soia: linia Z3M_{10}100, soiul Laduța și soiul Clavera. Aceste genotipuri au fost selectate în funcție de caracteristicile lor de precocitate (linia Z3M_{10}100 și soiul Laduța), productivitate (soiurile Laduța și Clavera) și conținutul de proteină și ulei (linia Z3M_{10}100). Câte 50 de boabe din fiecare genotip au fost tratate cu raze X la doze diferite: 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, 250 Gy, 300 Gy și 350 Gy. Boabele tratate au fost semănate în câmp după 24 de ore de la tratare, la o adâncime de 3 cm, cu distanță între boabe pe rând de 4 cm și cu o distanță între rânduri de 45 cm [5]. Semănatul a avut loc pe 15 aprilie, când temperatura

solului era de 16,8°C, iar temperatura aerului varia între 25-28°C [7]. S-a monitorizat răsărirea plantelor, numărând plantele răsărite și cele supraviețuitoare după 44-47 de zile. Boabele de soia au fost iradiate la radiatorul cu raze X (RS-2400, Rad Source Technologies) din cadrul IGFPP. Experiențele au fost realizate pe loturile experimentale ale IGFPP în anul 2024. Datele au fost prelucrate utilizând programul Excel.

Rezultate și discuții

Analizând datele obținute pentru soiul Clavera din tabelul 1, observăm că plantele tratate cu raze X au răsărit cu 10 zile mai târziu decât martorul și, pe măsură ce doza de radiație crește, rata de răsărire a plantelor scade. Evaluările efectuate după 44 de zile de la răsărire arată că, pe măsură ce doza de radiație crește, rata de supraviețuire a plantelor scade semnificativ. La dozele de 100 Gy și 150 Gy, un număr relativ mare de plante au supraviețuit, în timp ce la doze de 200 Gy și peste, supraviețuirea a fost drastic redusă. La doza de 250 Gy și mai mare, plantele nu au supraviețuit deloc. Acest lucru sugerează că radiațiile au un impact toxic asupra plantelor, cu efecte negative crescânde pe măsură ce doza de radiație se intensifică.

Tabelul 1

Parametrii de răsărire și supraviețuire a plantelor de soia din soiul Clavera și variantele tratate cu raze X

Variante cercetate	Martor Clavera	Doza de raze X					
		100 Gy	150 Gy	200 Gy	250 Gy	300 Gy	350Gy
Data semănatului	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24
Semințe semănate, buc	50	50	50	50	50	50	50
Data răsăririi plantelor	03.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24	13.05.24
Plante răsărite, %	100	88	84	80	62	56	56
Data evaluării	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24
Pl supraviețuitoare, %	100	28	28	8	0	0	0

Conform datelor din figura 1, pe măsură ce doza de radiație X crește, înălțimea medie a plantelor scade semnificativ în comparație cu martorul Clavera. Efectul negativ a fost cel mai pronunțat la doza de 200 Gy, unde înălțimea a scăzut de la 82,4 cm (martor) la 21,2 cm. Acest fapt subliniază că soiul Clavera este afectat negativ de dozele mai mari de radiație. Dozele de 100 Gy și 150 Gy ar putea fi considerate acceptabile pentru evaluare, deoarece au permis supraviețuirea unui număr semnificativ de plante, sugerând că aceste doze pot induce mutații fără a provoca o mortalitate semnificativă. Conform datelor prezentate, doza de 250 Gy a dus la moartea tuturor plantelor, ceea ce indică faptul că aceasta este o doză letală. De asemenea, dozele de 300 Gy și 350 Gy au dus la moartea tuturor plantelor.

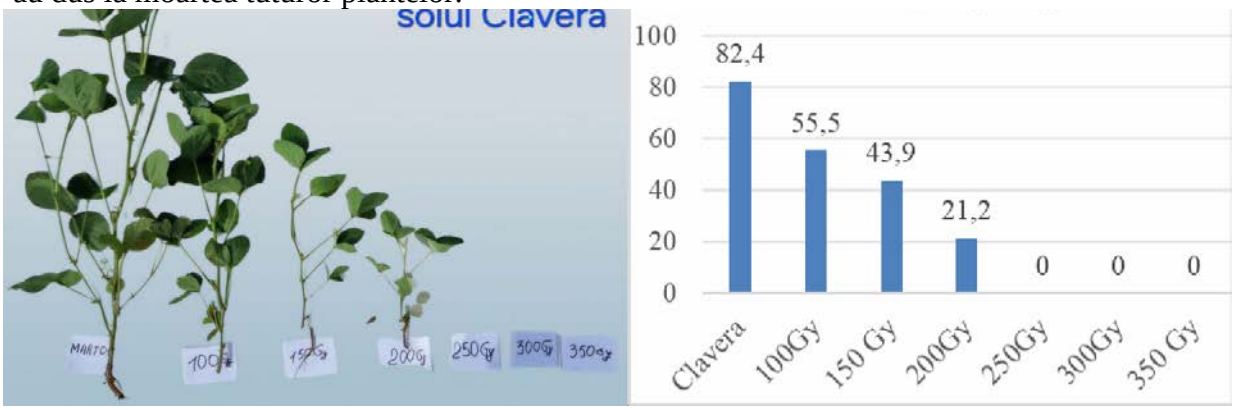


Figura 1. Impactul dozelor de radiație X asupra dezvoltării plantelor de soia a soiului Clavera

Astfel, pe baza datelor obținute, doza optimă de inducere a mutațiilor la soiul Clavera ar putea fi estimată între 100 Gy și 150 Gy, iar doza letală poate fi considerată 250 Gy sau mai mare. Martorul a demonstrat o supraviețuire de 100%, subliniind efectele dăunătoare ale radiației.

La soiul Laduța, răsărirea plantelor din variantele tratate cu raze X a înregistrat o întârziere de 12 zile comparativ cu martorul (tab. 2). Rezultatele evaluării stării plantelor după 45 de zile sunt similare cu cele obținute pentru soiul Clavera, demonstrând că doza de radiație influențează negativ supraviețuirea plantelor. În acest caz, doza de 100 Gy a permis cea mai bună supraviețuire (30%), în timp ce dozele mai mari au dus la o scădere semnificativă a numărului de plante supraviețuitoare. La 150 Gy, au supraviețuit 24% din plante, iar la 200 Gy, doar 20%. La 250 Gy, 12% din plante au supraviețuit, iar la 300 Gy, doar 8% din 48 de plantule au supraviețuit. La doza de 350 Gy, numărul plantulelor a scăzut drastic, toate pierind până la perioada de evaluare. Martorul a demonstrat o supraviețuire de 100%.

Tabelul 2

Parametrii de răsărire și supraviețuire a plantelor de soia din soiul Laduța și variantele tratate cu raze X

Variante cercetate	Martor Laduța	Doza de raze X					
		100 Gy	150 Gy	200 Gy	250 Gy	300 Gy	350Gy
Data semănatului	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24
Semințe semănate, buc	50	50	50	50	50	50	50
Data răsăririi plantelor	30.04.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24	12.05.24
Plante răsărite, %	100	100	100	100	94	96	58
Data evaluării	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24
Pl. supraviețuitoare, %	100	30	24	20	12	8	0

În plus, înălțimea medie a plantelor a scăzut semnificativ la doza de 200 Gy și peste, de la 76,9 cm (martor) la 17,1 cm (300 Gy). Această scădere drastică indică faptul că radiațiile X au un impact advers asupra creșterii acestui soi, în special la doze mari (fig. 2). Datele obținute sugerează că dozele mai mari de radiație devin din ce în ce mai dăunătoare, evidențiind o potențială doză letală începând de la 250 Gy. Astfel, doza optimă de inducere a mutațiilor ar putea fi estimată în intervalul 100-200 Gy, în timp ce doza letală poate fi considerată 250 Gy sau mai mare.

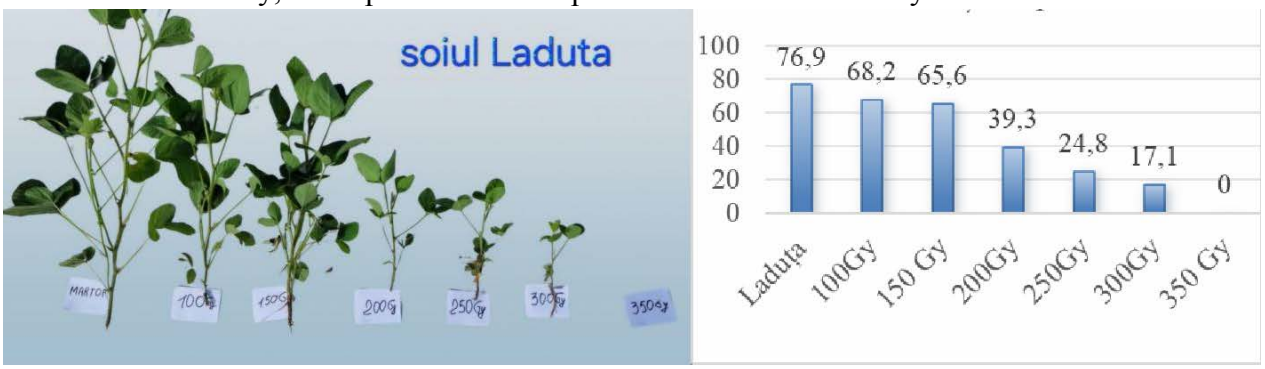


Figura 2. Impactul dozelor de radiație X asupra dezvoltării plantelor de soia a soiului Laduța

Analizând datele pentru linia $Z3M_{10}100$, observăm că martorul a răsărit cu 5 zile înainte de soiul Clavera și cu 2 zile înainte de soiul Laduța (tab. 3). Plantele din variantele tratate cu raze X au răsărit cu 12 zile mai târziu decât martorul și cu 3 zile, respectiv 2 zile mai devreme în comparație cu plantele din variantele tratate ale soiurilor Clavera și Laduța. Din rezultatele obținute, se observă

că, pe măsură ce doza de radiație X crește, atât rata de răsărire, cât și rata de supraviețuire a plantelor scad semnificativ. La doze de radiație de până la 150 Gy, rata de răsărire se menține la 100%, dar rata de supraviețuire scade de la 28% la 13% după 45 de zile. La doze mai mari de 200 Gy, rata de răsărire începe să scadă sub 100%, iar supraviețuirea este și mai redusă, cu doar 2% din plante supraviețuind la doza de 350 Gy.

Tabelul 3

Parametrii de răsărire și supraviețuire a plantelor de soia din linia Z3M$_{10}$100 și variantele tratate cu raze X

Variante cercetate	Martor linia Z3M$_{10}$ 100	Doza de raze X					
		100 Gy	150 Gy	200 Gy	250 Gy	300 Gy	350Gy
Data semănatului	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24	15.04.24
Semințe semănate, buc	50	50	50	50	50	50	50
Data răsăririi plantelor	28.04.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24	10.05.24
Plante răsărite, %	100	100	100	96	96	94	70
Data evaluării	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24	26.06.24
Pl. supraviețuitoare, %	100	14	13	11	8	5	2

În ceea ce privește înălțimea medie a plantelor din fiecare variantă evaluată, aceasta a scăzut constant odată cu creșterea dozei de radiație, de la 70,5 cm (martor) la 28,4 cm (350 Gy). Aceasta sugerează o sensibilitate crescută a acestei linii la radiații, ceea ce poate afecta negativ dezvoltarea generală a plantelor (fig. 3). Astfel, dozele de 100 Gy și 200 Gy par a fi optime pentru inducerea mutațiilor, permițând supraviețuirea unui număr semnificativ de plante, în timp ce dozele de 250 Gy și mai mari sunt considerate letale, ducând la o supraviețuire extrem de scăzută. Martorul, fără expunere la radiații, a demonstrat o supraviețuire de 100%, evidențiind impactul negativ al radiațiilor asupra liniei de soia Z3M10100.

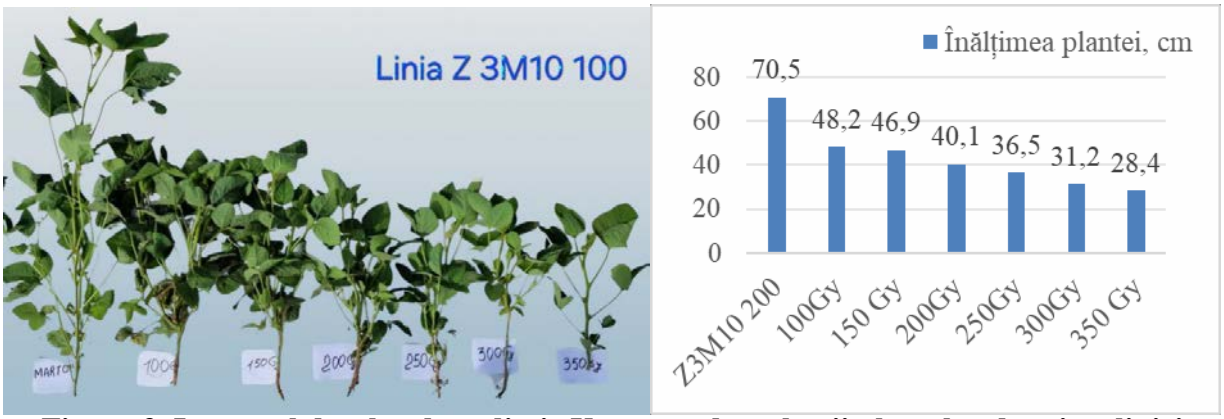


Figura 3. Impactul dozelor de radiație X asupra dezvoltării plantelor de soia a liniei Z3M$_{10}$ 100

Concluzii

Analiza datelor arată că, pe măsură ce doza de radiație X crește, rata de supraviețuire a plantelor scade semnificativ, sugerând un impact toxic al radiațiilor asupra acestora. Dozele de radiație de 250 Gy și mai mari sunt considerate letale, conducând la o supraviețuire extrem de scăzută sau inexistentă a plantelor.

Din datele obținute, observăm că dozele optime de inducere a mutațiilor pentru soiul Laduța și linia Z3M$_{10}$100 se pot extinde până la 200 Gy, în timp ce pentru soiul Clavera, această doză se

limitează la 150 Gy. Aceste doze permit supraviețuirea unui număr semnificativ de plante, indicând că pot induce mutații benefice fără a provoca o mortalitate semnificativă.

Soiurile Clavera, Laduța și linia $Z3M_{10}100$ au demonstrat o variabilitate în răspunsul la radiația X, iar fiecare genotip are un nivel diferit de toleranță la aceste doze, ceea ce ar putea influența selecția și utilizarea lor în programele de îmbunătățire genetică.

Înălțimea medie a plantelor a scăzut semnificativ odată cu creșterea dozei de radiație, evidențiind impactul negativ asupra dezvoltării generale a plantelor și subliniind importanța stabilirii unor doze optime de radiație pentru minimizarea acestor efecte.

Rezultatele obținute subliniază importanța utilizării cu precauție a radiațiilor X în cercetarea de ameliorare a culturii de soia, evidențiind necesitatea identificării dozelor optime pentru inducerea mutațiilor, astfel încât să se maximizeze supraviețuirea plantelor și să se minimizeze efectele adverse asupra dezvoltării acestora

Notă. Cercetările au fost efectuate în cadrul subprogramului 011102 „*Extinderea și conservarea diversitații genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbarilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Petcu, E. Impactul schimbărilor climatice asupra plantelor: SECETA. ed. Domino, 2008, 121 p.
2. Khan, F. A., Ghosh, S. K. Effect of X-ray Radiation on Plant Growth and Development: A Review. In: *Journal of Plant Biology*, 59(1), 2016, 1-10.
3. Kumar, S., Bhagat, S. X-ray irradiation effects on growth parameters of some selected plant species. In: *Plant Archives*, 20(1), 2020, 1840-1847.
4. Zhang, X., et al. Effects of X-ray radiation on seed germination and seedling growth of soybean (*Glycine max* L.). In: *Radiation Physics and Chemistry*, 103, 2014, 114-118.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Рябуха, С.С., Чернышенко, П.В., Безуглый, И.М. Применение индуцированного мутагенеза в селекции сои. Индуцированный мутагенез в селекции растений. În: *Сб. Научных трудов*, 2012, с. 195-20.
7. Agrodat. https://agrodat.md.

UDC: 575.22:635.64 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.24

IDENTIFICAREA RELAȚIILOR DINTRE PARAMETRII CE CONTRIBUIE LA DIFERENȚIEREA RĂSPUNSULUI TOMATELOR LA DEFICIT HIDRIC

Mărîi Liliana*, *orcid.org/0000-0003-3702-3583*,
Andronic Larisa, *orcid.org/0000-0002-2761-9917*,
Sahanovschih Marionela, *orcid.org/0009-0007-1317-7701*,
Ionașcu-Urechii Angela, *orcid.org/0009-0002-4376-7466*,
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
** e-mail: liliana.marii@sti.usm.md*

Summary. The study aims to analyze the conventionally associated reactions between different quantitative indices in the formation of the plant's response to drought (PEG 6000) in tomato sprouts. The results indicate a moderate positive correlation between PEG6000 concentration (0, 10, 12%) and seed germination rate in 10 genotypes. A significant decrease in seedling and radicle length (18-67%) was observed under stress conditions, with a stimulation of lateral and adventitious radicle formation. Principal Component Analysis (PCA) for 9 quantitative indicators in 5 tomato genotypes identified that the first three principal components explain 82.3% of the variability, presenting combinations of traits with diametrically opposite effects, some increasing the variance of the data field and others, on the contrary, decreasing it, thus differentiating the genotypes in the coordinate plane based on their response to optimal conditions or stress as determined by the principal components. This fact allows us to highlight the indicators that are relevant in estimating the genotype's reaction to stress.

Keywords: drought, tomato, traits, multivariate statistic methods.

Introducere

Germinația semințelor este un proces crucial pentru continuitatea perpetuării speciilor cu reproducere sexuată. Studiile științifice au investigat diferite aspecte ale impactului deficitului hidric asupra germinării semințelor de tomate, evidențiind atât modificări structurale și morfologice, cât și schimbări fiziologice și biochimice ale germenilor [6]. În condiții de deficit hidric, semințele absorb mai puțină apă, ceea ce întârzie procesul de inițiere a germinării, afectând procesele de sinteză și activitate a enzimelor implicate în degradarea rezervelor nutritive din endosperm, esențiale pentru creșterea embrionului [4]. Studiile histologice arată că germenii supuși stresului hidric prezintă celule mai mici și spații intercelulare reduse, sugerând o diminuare a extensibilității celulare [5]. Aceste modificări conduc la o creștere redusă a embrionului, afectând dezvoltarea ulterioară a plantulei [1]. Susceptibilitatea tomatelor la deficitul hidric este adesea un fenomen specific asociat unei etape ontogenetice și poate varia de la stadiile vegetative la cele de reproducere ale aceleiași plante [3]. Stresul hidric induce acumularea de specii reactive de oxigen (ROS), care pot cauza daune oxidative la nivelul membranelor celulare, proteinelor și acizilor nucleici, dar și activarea specifică a mecanismelor antioxidante [2]. Astfel, înțelegerea deficitului și gestionarea corectă a regimului hidric în faza de germinare este crucială pentru optimizarea producției de tomate.

Derularea schimbărilor la acțiunea factorilor de stres se declanșează practic instantaneu în interiorul celulei și treptat se exteriorizează la nivelul întregii plante. Aceștia pot fi și indicatori relevanți ai adaptării la stres, prin intermediul transformărilor ce au loc la nivel molecular, celular, biochimic și morfologic [7]. În contextul evaluării unui spectru variat de parametri la germenii expuși stresului abiotic la diferite genotipuri de tomate, aplicarea Analizei Componentelor Principale (ACP) permite reducerea dimensionalității datelor complexe, facilitând identificarea

celor mai importante variabile care contribuie la variația răspunsului observat, oferind o vizualizare clară a diferențelor și similarităților între genotipuri.

Materiale și metode

În studiu au fost incluse diverse genotipuri de tomate (varietățile *Solanum pimpinellifolium, S. chilense*, soiurile Mary Gratefully, Jacota, Elvira, Mihaela, Flacăra, Tomiș, Veneț, Rufina, Anatolie, Trapeza, Prestij, Cisgen și linia interspecifică 23C), expuse stresului cu deficit hidric, simulat cu aplicarea diferitor concentrații de PEG 6000 (4-12%). Cercetările au fost efectuate în condiții controlate de laborator. Semințele au fost plasate pentru germinare în cutii Petri. Au fost evaluați indicii de germinare în condiții optime și de deficit hidric, în dinamică: rata de germinare (RG), lungimea radiculei (LR) și a plantulei (LP), cota lungimii radiculei din lungimea plantei (CRP), numărul de rădăcinuțe adventive/laterale pe hipocotil (RH), joncțiune (RJ) și radiculă (RR), TR-total rădăcinuțe, conținutul de peroxid de hidrogen (H_2O_2) și conductibilitatea electrolitului scurs din germeni (C). Viabilitatea celulelor a fost analizată pe preparate microscopice histochimice. Cercetările au vizat stadiile de dezvoltare fenologică 05-11 după scara BBCH. Datele primare au fost prelucrate prin intermediul aplicaților statistice Excel, Statgraphics plus și Statistica.

Rezultate și discuții

În condiții de laborator au fost realizate sincronizat experiențe ce au inclus 4-12 genotipuri evaluate în condiții de deficit hidric la stadiul de germene cu evaluarea unor parametri morfologici, biochimici și fiziologici în vederea studierii particularităților de răspuns între genotipuri. Au fost analizate 5 concentrații de PEG 6000 (0, 4, 6, 8, 10, 12 %), care conform diferitor surse bibliografice pot fi utilizate ca factor de selecție la deficit hidric. Ca rezultat al cercetărilor curente a fost stabilit că, concentrația optimă a PEG 6000 pentru diferențierea reacției de răspuns a genotipurilor de tomate la germinare în condiții de deficit hidric constituie 12%. Astfel, la concentrația de 10% PEG 6000 (-0,65kPa) la 14 zile de la imersare în soluție, lipsa germinării (rata germinării 0%) a fost stabilită pentru 2/10 din genotipuri, rata de germinare de 1-50 % la 2/10 genotipuri și mai mult de 50% la 6/10 genotipuri, iar în soluție de 12% PEG 6000 respectiv 2/10, 4/10 și 4/10 (Tabelul 1).

Tabelul 1

Cota genotipurilor cu diferită rată de germinare a semințelor în funcție de concentrația PEG 6000 (10 genotipuri analizate)

Rata de germinare a semințelor, 14 zile							
%, PEG6000	0 %	1-50 %	>50 %	%, PEG6000	0%	1-50 %	>50 %
10%	1/10	3/10	6/10	12 %	2/10	4/10	4/10

Rezultatele obținute denotă că modelul liniar al regresiei în relația dintre Rata de germinare și concentrația PEG este conform ecuației: Rata = 103,806 - 5,39785 x concentrația PEG. Analiza regresiei (R^2) indică faptul că modelul descris explică 58,31% din variabilitatea în rata de germinare. Coeficientul de corelație dintre concentrația PEG6000 și rata de germinare este egal cu -0,763672, indicând o relație moderat puternică între variabilele. Modelul de regresie demonstrează faptul că pentru fiecare creștere a concentrației PEG 6000 cu 1%, rata de germinare scade în medie cu 5,4 %.

Deficitul hidric afectează vădit indicele de creștere al radiculei și plantulei, implicit prin diferite mecanisme ce ar putea rezulta în stoparea diviziei celulelor, a expansiunii lor sau a apoptozei celulare. În acest context s-a evaluat gradul de afectare a zonei meristematice a radiculei la germenii expuși deficitului hidric, prin aprecierea histochimică cu Evans blue (testul viabilității celulelor), în care s-a constat că soluția de 8% PEG 6000 afectează 100% din radicule la genotipurile sensibile, 25-45% de radicule la soiurile tolerante și lipsa afectării la formele *S.*

pimpinellifolium și *S. chilense*. In aceeași ordine de idei, luând în calcul că zona meristematică afectată de stres nu permite creșterea în lungime a radiculei ca urmare apoptozei celulelor, s-a constatat stimularea formării radiculelor laterale și adventive. Analiza germenilor la etapa de dezvoltare BBCH 07 a 5 genotipuri expuse stresului hidric (10% PEG 6000) a confirmat creșterea numărului de radicule adventive/laterale apărute pe zona hipocotilului, joncțiunii și radiculei la 10 zile de germinare în condiții de stres, comparativ cu varianta martor. Astfel creșterea numărului total de radiculele adventive a fost de 1,04-4,7 ori mai mare față de martor, cea mai mare contribuție fiind pe seama rădăcinuțelor laterale de pe radiculă, creșterea față de martor fiind de 1,6-12,1 ori (Figura 1).

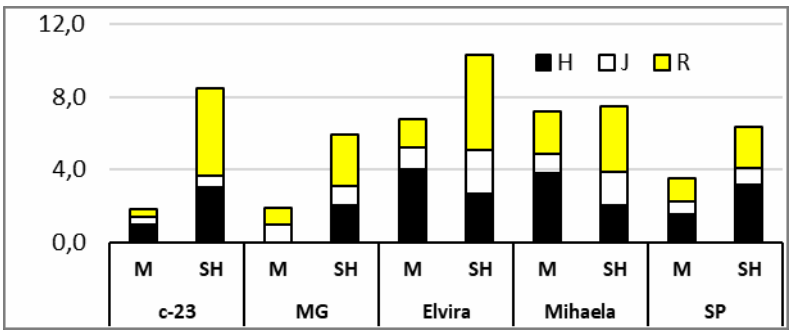


Figura 1. Numărul rădăcinuțelor în varianta martor și condiții de deficit hidric (SH) pe durata de 10 zile de germinare: H - hipocotil, J - joncțiune, R - rădăcina principală. SP - *S. pimpinellifolium*, MG - Mary Gratefully, C-23-linie recombinantă

Inevitabil, afectarea integrității celulelor din zona meristematică a radiculei în condiții de deficit hidric s-a răsfrânt și asupra lungimii totale a radiculei. Diminuarea lungimii radiculei a fost de 0-38% din valoarea martorului, iar a tulpiniței de 9-58 %, astfel fiind stabilit un efect depresiv mai puternic asupra creșterii tulpiniței față de radiculă. Acest fapt s-a reflectat și în arhitectura germenului, și anume în coraportul diferit dintre lungimea radiculei și a tulpiniței din lungimea plantulei. Astfel în cazul variantelor martor a 13 genotipuri radicula a constituit 33-82%, iar în variantele cu stres hidric 59-82%, restul revenind pe seama tulpiniței (Figura 2).

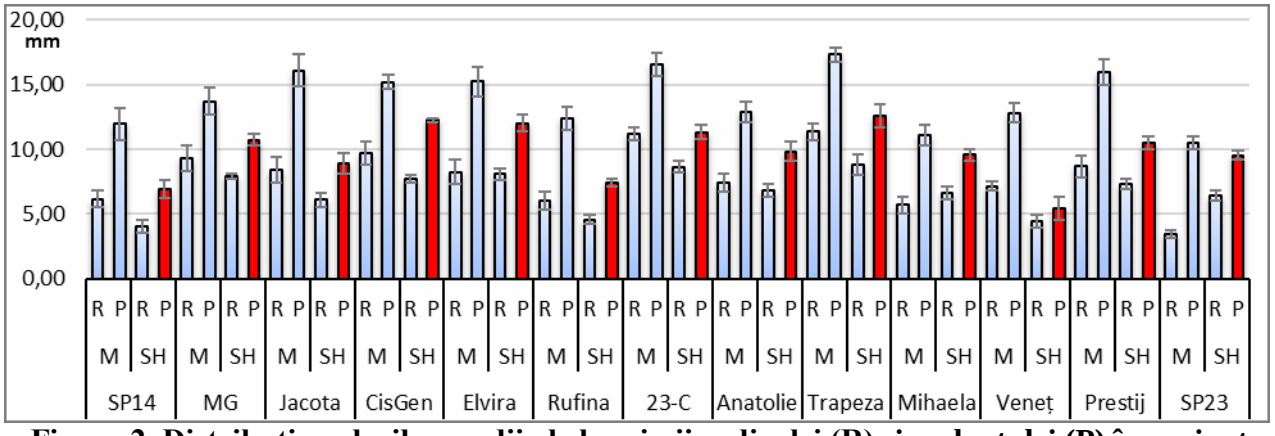


Figura 2. Distribuția valorilor medii ale lungimii radiculei (R) și a plantulei (P) în varianta martor (M) și cea expusă la stres hidric (SH) (valoarea medie și devierea standard)

Stresul hidric determină schimbări semnificative în sisitemul redox al plantei exprimat prin acumulări consitente de specii recative de oxigen, iar în consecință și a creșterii activității antioxidative [2]. Rezulatele obținute denotă creșterea conținutului H_2O_2 în germenii menținuți în condiții de dificit hidric comparativ cu martorul. Totodată, analiza variației a stabilit că variația H_2O_2 în condiții de deficit hidric se datorează în proporție de 28 % stresului și 57% combinației

factorilor stres și genotip, ceea ce denotă reacții specifice a acestui indice în funcție de combinația factorilor (Tabelul 2).

Din cele relatate rezultă, că deși tendința generală a manifestării caracterelor în condiții de deficit hidric este similară pentru genotipuri, totuși reacțiile specifice ar furniza informații despre sensibilitatea anumitor caractere, sau contribuția sumară a lor în variabilitatea răspunsului. În acest sens este util a aplica metoda Analiza Componentelor Principale (ACP), care este o metodă descriptivă de analiză multidimensională a datelor ce se aplică pentru studiul legăturilor dintre variabilele numerice. Ea are drept sarcini scoaterea în evidență a legăturilor de corelare între variabile (indicatori, caractere), evidențierea asemănărilor / deosebirilor după ansamblul de date.

Tabelul 2

Analiza varianței conținutului de peroxid de hidrogen în germenii plantelor de tomate menținuți în condiții de deficit hidric

Sursa de variație	Suma pătratelor	Grad de libertate	Media pătratică	Testul Fisher	Puterea de influență, %
A: Genotip	229272	6	38212,0	9,36***	10,32227
B: Stres	611537	1	611537,0	149,86***	27,53257
A x B	1266070	6	211012,0	51,71***	57,0009
Rezidual	114261	28	4080,7		
Total	2221140	41			

Această metodă ne ajută să selectăm dintr-un set de indicatori doar pe cei mai relevanți, care acoperă variațiile întregului set de date. Reieșind din faptul că caracterele incluse în studiu au diferite unități de exprimare, datele inițiale sunt standardizate, și în baza lor se efectuează analizele ulterioare. Pentru derularea APC au fost analizate 5 genotipuri în 2 variante (martor și stres) pentru un spectru de 9 indicatori. Pentru a decide dacă prin ACP vom obține rezultate relevante a fost generat tabelul corelațiilor Pearson (Tabelul 3), din care rezultă combinații de caractere preponderent cu o corelare moderată până la puternic (r= 0,5….0,9):LR-LP, LR-CRD, H202-RR, RH-TR, RJ-TR, RJ-C, RR-TR. Analiza componentelor principale scoate în evidență axe ortogonale (componente principale) care reprezintă un nou sistem de referință construit în baza combinațiilor liniare de variabile și care captează variația maximă a datelor existente la nivelul întregului lot de date.

Tabelul 3

Corelarea dintre unele caractere morfologice și fiziologice asociate cu răspunsul plantulelor de tomate la stresul hidric

	LR	LP	CRP	H_2O_2	RH	RJ	RR	TR
LR	1,00							
LP	0,73	1,00						
CRP	0,70	0,03	1,00					
H_2O_2	-0,15	-0,34	0,14	1,00				
RH	-0,29	-0,22	-0,11	-0,08	1,00			
RJ	-0,12	-0,28	0,16	0,56	0,19	1,00		
RR	-0,08	-0,50	0,43	0,69	0,42	0,63	1,00	
TR	-0,20	-0,45	0,24	0,48	0,74	0,66	0,90	1,00
C	-0,11	-0,41	0,31	0,33	0,13	0,81	0,60	0,58

Notă: Lungimea radicului (LR) și a plantulei (LP), cota lungimii radicului din lungimea plantei (CRP), numărul de rădăcinuțe adventive/laterale pe hipocotil (RH), joncțiune (RJ) și radiculă (RR), total rădăcinuțe (TR), conținutul de peroxid de hidrogen (H_2O_2) și conductibilitatea electrolitului (C).

Valorile proprii ale matricei de corelație arată varianța explicată de fiecare component, iar vectorii proprii indică direcțiile componentelor principale. Selectând componentele cu cele mai mari

valori proprii, se reduce dimensiunea datelor, păstrând informațiile esențiale. Pentru a decide câte componente principale este indicat a fi păstrate vom identifica valorile proprii (eigenvalues) mai mari ca 1. Astfel, din tabelul 4 reiese că ar trebui să luăm în calcul primele 3 componente, care au valori mai mari ca 1, și care în cazul nostru însumează 81,99 % din variabilitate, cu o distribuție a variației maxima de 45,76 , 22,78 și 13,54%, pentru CP1, CP2 și CP3, respectiv, ceea ce indică faptul că cele trei componente oferă o descriere bună a datelor originale. Astfel, prima componentă principală preia maximul din varianța variabilelor originale, a doua componentă preia maximul de varianță rămasă, neexplicată de prima componentă principală, a treia componentă preia maximul din varianța rămasă, neexplicată de primele două componente.

Tabelul 4

Indicii statistici ai analizei componentelor principale pentru 9 caractere biomorfologice a genotipurilor de tomate în condiții optime și de deficit hidric

Parametru	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9
Valori proprii	4,13	2,05	1,22	0,75	0,70	0,11	0,05	0,00	0,00
Varianța, %	45,93	22,73	13,55	8,32	7,79	1,17	0,51	0,00	0,00
Cumulativ, %	45,93	68,66	82,21	90,52	98,32	99,49	100,00	100,00	100,00

Pentru a evidenția factorul care influențează determinant CP1 recurgem la stabilirea vectorilor proprii (eigenvectors) ai matricei de corelare (Tabelul 5), de unde constatăm că CP1 (45,93%) crește odată cu nivelul variabilelor - LP și descrește proporțional cu variabilele RR, TR, RJ, C și H_2O_2, iar variabila CRP are o valoare neglijabilă în explicarea variației CP1. În același timp, restul variației este explicată de CP2 (22,73%) fiind determinată de LP, CRP si LR, iar CP3 (13,55%) de RH.

Tabelul 5

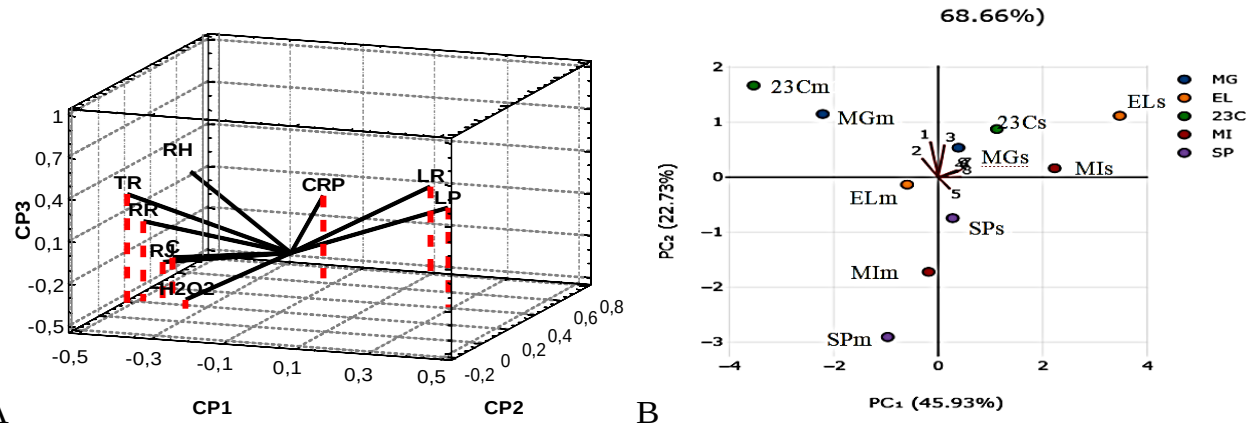
Vectorii proprii ai matricei de corelare

	LR	**LP**	**CRP**	**H_20_2**	**RH**	**RJ**	**RR**	**TR**	**C**
CP 1	0,1487	0,3092	-0,1232	-0,3203	-0,2307	-0,3961	-0,4552	-0,4531	-0,3763
CP 2	0,6506	0,3466	0,5909	0,0818	-0,2268	0,1132	0,1367	0,0002	0,1328
CP 3	0,1703	0,2131	0,0870	-0,4357	0,7368	-0,1876	0,0761	0,3392	-0,1700

Notă: Descrierea abrevierilor caracterelor este redată în nota tabelului 3.

Reprezentarea grafică tridimensională a celor 9 variabile și legătura dintre acestea (identificarea de grupuri variabile) permite a estima rolul jucat de fiecare variabilă în ponderea CP. Astfel, variabilele corelate cu axa CP1, care însumează cantitatea maximă de variabilitate, și care este influențată de gradul de corelare dintre variabilele inițiale, demonstrează cât de mult variabila este asociată cu performanța: în partea dreaptă este avantajul pozitiv (LR, PL), iar în partea stângă - negativ (restul caracterelor incluse în studiu) (Figura 3A). În mod similar interpretăm relația variabilelor cu CP2, și din care, rezultă că caracterele arhitecturale LR, CRP și LP sunt asociate pozitiv cu o variabilitate mai mare. Indicatorii LR și LP marchează valori pozitive pentru CP1, CP2 cât și CP3, indicând un rol important în estimarea variabilității, în timp ce restul indicilor au vectori proprii cu valori negative, presupunând impact negativ.

În cazul variației răspunsurilor atestate pentru variantele tratate și cele din condiții optime s-a stabilit că CP1 îi revine 45,9 % din variabilitate, iar CP2 - 22,7 %. Astfel, cele două componente CP1 și CP2 furnizează în sumă cca 68,7 % de informație (Figura 3B).



A B

Figura 3. Reprezentarea grafică a CP pentru variabile (A) și genotipuri (B)

Descifrarea abrevierilor pentru variabile este redată în nota la tab. 3, iar pentru genotipuri – tab. 6.

Reprezentarea grafică, de asemenea indică asupra gradului de corelare între caractere în baza unghiului format de proiecția vectorilor respectivi. Astfel, corelarea între LP și LR este stabilită drept una puternică, pozitivă. În același timp, a fost atestată o dependență puternică pozitivă dintre indicii conținutului H_2O_2 și numărul rădăcinuțelor adventive și laterale, fapt ce este în concordanță cu datele despre rolul decisiv al SRO în modularea inițierii formării acestor organe.

Tabelul 6

Componentele principale pentru genotipuri-variante

	MG m	MG s	EL m	EL s	23C m	23C s	MI m	MI s	SP m	SP s
CP1	-2.21	0.386	-0.594	3.474	-3.532	1.122	-0.183	2.228	-0.967	0.276
CP2	1.149	0.536	-0.135	1.116	1.668	0.876	-1.722	0.162	-2.906	-0.744
CP3	-1.322	-0.168	1.584	-0.277	0.103	0.728	1.213	-1.28	-1.473	0.891

Notă. Abrevieri pentru genotipurile de tomate: MG - Mary Gratefully, EL - Elvira, 23C - linie interspecifică, MI-Mihaela, SP - *S. pimpinellifoliu;* m-martor, s-stres, deficit hidric.

Din punct de vedere al performantei genotipurilor, după modul de reacție a 9 indicatori evaluați, putem afirma că CP1 separă genotipurile în 2 categorii care conțin delimitat cazurile expuse stresului hidric sau varianta martor (variante contraste), repartizate în cadrane diferite ale sistemului de referință, sensul valorii fiind pozitiv sau negativ (23Cm, MGm, SPm, MIm, ELm sau SPs, MIs și MGs, MIs, ELs) (Figura 3B). Punctele marginale ce corespund variantelor Elvira stres (ELs) și Mihaela stres (MIs), indică valori maxime pozitive de contribuție în variabilitate, iar genotipul C23 o contribuție maximă negativă. În același timp CP2 separă aceleași genotipuri mai puțin specific, delimitând în aceeași grupă atât variante martor, cât și cele expuse stresului. Două din genotipurile studiate (MG și 23C) manifestă similitudine mare după contribuția în variabilitatea atestată ca urmare a acțiunii stresului.

Concluzii

În condiții de deficit hidric, simulat cu PEG 6000, răspunsul germenilor de tomate variază semnificativ în funcție de combinația genotip – caracter. Scăderea semnificativă a lungimii plantulelor și radiculelor, complementată de stimularea formării radiculelor laterale și adventive asociate cu creșterea conținutului de H_2O_2, sugerează un mecanism adaptiv al plantelor la stres.

În baza ACP realizată pe 5 genotipuri s-a stabilit că primelor trei componente le revine 82,31% din variabilitatea totală a datelor după 9 variabile, evidențiind parametri cantitativi relevanți pentru estimarea reacției genotipurilor la deficit hidric la etapa de germinare. Această abordare permite o diferențiere clară a genotipurilor în funcție de răspunsul lor la condiții optime sau de stres, oferind o bază solidă pentru selecția genotipurilor tolerante la secetă pe baza indicatorilor selectați.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 *„Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice”*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Channaoui S., Harfi M. Stress responses of tomato seedlings to drought and salinity: morphological and biochemical characterization. In: *Agriculture*, 2019, 9(10), p. 213.
2. Czarnocka W, Karpiński S. Friend or foe? Reactive oxygen species production, scavenging and signaling in plant response to environmental stresses. In: *Free Radic Biol Med*. 2018, 122, pp. 4-20. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.01.011.
3. Nievola, C., Carvalho, C., Carvalho, V., Rodrigues, E. . Rapid responses of plants to temperature changes. In: *Temp.* (Austin Tex.), 2017, 4, 371–405. doi: 10.1080/23328940.2017.1377812
4. Nonami, H. Plant water relations and control of cell elongation at low water potentials. In: *Journal of Plant Research*,1998, 111(3), pp. 373-382.
5. Pan X., Wang C., Liu Z., et al., Identification of ABF/AREB gene family in tomato (Solanum lycopersicum L.) and functional analysis of ABF/AREB in response to ABA and abiotic stresses. PeerJ. 2023 May 4;11:e15310. doi: 10.7717/peerj.15310.
6. Tang, X., Mu, X., Shao, H. B., Wang, H. The impact of drought stress on germination and early seedling growth of different wheat genotypes. In: *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2019, 195(5), 326-337.
7. Voesenek, L. A. C. J., Bailey-Serres, J. Flooding tolerance: O_2 sensing and survival strategies. In: *Current Opinion in Plant Biology*, 2015, 18, 1-8. DOI: 10.1016/j.pbi.2013.06.008.

UDC: 631.527.5:633.15 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.25

STUDY OF JUXTAPOSITION EFFECT IN MAIZE USING THREE-GENE CHAINS

Mikhailov Mikhail
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0003-1204-410X, e-mail: mihail.mihailov@sti.usm.md

Summary. The recombination frequency in maize in marker chains *ws3-lg2-gl2* (chromosome 2) and *c1-sh1-wx1* (chromosome 9) was studied. In mosaic maize genotypes, in chromosomes of which homozygous and heterozygous regions alternate, the stimulating effect of external homozygous background on recombination frequency (the juxtaposition effect) depends on marked heterozygous interval length and increases as it decreases. The presence of homozygous fragments within the marked interval can lead to disappearance or weakening of the juxtaposition effect, as well as to redistribution of crossovers within the interval. In maize, unlike Arabidopsis, the juxtaposition effect is not accompanied by disappearance or decrease of interference.

Keywords: crossing over, maize, juxtaposition, heterozygote, homozygote

Introduction

Crossover, the reciprocal exchange of sections of homologous chromosomes during meiosis, is crucial for ensuring proper segregation of chromosomes and is the source of genetic variation within sexually reproducing populations [2,5]. In crop breeding, crossover is used for producing recombinant genotypes in which genes from different sources are combined. However, the relative scarcity of crossover events (usually 1-2 per chromosome) and their uneven chromosomal distribution can cause difficulties for breeders. Therefore, attention has long been paid to the study of factors regulating frequency and distribution of crossover events [1].

Particularly interesting phenomena were seen at the junction of heterozygous and homozygous regions. When studying mosaic genotypes composed of the genomes of two divergent parents, in the chromosomes of which homozygous and heterozygous regions alternate, it was found that the frequency of recombination in a heterozygous region increases if juxtaposed to a homozygous region [3,4,6]. Moreover, it has been shown that, crossover events are redistributed from homozygous to heterozygous regions, which the authors named a “juxtaposition effect” [6]. This effect was found in maize and Arabidopsis, and it is possible that this is a universal phenomenon for plants, independent of their reproductive strategies.

In maize, this effect was studied in two-gene chains [3]. Here, we continue the study in three-gene chains, which allows us to identify additional features of the manifestation of the juxtaposition effect associated with the length of the heterozygous region, disruption of its continuity and the internal distribution of crossover events.

Materials and methods

The initial material included inbred maize lines MK01, Ku123 and a multiple marked line 2-9m, carrying on chromosome 2 mutant markers *ws3* (white sheath), *lg1* (liguleless), *gl2* (glossy), and on chromosome 9 - *c1* (colorless aleurone), *sh1* (shrunken endosperm) and *wx1* (waxy endosperm).

In the course of backcrossing, markers from the 2-9m line were transferred to the genetic background of lines MK01 and Ku123 and the isogenic lines were obtained: M(*ws,lg,gl*)$_7$, M(*ws,lg*)$_7$, M(*c,sh,wx,R*)$_6$, M(*c,sh,wx,R*)cm$_7$, M(*c,wx,R*)$_7$, K(*c,sh,wx,R*)cm$_7$, M(*R*)$_7$, K(*R*)$_7$. The initial letters M and K mean MK01 and Ku123, the transferred mutations are given in brackets (here

and below without numbers for brevity), the subscript means the number of backcrossing. The *cm* symbol denotes a special way of line obtaining (combined), when the continuity of the three-gene chain was broken and a fragment of the original line could be introduced between the *sh* and *wx* loci. The dominant allele *R1* from chromosome 10 was transferred with the *c1* allele, so that the anthocyan kernel color appeared and segregation for *c1* could be observed.

In 2022-2023, the recombination rate between marker loci was estimated in hybrids: K(*R*)$_7$×M(*ws*,*lg*,*gl*)$_7$, MK01×M(*ws*,*lg*,*gl*)$_7$, K(*R*)$_7$×M(*ws*,*lg*)$_7$, MK01×M(*ws*,*lg*)$_7$, K(*R*)$_7$×M(*c*,*sh*,*wx*,*R*)$_6$, M(*R*)$_7$×M(*c*,*sh*,*wx*,*R*)$_6$, M(*R*)$_7$×M(*c*,*sh*,*wx*,*R*)cm$_7$, K(*R*)$_7$×K(*c*,*sh*,*wx*,*R*)cm$_7$, M(*R*)$_7$×M(*c*,*wx*,*R*)$_7$. For comparison purposes, data on a number of other hybrids studied earlier were also used [3].

These hybrids differ in the homozygous or heterozygous state of the rest of the chromosome (genetic background), the length of the marked region, the presence or absence of internal homozygosity in the marked interval (Fig. 1). The recombination rate was estimated by F_2 or BC data, in the latter case, the values for male and female meiosis were averaged.

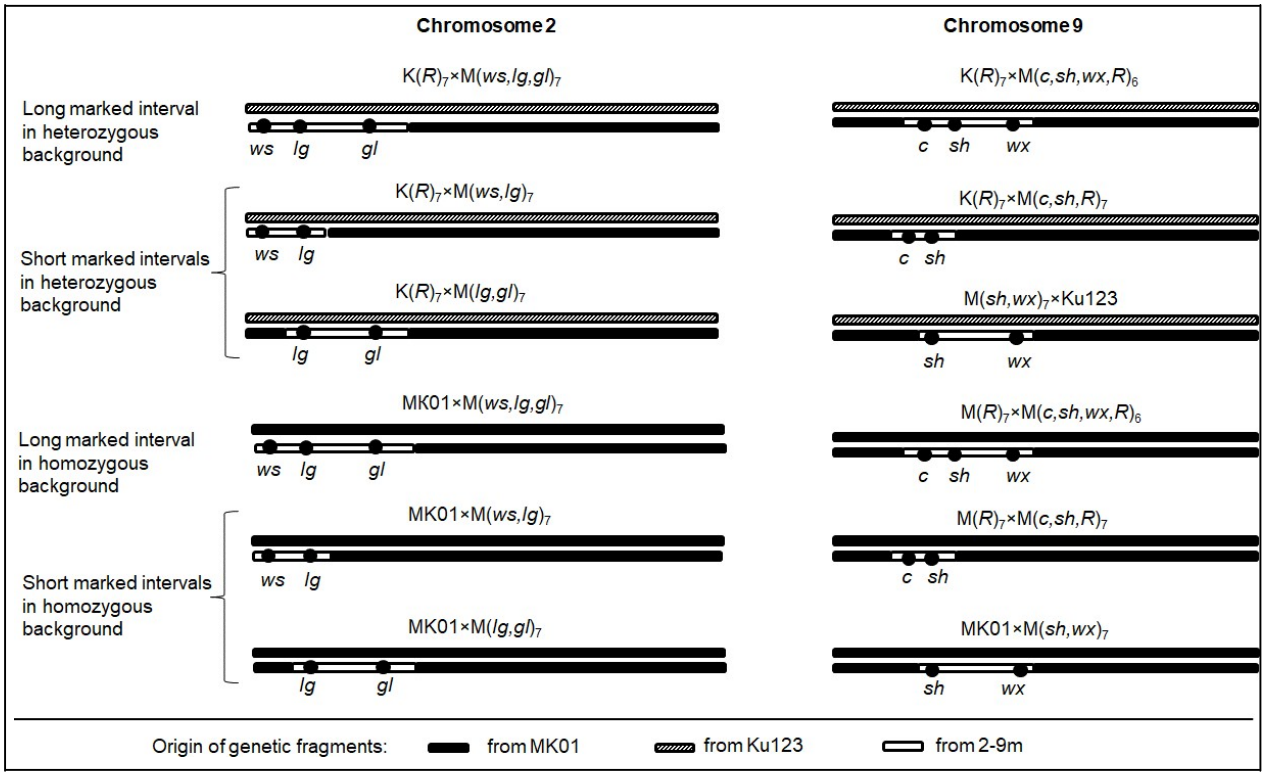


Figure 1. Marked intervals in the genotypes analyzed

Results and discussions

Comparison of the recombination frequency (RF) in hybrids differing in the marker interval length showed that in the heterozygous genetic background the marker interval length is of no importance, and for all four marker pairs the average recombination frequencies are approximately the same both in shortened (two-gene) intervals and in extended (three-gene) ones (Fig. 2). However, in the homozygous background the extension of the heterozygous interval containing markers is accompanied by a decrease in the recombination frequency. The juxtaposition effect does not disappear in this case, but weakens, and the RF takes intermediate values. This pattern was manifested in all four studied marker pairs: *ws-lg, lg-gl, c-sh, sh-wx* (Fig. 2, in some cases earlier data were used for comparison).

The RF decreases especially significantly between closely located markers (pairs *ws-lg* and *c-sh*). This is obviously due to the fact that the homo/hetero boundaries are moved far away, going

beyond the very distant *gl* and *wx* loci. A gradual weakening of the juxtaposition effect with the increasing distance from the homo/hetero transition point was also observed in Arabidopsis [6]. It must be assumed that the redistribution of crossovers between homozygous and heterozygous regions is a local phenomenon and has a limited range of action.

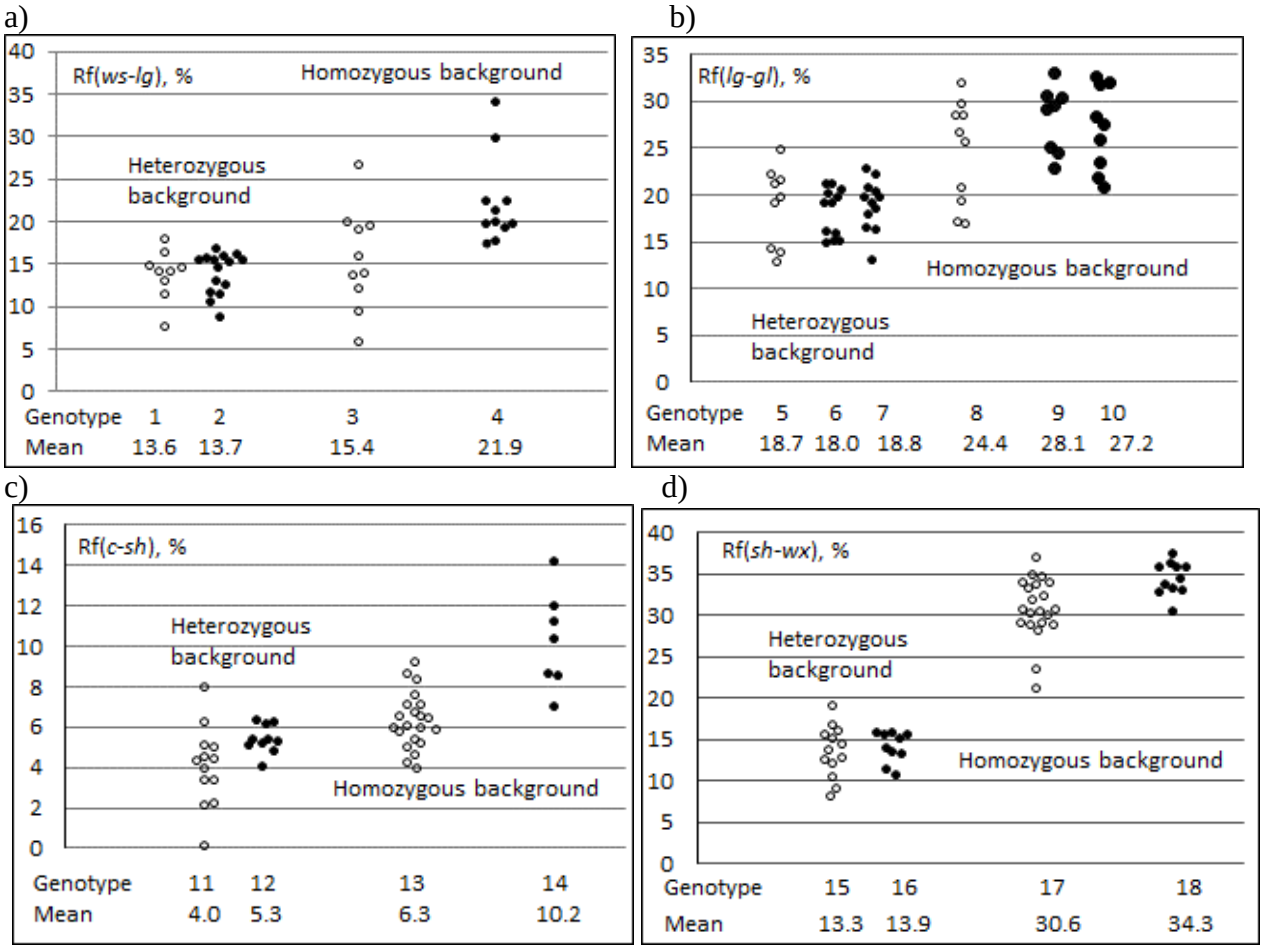


Figure 2. Recombination frequency (Rf) in shortened and extended heterozygous marked intervals at different genetic backgrounds.

Black points - short (digenic) interval, empty points – long (trigenic) interval.

Genotypes: 1 - K(*R*)$_7$×M(*ws,lg,gl*)$_7$, 2 - K(*R*)7×M(*ws,lg*)$_7$, 3 - MK01×M(*ws,lg,gl*)$_7$, 4 - MK01×M(*ws,lg*)$_7$, 5 - K(*R*)7× M(*ws,lg,gl*)$_7$, 6 - K(*R*)$_7$×M(*lg,gl*)$_7$ (2021), 7 - Ku123×M(*lg,gl*)$_6$ (2017), 8 - MK01×M(*ws,lg,gl*)$_7$, 9 - MK01×M(*lg,gl*)$_7$, 10 - MK01×M(*lg,gl*)$_6$ (2017), 11 - K(*R*)$_7$×M(*c,sh,wx,R*)$^{in}_6$, 12 - K(*R*)$_7$×M(*c,sh,R*)$_7$ (2017), 13 - M(*R*)$_7$×M(*c,sh,wx,R*)$^{in}_6$, 14 - M(*R*)$_7$×M(*c,sh,R*)$_7$ (2017), 15 - K(*R*)$_7$×M(*c,sh,wx,R*)$^{in}_6$, 16 - M(*sh,wx*)$_7$×Ku123 (2017), 17 - M(*R*)$_7$×M(*c,sh,wx,R*)$^{in}_6$, 18 - MK01×M(*sh,wx*)$_7$ (2017).

Another class of phenomena under study is associated with the presence of internal homozygosity in the marked interval. Internal homozygosity occurs when an isogenic line containing a chromosome fragment of the original form in the marked interval participates in crossing. It was previously shown that the presence of a homozygous fragment in the *ws-lg-gl* chain of chromosome 2 leads to the disappearance of the juxtaposition effect [3]. However, in the present study, the presence of an internal homozygous fragment around the *sh* locus in the M(*R*)$_7$×M(*c,wx,R*)$_7$ hybrid weakened the juxtaposition effect, but did not eliminate it: the RF(c-wx) value was 29.0% versus 34.4% for the case of complete internal homozygosity in the M(*R*)$_7$×M(*c,sh,wx,R*)$_6$ hybrid. This is probably due to the close position of the *sh* locus to the marginal *c* locus.

In the M(*R*)$_7$×M(*c,sh,wx,R*)cm$_7$ and K(*R*)7×K(*c,sh,wx,R*)cm$_7$ hybrids, for which internal

homozygosity between the *sh* and *wx* loci is assumed, there was no general decrease in recombination frequency within the marked interval, but a significant redistribution of crossover events between the *c-sh* and *sh-wx* subintervals occurred. For these two hybrids, RF(*c-sh*) was 8.3% and 12.0%, and RF(*sh-wx*) was 25.2% and 26.4%, correspondingly. The *sh-wx/c-sh* ratio was thus 3.0 and 2.2 versus 4.9 in the M$(R)_7$×M$(c,sh,wx,R)_6$ hybrid, in which the entire marked interval is completely heterozygous. This result is consistent with the hypothesis of redistribution of crossover events in mosaic genotypes from homozygous to heterozygous regions of chromosomes.

The use of three-gene chains made it possible to evaluate interference, which was previously impossible with two-gene chains. In the chromosome 2, the interference coefficient was 0.57 in the heterozygous background and 0.79 in the homozygous background (K$(R)_7$×M$(ws,lg,gl)_7$ and MK01×M$(ws,lg,gl)_7$ hybrids). In the chromosome 9, these values were 0.35 in the heterozygous background and 0.62 in the homozygous background (K$(R)_7$×M$(c,sh,wx,R)_6$ and M$(R)_7$×M$(c,sh,wx,R)_6$ hybrids). Thus, in maize, the homozygous genetic background does not lead to the disappearance of interference, as in Arabidopsis [6], and it is possible that the mechanisms for implementing the juxtaposition effect in them are somewhat different.

Conclusions

In mosaic maize genotypes, in the genome of which homozygous and heterozygous regions alternate, the effect of the external homozygous background on the recombination frequency depends on the length of the marked heterozygous interval and increases as it decreases.

The presence of homozygous internal fragments under the conditions of the external homozygous background can lead to the disappearance or weakening of the juxtaposition effect, as well as to the redistribution of crossover events within the marked interval.

In maize, the juxtaposition effect is not accompanied by the disappearance or decrease of interference, which suggests differences between maize and Arabidopsis in the implementation mechanism of this effect.

Acknowledgements. Research was carried out within the research subprogram 011102 „*Increasing and conservation genetic diversity, agricultural crop breeding in the context of climate change*”**,** financed by the Ministry of Education and Research of the RM.

References

1. Dluzewska, J., Szymanska, M., And Ziolkowski, P.A. (2018) Where to cross over? Defining crossover sites in plants. In: *Front. Genet*. 9(609). https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00609
2. Mercier, R., Mézard, C., Jenczewski, E., Macaisne, N., and Grelon, M. (2015). The molecular biology of meiosis in plants. In: *Annu. Rev. Plant Biol.* 66, 297-327. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050213-035923
3. Mikhailov, M.E. (2022). Juxtaposition of heterozygous and homozygous regions and crossing over in maize. In: Scientific Intern. Symp. “*Advanced Biotechnologies - Achievements and Prospects*” (VIth Ed.). Chişinău, 3-4 October, 2022, p. 35-37. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/35-37_45.pdf
4. Mikhailov, M.E., And Chernov, A.A. (2004). The effect of heterozygosity for marker loci on recombination fraction in adjacent chromosomal regions in maize. In: *Rus. J. Genet.* 40(7), 751-755. https://doi.org/10.1023/B:RUGE.0000036524.76567.cc
5. Wang, Y., And Copenhaver, G.P. (2018). Meiotic recombination: mixing it up in plants. In: *Annu. Rev. Plant Biol.* 69, 577-609. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040431
6. Ziolkowski, P.A., Berchowitz, L.E., Lambing, C., et al. (2015). Juxtaposition of heterozygous and homozygous regions causes reciprocal crossover remodelling via interference during *Arabidopsis* meiosis. *eLife* 4 e03708. https://doi.org/10.7554/eLife.03708

UDC: 632.3:635.64 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.26

TRANSCRIPTOME PROFILING OF TOMATO RESPONSE TO PHYTOPLASMA INFECTION

Mitina Irina[1], *https://orcid.org/0000-0001-7103-6084*,
Grajdieru Cristina[1], *https://orcid.org/0000-0003-1560-7924*,
Bahsiev Aighiuni[1], *https://orcid.org/0000-0002-1915-7652*,
Tumanova Lidia[1], *https://orcid.org/0000-0001-5664-871X*,
Zamorzaeva Irina [1], *https://orcid.org/0000-0002-6302-2069*,
Mitin Valentin[1], *https://orcid.org/0000-0001-9328-9672*,
Juříček Miloslav[2],
Muller Karel [2,*], *https://orcid.org/0000-0002-0817-8810*, * e-mail: *muller@ueb.cas.cz*
[1]*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the Moldova State University*
[2]*Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences*

Summary. Transcriptome sequencing is a valuable tool, which allows the researchers to study the dynamics of gene expression and identify genes, which control economically important traits. In this work, genes involved in tomato response to '*Candidatus* Phytoplasma solani', a bacterial pathogen which can cause severe economic losses, were studied by transcriptome sequencing. As a result, 143 genes were found to be differentially expressed in the infected tomato plants, compared to healthy plants, 81 were upregulated and 62 downregulated. This analysis can shed light on the mechanisms of phytoplasma induced host gene expression regulation and on tomato response to phytoplasma infection.

Keywords: '*Candidatus* Phytoplasma solani', transcriptomics, gene expression, RNA

Introduction

Throughout history, plant diseases have posed significant threats to agricultural output by causing substantial food losses annually while also compromising product quality [1]. The estimated potential yield losses caused by plant pathogens is up to 16% globally and most research in plant pathology aims to reduce yield loss in crops directly or indirectly [2]. In recent years, responding to the needs of ever-growing human population and taking into account climate change, there is an urge for developing effective disease control strategies. One of the ways to do this is to deploy Integrated Crop Management (ICM) strategies, relying less on synthetic inputs for fertilization and crop protection and less on fossil fuel-powered machinery to decrease yield losses due to pest and pathogens and guarantee food security. Another strategy is developing disease resistant cultivars, adapted to future climate changes (reviewed in [3]). Breeding resistant varieties was reported to be the most economical and effective strategy to prevent and control plant diseases [4]. The conventional strategy for resistance breeding has been to introduce disease resistance (R) genes from resistant germplasm into agronomic cultivars, an approach that requires successive generations of recurrent selection for resistance [5, 6]. In recent years, new tools that help plant breeders to detect the genetic diversity and identify key traits, thus speeding up the breeding process, have been developed. Undoubtfully, a tool that revolutionized crop breeding and simplified identification of agronomically important genes is Next Generation Sequencing (NGS). Next-generation sequencing technologies allow the rapid and cost-effective generation of genome-scale data [7]. One of the most common NGS approaches is transcriptome sequencing, which implies assembly of all RNA transcripts from a sample [8]. Transcriptome sequencing allows the researchers to study the dynamics of gene expression and connect the changes in gene expression to phenotypes. In this work, the transcriptome sequencing was used to study the mechanisms of differential response of two tomato varieties to '*Candidatus* Phytoplasma solani' ('*Ca*.P. solani'])

infection [9]. This pathogen is endemic in Europe and infects a wide range of cultivated plants and weeds [10]. In severe epidemics, yield losses can reach 60% in tomato, 90% in pepper, and 100% in celery [11]. After infection, phytoplasma causes a vast variety of phenotypes in plants, at least some of them are due to the secretion of effector proteins, which induce degradation of plant transcription factors consequently modifying gene expression of the host plants [12]. Understanding differential response of tomato varieties to phytoplasma may shed light on the mechanisms of plant response to this pathogen, and, possibly, to find candidate resistance genes.

Materials and methods

In this work plants of two local tomato varieties – 'Desteptarea' and 'Mary Gratefully', developed in the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of Moldova State University were grown in field conditions. Peduncles were collected at mature fruiting stage, snap frozen in liquid nitrogen and stored at -80^{o}C until further processing. Peduncles of three independent plants of each variety both infected with '*Ca*.P. solani' and uninfected were used for RNA extraction. Infection status was initially determined visually and by PCR analysis with previously described primers specific to '*Ca*.P. solani' [13] and later confirmed by sequence analysis. Tissue was grinded in liquid nitrogen, RNA was extracted using GeneJet Plant RNA purification kit (Thermo Fisher Scientific), and RNA quality was checked by agarose gel electrophoresis and NanoDrop Spectrophotometer. Then, RNA was DNAse treated with Turbo DNA-free kit (Thermo Fisher Scientific) and sent to sequencing facility of Institute of Experimental Botany, Czech Academy of Sciences for library preparation and next-generation sequencing. The sequencing resulted in at least 40 million 150 bps long read pairs which were quality-filtered using Rcorrector [14] and Trim Galore scripts [15]. Transcripts abundances were determined using Salmon [16] software with parameters --posBias, --seqBias, --gcBias, --numBootstraps 30. Reference index was built from Solanum tuberosum CDS dataset, version ITAG4.1. Quality control of quantification and statistical analysis were done using Sleuth package for R [17]. Diagram was created using BioRender. To create GO plot, a list of 143 differentially expressed genes resulted from transcriptomics studies were attributed corresponding Arabidopsis IDs for analysis on DAVID website (https://david.ncifcrf.gov/), and the output from DAVID, together with the list of these genes including their q-values and fold-changes were used for analysis and visualization in GOplot package [18] in R.

Results and discussions

To investigate how gene expression in tomato changes in response to '*Ca*.P.solani' infection, the mRNA expression profiles of healthy and infected plants of two varieties (Desteptarea and Mary Gratefully) were analyzed using RNA-seq (RNA sequencing) analysis. Figure 1a illustrates the experimental design, outlining the main steps of RNA-seq analysis. Figure 1b presents the bioinformatics pipeline to detect differentially expressed genes of tomato in response to phytoplasma infection.

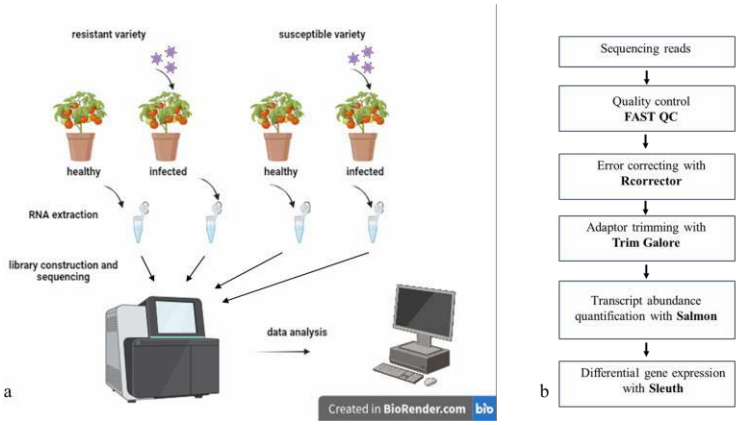


Figure 1. Diagram of the experimental set up. (a) main steps of RNA seq analysis, (b) data analysis pipeline

The distributions of all samples for normalized read counts were compared and are shown in figure 2 as a heatmap (a) and Principal Component Analysis (PCA) plot (b). Despite the relatively poor sample clustering, that can be attributed to the uncontrolled conditions in the field, and the possibility of other stresses apart from phytoplasma infection,143 genes were significantly (q-value <= 0.05) differentially expressed in infected samples compared to uninfected plants of both varieties (Figure 3).

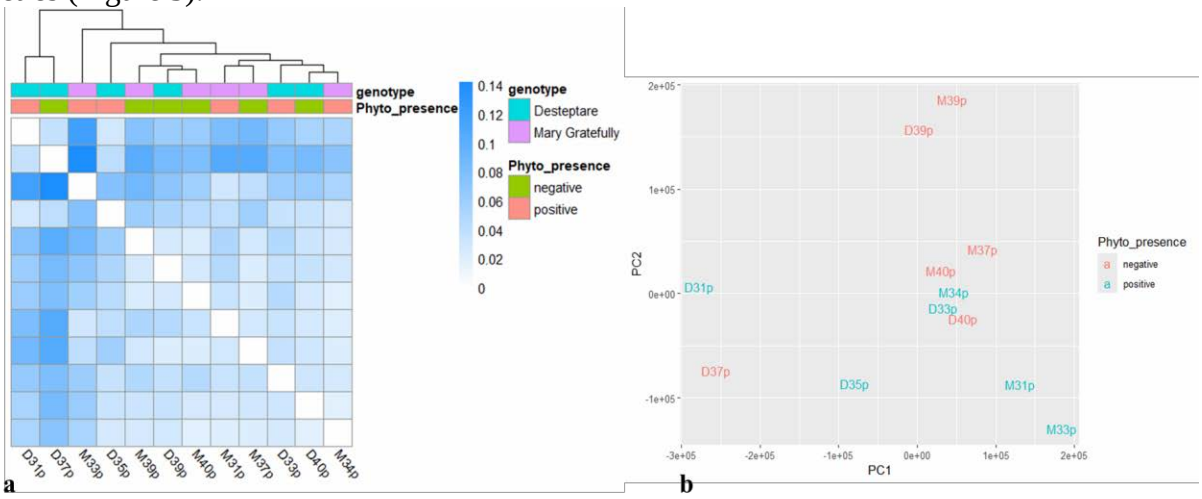


Figure 2. Assessment of transcriptomic data: (a) Heatmap, (b) Principal Component Analysis (PCA)

Of these genes, 81 were upregulated in the infected plants, compared to healthy samples, while 62 genes were downregulated (fold-change >=2).

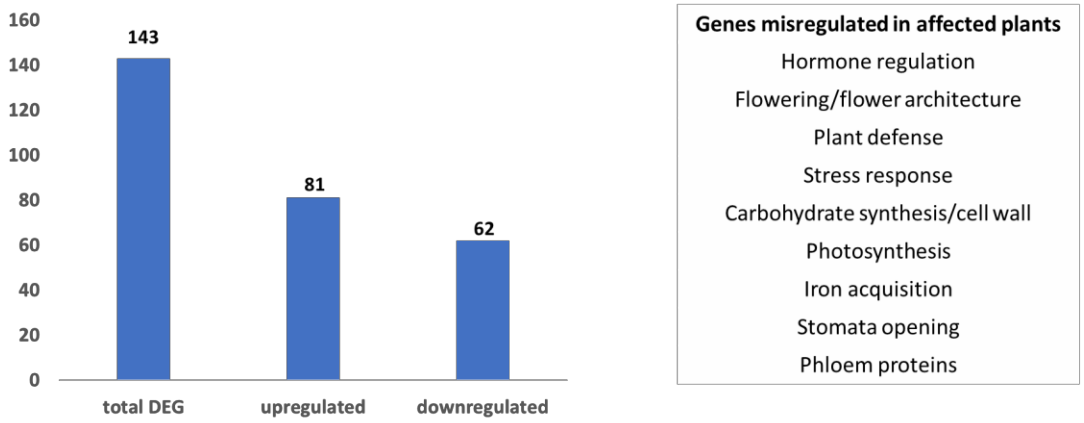
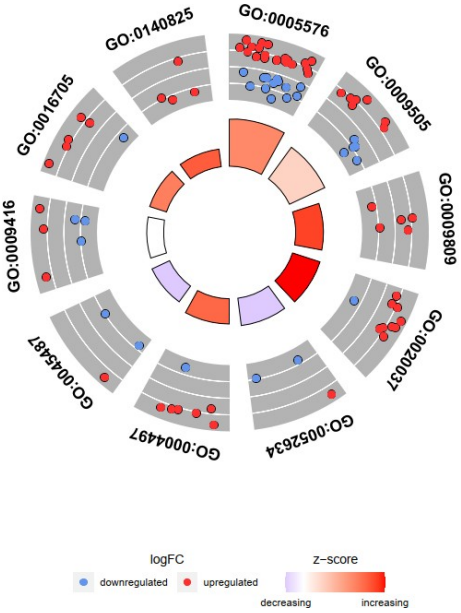


Figure 3. Impact of *Ca. Phytoplasma* infection on tomato transcriptome

Among differentially expressed genes, there are those involved in hormone regulation (Auxin-responsive GH3 family protein gene, TOPLESS 3), flowering control or flower architecture (APETALA2d), plant defense (NADH dehydrogenase genes, disease resistance protein (TIR-NBS-LRR class) family), stomata opening (Stomatal closure-related actin-binding protein 2 gene), etc. This is consistent with the multiple phenotypes that phytoplasma infection produce in tomato, and

with previous research on phytoplasma altering host gene expression. However, functional analysis is needed to elucidate exact role of these genes in tomato response to phytoplasma infection.



ID	Description
GO:0005576	extracellular region
GO:0009505	plant−type cell wall
GO:0009809	lignin biosynthetic process
GO:0020037	heme binding
GO:0052634	C−19 gibberellin 2−beta−dioxygenase activity
GO:0004497	monooxygenase activity
GO:0045487	gibberellin catabolic process
GO:0009416	response to light stimulus
GO:0016705	oxidoreductase activity, acting on paired donors, with incorporation or reduction of molecular
GO:0140825	lactoperoxidase activity

Figure 4. Visualization of functional analysis data

To get some insight into functional analysis of differentially expressed genes, a GO plot combining functional analysis with the expression data was constructed.

The most enriched functional category, in both upregulated and downregulated genes in the infected plants, was the extracellular region, followed by cell wall associated genes. Among differentially expressed genes, those falling in the categories of lignin biosynthesis process and lactoperoxidase activity were exclusively upregulated, those with heme binding activity, monooxygenase activity, oxidoreductase activity and involved in response to light stimulus were mostly upregulated, and those having C-19 gibberellin 2-beta-dioxygenase activity and those involved in gibberellin catabolic process were mostly downregulated.

Together, these data clarify which functional classes of tomato genes are the most affected by phytoplasma infection.

Conclusions

The response of two local tomato varieties ‘Desteptare’ and ‘Mary Gratefully’ – to ‘*Ca*.P.solani’ infection was studied by RNA-seq. The samples exhibited high variability, probably due the uncontrolled conditions in the field. In this study, 143 genes were differentially expressed in the infected plants, compared to healthy plants; among them 81 were upregulated and 62 downregulated. This analysis can shed light on the mechanisms of phytoplasma induced host gene expression regulation and on tomato response to phytoplasma infection.

Acknowledgements. This research was supported by Introduction of Transcriptomic Analysis through the Challenge Fund: Advancing Biological Insights on Plant Resistance to ‘*Candidatus* Phytoplasma solani’. UNDP-IRH-00048 Czech Challenge Fund 2023 funded by UNDP and Czech Republic Development Cooperation and Institutional Project, Subprogram 011101 „Genetic and biotechnological approaches to agroecosystem management under conditions of climate change”, funded by the Ministry of Education and Research of the RM.

We would like to thank dr. hab. Nadejda Mihnea for kindly providing plant material.

References

1. Gai, Y.; Wang, H. Plant Disease: A Growing Threat to Global Food Security. In: *Agronomy* 2024, 14, 1615. https://doi.org/10.3390/agronomy14081615
2. Ficke A, Cowger C, Bergstrom G, Brodal G. Understanding Yield Loss and Pathogen Biology to Improve Disease Management: Septoria Nodorum Blotch - A Case Study in Wheat. Plant Dis. 2018 Apr;102(4):696-707. doi: 10.1094/PDIS-09-17-1375-FE. Epub 2018 Mar 5. PMID: 30673402
3. Richard, B., Qi, A., Fitt, B.D.L. (2022) Control of crop diseases through Integrated Crop Management to deliver climate-smart farming systems for low- and high-input crop production. In: *Plant Pathology*, 71, 187–206. https://doi.org/10.1111/ppa.13493)
4. Nelson, R., Wiesner-Hanks, T., Wisser, R., and Balint-Kurti, P. (2018). Navigating complexity to breed disease-resistant crops. In: *Nat. Rev. Genet*. 19: 21–33
5. Sanchez-Martin, J., and Keller, B. (2019). Contribution of recent technological advances to future resistance breeding. In: *Theor. Appl. Genet*. 132: 713–732
6. Li, Q., Wang, B., Yu, J., and Dou, D. (2021). Pathogen-informed breeding for crop disease resistance. In: *J. Integr. Plant Biol*. 63: 305–311
7. Zhou, Q., Galindo-González, L., Hwang, S. F., Strelkov, S. E. (2020). Application of genomics and transcriptomics to accelerate development of clubroot resistant canola. In: *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(2), 189–208. https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1794541
8. Tyagi P., Singh D., Mathur S. et al. Upcoming progress of transcriptomics studies on plants: An overview; Frontiers in Plant Science; 13; 2022; https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.1030890
9. Zamorzaeva I., Mitina I., Bahsiev A., Mitin V., Mihnea N. Impact of ‘candidatus phytoplasma solani’presence on fruit quality of different moldovan tomato varieties. In: *Phytopathogenic Mollicutes*, 2020
10. Buoso S., Pagliari L., Musetti S. 'Candidatus Phytoplasma solani' interferes with the distribution and uptake of iron in tomato. In: *BMC Genomics*. 2019 Sep 10;20(1):703. doi: 10.1186/s12864-019-6062-x.
11. Navrátil, M., Válová, P., Fialová, R. 2009. The incidence of stolbur disease and associated yield losses in vegetable crops in South Moravia (Czech Republic). In: *Crop Protection*, 28(10) 898-904. http://www.sciencedirect.com/science/journal/02612194
12. Omenge KM, Rümpler F, Kathalingam SS, Furch ACU, Theißen G. Studying the Function of Phytoplasma Effector Proteins Using a Chemical-Inducible Expression System in Transgenic In: *Plants. Int J Mol Sci*. 2021 Dec 18;22(24):13582. doi: 10.3390/ijms222413582.
13. Zamorzaeva I., Bahşiev A., Mihnea N. 2016. Testarea primerilor creaţi pentru diagnosticul molecular al infecţiei fitoplasmice. In: Buletinul AŞM. Ştiinţele Vieţii.Edit. CSŞDT AŞM. Chişinău. 2: 55-61.
14. Song, L., Florea, L. Rcorrector: efficient and accurate error correction for Illumina RNA-seq reads. In: *GigaSci* 4, 48 (2015). https://doi.org/10.1186/s13742-015-0089-y
15. Trim Galore (RRID:SCR_011847)
16. Patro, R., Duggal, G., Love, M.I., Irizarry, R.A., Kingsford, C., 2017. Salmon provides fast and bias-aware quantification of transcript expression. In: *Nat. Methods*. 14, 417–419. https://doi.org/10.1038/nmeth.4197
17. Pimentel, H., Bray, N., Puente, S. et al. Differential analysis of RNA-seq incorporating quantification uncertainty. In: *Nat Methods* 14, 687–690 (2017). https://doi.org/10.1038/nmeth.4324
18. Walter, Wencke, Fátima Sánchez-Cabo, and Mercedes Ricote. GOplot: and R package for visually combining expression data with functional analysis. In: *Bioinformatics*, 2015, 31(17): 2912-2914. doi: 10.1093/bioinformatics/btv300.

UDC: 633.111:[632.111.6 + 632.3](477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.27

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES OF WHEAT TO VIRUSES AND CLIMATE CHANGE

Molodchenkova Olga[1,*], Dashchenko Anna[3], MishchenkoLidiya[2], Lytvynenko Mykola[1], Motsnyi Ivan[1], Fanin Yaroslav[1], Dunich Alina[2], Tykhonov Pavlo[1], Kotikov Vsevolod[2]

[1] Plant Breeding and Genetics Institute-National Center of Seed and Cultivar Investigation, Laboratory of Plant Biochemistry, Ukraine
[2] Taras Shevchenko National University of Kyiv, Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine",Ukraine
[3]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
** e-mail: olgamolod@ukr.net*

Summary. We conducted monitoring for wheat viruses in Ukraine. We identified the presence of *Wheat streak mosaic virus, Barley yellow dwarf virus* and *Wheat dwarf virus,* all of which have a significant epidemic potential, leading to reduced crop yields and compromised quality. Additionally, we observed "cold peaks" due to a temperature drop of more than 18ºC, leading to stress symptoms such as leaf reddening and the development of chlorotic and yellowish-brown stripes. It was studied the wheat physiological-biochemical responses to viruses of several varieties according to parameters of ROS homeostasis, chlorophyll and saccharide levels and the activity of protective proteins.

Keywords: wheat, viruses, plant biochemical protective responses

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.), as the paramount staple food and commodity crop in Ukraine, holds immense economic significance while simultaneously serving as a critical contributor to global food security. Regrettably, the russian invasion has cast a long shadow over Ukraine's wheat research and development endeavors, precipitating far-reaching consequences that ripple across global food systems. These disruptions compound the preexisting crises stemming from the COVID-19 pandemic and the surge in food prices, imperiling millions' livelihoods, particularly in nations heavily reliant on wheat. This has resulted in an escalation of wheat prices, which has increased the prevalence of undernutrition and undermined progress towards reaching the Sustainable Development Goals (SDGs). The present precarious situation emphasizes the urgent need to address wheat production's challenges, including the multifaceted effects of biotic and abiotic stresses, climatic changes, and edaphic factors. In this context, the escalation of diseases such as viruses poses a particularly concerning threat to sustainable wheat production.

The *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), *Wheat dwarf virus* (WDV) are among the most serious diseases of wheat. The issue of climate change is also very relevant, because in recent years, abnormal climatic phenomena have been observed, which create several significant problems for grain production. Therefore, the problem of assessing the impact of expected climate changes on agroclimatic growing conditions, productivity and gross harvest of agricultural crops is extremely relevant (Mishchenko, 2018). Furthermore, global climate changes also increase the impact of diseases on the defeat of plants to viruses.

An important role in solving these issues can be obtained by the study of physiological and biochemical plant responses to viruses and climate change. Biotic and abiotic stresses induce physiologic, transcriptomic and metabolomic changes in plants (Backes et al., 2021). In the process of evolution, plants have developed various protective mechanisms, which occur at different levels

– from the genome (differentiated expression of genes, including PR genes) through the proteome (production of protective proteins and enzymes) to the metabolome (changes in the activity of several metabolic pathways, including carbohydrate metabolism, phenolic metabolism, etc.) (Kaur et al., 2022). An important system that lies at the heart of the cellular and molecular mechanisms of plant adaptation to unfavorable environmental factors and determines the direction of the general adaptive response is the system of ROS homeostasis (Dumanovic et al., 2021). It is known that chitinases and β-1,3-glucanases are markers of plant protective responses to various pathogens.

The goal of our research was the identify the viruses on wheat crops in Ukraine and study the influence of viruses (*Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), *Wheat dwarf virus* (WDV) and cold stress on physiological and biochemical plant responses (the parameters of ROS homeostasis, chlorophyll and saccharide levels and the activity of protective proteins) in several varieties of wheat.

Material and methods

Phytopathological monitoring of viruses was carried out on winter wheat crops in different regions of Ukraine in 2023 and 2024 years.

The following varieties of wheat were used in the research: 'Patras', 'Pamir', 'Jersey', 'Shestopalivka', 'Staleva', 'Lisova pisnia', 'Bohdana', 'Kolonia' and 'Dagmar'.

Protein content was determined by the Kjeldahl method (Kjeldahl, 1983). Total carbohydrate content was measured with the anthrone method (Hedge and Hofreiter, 1969). Chlorophyll content was determined using a spectrophotometric method (Dashek and Miglani, 2017). Flavonoid content of the extracts was quantified using the aluminium chloride assay method (Chepel et al., 2020). Hydrogen peroxide (H_2O_2) concentration was determined in the supernatant (Sagisaka, 1976). Lipid peroxidation level was determined fluorometrically using the thiobarbituric acid-reactive substance malondialdehyde (MDA), which forms a 1:2 adduct with thiobarbituric acid (TBA) (Hodges et al., 1999). Reduced glutathione (GSH) content was measured using Ellman reagent (Sigma-Aldrich, Milwaukee, WI, USA) (Hu, 1994). Catalase was measured spectrophotometrically according to Aebi (1984). Peroxidase activity was measured using 4-methylcatechol as substrate (Onsa et al., 2004). Glutathione peroxidase activity was measured by Rotruck et al., 1973. β-1,3-glucanase activity was assayed spectrophotometrically with laminarin as substrate (Sigma L-9634) using the dinitrosalicylic acid (DNS) method (Zur et al., 2013). Chitinase activity was assayed spectrophotometrically with colloidal chitin as substrate (Saikia et al., 2005).

Data processing was performed using Microsoft Office Excel v.14.7.3 (Microsoft, Redmond, WA, USA) or Prism Graph 8 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Differences between mean values of traits were evaluated by the Student's t-test at probability level $p \leq 0.05$.

Results and discussions

At the visual studies of winter wheat plants of 'Patras', 'Pamir', 'Jersey', 'Shestopalivka', 'Staleva', 'Lisova pisnia', 'Bohdana', 'Kolonia' and 'Dagmar' varieties, significant differences between healthy and damaged plants were found. Using DAS-ELISA and PCR methods it was established that plants of varieties 'Patras', 'Pamir', 'Shestopalivka' were infected by WSMV; plants of variety 'Staleva' – by WSMV, BYDV and WDV and plants of variety 'Jersey' – by BYDV, plants of varieties 'Kolonia', 'Dagmar' – by WDV.

Infection of WSMV, WDV and BYDV causes a significant decrease the content of protein, chlorophylls a and b, carotenoids in the leaves of affected wheat plants in comparison with healthy plants.

Redox homeostasis plays an essential role in plant immunity against viruses. Infection with WSMV increased H_2O_2 content and lipid peroxidation in wheat plants, as evidenced by higher MDA levels. We detected activation of catalase and ascorbate peroxidase by 39% and 51% relative to control in variety 'Jersey' and by 54% and 41% in variety 'Shestopalivka', respectively.

The concentration of WSMV was greater in leaves of the variety ‘Pamir’ than in variety ‘Patras’ suggesting a weaker immune response. As total peroxidase activity and reduced glutathione content in variety ‘Patras’ were higher than in variety ‘Pamir’, both mechanisms are likely to play some role in reducing oxidative damages in the latter genotype. Increase of the ascorbate peroxidase activity in variety ‘Patras’ and decrease of this activity in variety ‘Pamir’ in response to WSMV suggest that enzyme is a key player in reducing oxidative damages. The content of reduced glutathione in leaves of WSMV-infected plants was significantly higher relative to healthy control in both varieties.

An increase of saccharides content in leaves of WSMV-infected plant of studied varieties indicates that all varieties rely on this component for their immunity. This effect can be a consequence of inhibiting phloem loading or slow phloem flow aimed at reducing the long-distance movement of viruses through the phloem. Saccharides can also strengthen the immune response by inducing the accumulation of anthocyanin, activating PR genes, and/or functioning as antioxidants

Analysis of the pathogenesis-related proteins β-1,3-glucanase and chitinase showed significant differences between the varieties. Activity of β-1,3-glucanase increased in ‘Patras’, but reduced in ‘Pamir’ in response to viral infection; activity of chitinase was also higher in ‘Patras’ than in ‘Pamir’. The increase of β-1,3-glucanase activity in variety ‘Patras’ resembles a typical immune response to viral infection, whereas a significant decrease of this activity in variety ‘Pamir’ suggests the immune response involves reduced plasmodesmata permeability.

Infection with WDV and WSMV led to an increase in H_2O_2 content, with a 2-fold increase in the variety ‘Kolonia’ and a 1.3-fold increase in the variety ‘Dagmar’. These viruses also intensified peroxidation of lipids, resulting in a 1.7-fold increase in ‘Kolonia’ and a 1.2-fold increase in ‘Dagmar’ and activated superoxide dismutase, with a 1.6-fold increase in ‘Kolonia’ and a 1.2-fold increase in ‘Dagmar’. As a result of these infections, the activity of some antioxidant enzymes was reduced, including catalase (1.5-fold in ‘Kolonia’, 2.7-fold in ‘Dagmar’) and ascorbate peroxidase (1.3-fold in ‘Dagmar’). Interestingly, WDV infection increased peroxidase activity by 1.3-fold in ‘Kolonia’ and slightly decreased it in ‘Dagmar’, coupled with a 1.7-fold increase in glutathione peroxidase activity.

These metabolic changes indicate that wheat plants of the studied varieties have different mechanisms of ROS homeostasis control in response to viral infection. Metabolic changes in the plant cell can lead to an imbalance in antioxidant metabolism and significant ROS accumulation and damage to cellular macromolecules and membrane lipids, resulting in protein oxidation, lipid peroxidation and other damage that contributes to the development of symptoms of viral infection. The development of these processes can differ in different genotypes, but in general ROS accumulation during infection plays a dual role by causing virus restriction and also performing a signalling function, inducing accumulation of antioxidants and other protective compounds (Hernandez et al., 2015; Kuzniak and Kopczewski 2020). Development of a protective reaction largely depends on the rate of plant response reaction. In more resistant genotypes, early ROS accumulation at virus localization sites can lead to premature elimination of the virus without the development of oxidative stress through active formation of antioxidants. A slower plant response allows a certain degree of replication and movement of the virus, which leads to oxidative stress and programmed death of affected plant cells (hypersensitivity reaction) with slow activation of antioxidants. In more susceptible varieties, gradual ROS accumulation without antioxidant activation and other defense mechanisms (low levels of protective proteins etc.) leads to massive oxidative stress, which causes damage to plant cells and significant plant injury, a sharp imbalance in the antioxidant system and virus development, resulting in significant yield reductions.

We were not detected viral infection in the varieties ‘Lisova pisnia’ and ‘Bohdana’. The decrease in the content of chlorophylls and carotenoids, as well as the activation of the investigated antioxidant enzymes in these varieties, indicates the response of plants to cold stress. An increase in

the sugar content due to the accumulation of sucrose under the action of cold stress was also revealed.

Conclusions

Thus, the obtained results indicate the activation of physiological and biochemical protective reactions of wheat plants under the influence of viral infection and cold stress. A shift in pro-/antioxidant balance was observed in wheat plants infected with both viral diseases and cold stress, resulting in accumulation of H_2O_2 and lipid peroxidation products. This may act as a signal to activate additional plant defence mechanisms, including induction of antioxidants and PR-proteins, ultimately contributing to plant resilience and wheat yield preservation. However, the specific biochemical response to viruses and abiotic stress will depends on the actual stress factor, and predicting the resilience of a specific genotype to a particular virus or abiotic stress factor will require determination of multiple biochemical characteristics, including parameters of ROS homeostasis, chlorophylls, carotenoids and saccharide content, and protective protein activity.

Acknowledgements. This research has been funded by the National Research Foundation of Ukraine (grant No. 2023.03/0244 '*Mechanisms controlling of resilience of economically important crops to viral diseases under war conditions and global warming*').

References

1. Aebi H. (1984) Catalase *in vitro*. In: *Methods Enzym*. 105: 121–126. http://doi.org/10.1016/S00766879(84)05016-3.
2. Backes A.,Charton S., Planchon S., Esmaeel Q., Sergeant K., Hausman J.-F., Renaut J., Barka E.A., Jacquard C., Guerriero G. (2021) Gene expression and metabolite analysis in barley inoculated with net blotch fungus and plant growth-promoting rhizobacteria. In: *Plant Physiology and Biochemistry*. 168: 488-500 https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.10.027.
3. Chepel V., Lisun V., Skrypnik L. (2020). Changes in the content of some groups of phenolic compounds and biological activity of extracts of various parts of heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) at different growth stages. In: *Plants*. 9: 926. https://doi.org/10.3390/plants9080926.
4. Crowther J. R. (1995). ELISA. Theory and Practice. N.Y., USA, Hamana Press
5. Daryanto S, Wang L, Jacinthe PA (2016) Global Synthesis of Drought Effects on Maize and WheatProduction. In: *PLoS ONE* ,11(5): e0156362.
6. Dashek W.V., Miglani G.S. (2017) Vacuoles and protein bodies. In Plant Cells and Their Organelles. Dashek W.V., Miglani G.S. Eds.John Wiley & Sons Ltd.: Hoboken, NJ, USA: 351–370.
7. Dumanovic J., Nepovimova E., Natic M. et al. (2021). The Significance of reactive oxygen species and antioxidant defense system in plants: a concise overview. In: *Front. Plant Sci. Sec. Plant Cell Biology*. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.552969
8. Hedge J. E., Hofreiter B.T. (1969) Carbohydrates. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Whistler RL, Be Miller JN, Eds.; Academic Press: New York, NY. USA. 1962:17–22
9. Hernandez J. A. G., Gullner M. J., Clemente-Moreno A. et al. (2016). Oxidative stress and antioxidative responses in plant-virus interactions. In: *Physiol. Mol. Plant Pathol*. 94. 134–148. https://doi:10.1016/j.pmpp.2015.09.001.
10. Hodges D. M., De Long J.M., Forney C.F. et al (1999) Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. In: *Planta*. 207: 604–611. http://doi.org/10.1007/s004250050524
11. Hu M. L. (2011) Measurement of protein thiol groups and glutathione in plasma. In: *Methods Enzym.* 233:380–385. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(94)33044-1

12. Kaur S., Kumar S. M.K., Choudhary M. et al. (2022). How do plants defend themselves against pathogens-Biochemical mechanisms and genetic interventions. In: *Physiol Mol. Biol. Plants*. 28(2): 485–504. https://doi: 10.1007/s12298-022-01146-y
13. Kjeldahl J. (1983). Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern" (New method for the determination of nitrogen in organic substances). In: *Zeitschrift für analytische Chemie* 22(1):366–383. https://doi.org/10.1007/BF01338151
14. Kuzniak E., Kopczewski T. (2020) The chloroplast reactive oxygen species-redox system in plant immunity and disease. In: *Front Plant Sci*. 11: 572–686. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.572686
15. Mishchenko L.T., Dunich A.A., Mishchenko I.A. et al (2018). Monitoring of economically important wheat viruses under weather conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of Wheat streak mosaic virus. In: *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 24(4): 660–669.
16. Onsa G.H., Saari N., Selamat J. et al (2004) Purification and characterization of membrane-bound peroxidases from Metroxylon sagu. In: *Food Chem*. 85:365–376. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.07.013
17. Sagisaka S. (1976) The occurrence of peroxide in a perennial plant Populus gelrica. In: *Plant Physiol*. 57:308–309. https://doi.org/10.1104/pp.57.2.308
18. Saikia R., Singh B.P., Kumar R. et al (2005) Detection of pathogenesis-related proteins-chitinase and beta-1,3-glucanase in induced chickpea. In: *Current Science*. 89(4):659–663
19. Zur I., Golebiowska G., Dubas E. et al (2013) β-1,3-glucanase and chitinase activities in winter triticales during cold hardening and subsequent infection by Microdochium nivale. In: *Biologia*. 68(2):241–248. http://doi.org/10.2478/s11756-013-0001-0

UDC: 631.524.85:633.1(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.28

PHYSIOLOGICAL STRATEGIES OF PLANT SPECIES FROM POACEAE FAMILY UNDER CHANGING BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS

Nikishova Natalia*, *https://orcid.org/0009-0001-3462-3164,*
Rakhmetova Svitlana, *https://orcid.org/0000-0002-0357-2106,*
Rakhmetov Dzhamal, *https://orcid.org/0000-0001-7260-3263*
M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
**e-mail: nnikisova7@gmail.com*

Summary. Global climate changes have caused significant challenges for plants adaptation, such as irregular precipitation and sharp temperature contrasts. Modern molecular, genetic, physiological and biochemical approaches and environmentally friendly technologies can help expand the pool of climate change-resistant plant species. The results of current research highlight the need to understand the molecular and genetic mechanisms of plant adaptation to abiotic stresses, including drought, high temperature and salinity. This is especially important for ensuring food security and maintaining ecological balance in the face of global change. The Department of Cultivated Flora of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine has achieved significant results in acclimatization, selection and introduction of new species and varieties of plants from *Poaceae* family in Ukraine.

Keywords: *Poaceae* family, extreme climatic conditions, abiotic stress, physiological strategies, biologically active compounds.

Introduction

Global climate change has caused a number of consequences, such as irregular precipitation and various stress factors negatively affecting various organisms, including plants, adapting to new harsh conditions. The urbanized environment aggravates the situation by reducing the number of climate- and urbanization-resistant plant species. However, new approaches to plant acclimatization, breeding, selection and genetics, as well as some environmentally friendly growing technologies, can expand the pool of well-adapted plant species and varieties. Vegetation helps to mitigate the effects of heat in the urban environment, improves the psychological health of residents and preserves biodiversity. Therefore, special attention should be paid to ornamental plants for urban landscapes with stress-resistant properties. Integration of such plants can improve the ecological balance and overall quality of the urban environment both for people and natural habitats (KISVARGA, Szilvia, et al. 2023).

Studies of plant responses to abiotic stresses, which began with model species and gradually expanded to important crops, have shown insufficient stress tolerance of the genotypes developed in traditional breeding programmes. Today, breeding programmes include new strategies to study the physiological, biochemical and molecular responses of plants to environmental changes, which is key to ensuring food security. The impact of water shortage, high temperatures and salinity on plant species is also taken into account (Dos Santos, et al. 2022).

Environmental factors, such as climate and soil properties, affect plant growth, physiological processes and metabolic profile. Also the effects of precipitation, temperature and soil conditions (soil texture, pH, electrical conductivity, organic matter, calcium carbonate content and overall soil fertility) on nutrient levels, antioxidant compounds and peroxidase activity in crops were analyzed. Research has demonstrated a positive correlation between the content of phosphorus, sodium, potassium, calcium, antioxidants, enzymatic activity on one hand and temperature and precipitation

on the other hand. It was found that in regions with lower temperatures and precipitation levels, plants showed greater adaptation to mountain and alpine weather conditions, accompanied by a decrease in antioxidant compounds and oxidative enzyme activity (Khademian Amiri, Setareh, et al., 2022).

Secondary plant metabolites are biologically active compounds that play an important role in the pharmaceutical, food, cosmetic and agricultural industries due to their unique properties. They are divided into three main groups: phenolic compounds, terpenoids and nitrogen compounds. Secondary metabolism is a mechanism of plant adaptation to stress environmental conditions. Stress can be in the form of distress, causing negative impact on plant, leading to damage, or eustress — positive and "productive" form of stress, activating plant metabolism. Environmental factors are generally divided into biotic and abiotic ones, which can be artificially induced to stimulate the production of secondary metabolites. Recently, several approaches to plant metabolic activation, generally known as elicitation, have been developed using various metabolic inducers or "elicitors" (Aguirre-Becerra, Humberto, et al. 2021).

Currently, the latest scientific advances in molecular genetic approaches were used to improve heat tolerance in plants. Also scientists study the potential role of biochemical and molecular markers in screening of genetic material for high temperature resistance genes, and use next-generation genetic sequencing to identify new genes associated with defence mechanisms and protective metabolic pathways (Wani, Shabir H.; Kumar, Vinay (eds.). 2020).

Drought stress has a negative impact on plant growth, photosynthetic pigments, gas exchange, stomatal functions and ion absorption by various parts of plants, including roots and shoots. Reduced plant growth rates are the result of oxidative stress, which is neutralized by antioxidant compounds, the concentration of which increases in response to dehydration. The provision of clean water in sufficient quantities is critical for the population, various industries and ecosystems, as water is essential for drinking, agriculture, sanitation and energy production. However, the world's water resources are under significant threat. According to UNESCO (World Water Assessment Programme, 2012), about 700 million people in 43 countries already suffer from water shortages, and it is projected that 'by 2025, 1.8 billion people will live in countries or regions with absolute water scarcity, and two-thirds of the world`s population may be under water stress.

Many researchers have concluded that certain types of antioxidants increase metabolic activity in cells. Progress in the development of drought tolerant varieties is significantly hampered by limited genetic resources and physiological, biochemical and genetic traits. Therefore, the identification of multiple genetic, metabolic pathways and strategies inducing tolerance to water stress and increasing drought tolerance are particularly important (Alharbi, Khadiga, et al., 2022).

Plants use photosynthesis to convert light energy into chemical energy. However, the efficiency of photosynthesis can vary significantly under the influence of abiotic factors, such as temperature, light intensity and water availability. After analyzing the impact of changes in abiotic conditions on the photosynthetic adaptation of plants, it can be underlined that plants have developed various adaptive mechanisms to optimize photosynthesis under different types abiotic stress. For example, under high light intensity, plants can regulate their photosynthetic apparatus by reducing or increasing photorespiration activity. In case of insufficient water uptake, plants can close stomata to reduce water loss and photosynthetic activity or activate various molecular pathways to increase drought tolerance. Understanding these molecular adaptation mechanisms is key to developing strategies to improve crop productivity and resilience in a changing environment. Despite the advances in understanding the impact of abiotic conditions on photosynthetic adaptation of plants, there are still many unresolved problems. The complex interactions between plants and the environment, as well as the effects of various stresses, need to be further investigated. In addition, sustainable agricultural practices need to be developed to mitigate the negative effects of climate change on crop productivity (Ahmad, Noman, et al., 2023).

Plants have evolved complex mechanisms to adapt to cold stress at the physiological and molecular levels. Research on plant cold tolerance has been conducted over the past 10 years and it is especially important for expanding the areas of adaptation of perennial grasses. As a result, there have been significant advances in improving plant cold tolerance from a molecular and physiological perspective. Cold stress response, such as stimulation of the genes expression encoding osmoregulatory elements and strategies for improving cold tolerance have been identified (Ahad, Arzoo, et al. 2023).

Intensive agricultural practices have a global impact on environment causing issues related to food security and public health. Agricultural ecosystems cause significant loss of biodiversity and natural habitats, high levels of agrochemical pollution, extensive use of resources, and changes in soil composition. This, in turn, causes human health issues and causes loss of plant nutritional quality (Arenas-Salazar, Ana Patricia, et al., 2024).

Identification of the genes and metabolic pathways, plants use to respond to high temperature and drought will be very useful for the development of new crops, resistant to different stress conditions (Martin, Ruth C. et al., 2021).

Plants of the *Poaceae* family, such as rod millet *Panicum virgatum* L., finger millet or Himalayan finger millet *Eleusine coracana*, foxtail millet *Panicum italicum* L., are of great agricultural importance worldwide (Bhinda, Mahender Singh, et al., 2022; Rakhmetov, 2018).

Based on the results of long-term research, the Department of Cultivated Flora of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine has accumulated considerable experience in the introduction, acclimatisation and selection of new, non-traditional species and cultivars of plants of the *Poaceae* family. The collection of energy and industrial crops includes about 240 taxa of this family. Significant progress has been made in the introduction of representatives of such genera as *Miscanthus*, *Sorghum*, *Panicum* and *Eleusine* (Collection Fund..., 2020). According to EU legislation, energy crops must be grown on marginal lands (BURY, Marek, et al., 2021).

Panicum virgatum L. is a promising perennial energy crop which can become one of the most important crops not only in the bio-energy sector, but also in the area of phytoremediation - restoration of various contaminated areas affected by anthropic factors (D.B. Rakhmetov, O.M. Vergun, S.M. Kovtun-Vodyanitska et al. 2020).

It has been proven that rod millet plants can actively absorb heavy metals from the soil and accumulate them in the aboveground and underground parts, which prevents these pollutants from entering wastewater (Guo et al., 2019; Hou et al., 2020).

The results of our research indicate that *Panicum virgatum* plants have been successfully introduced, fully acclimatised and there is a possibility of their naturalisation within climatic conditions of Ukraine. As plants with a C_4 photosynthetic pathway, they use solar energy efficiently, are drought-, cold-, frost-resistant winter-hardy and are resistant to flooding.

The Department of Cultivated Flora of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine has created a valuable gene pool of *Panicum virgatum*, which includes about 40 samples, as a result of many years of introduction, breeding and biotechnological selection work. Over the years, comprehensive research has been conducted to study the biological, morphological and ecological characteristics, biochemical composition of *P. virgatum* plants, productivity of its aboveground phytomass and seeds, yield of the key valuable substances, and to determine the energy value of these millet plants. Our research team has created a number of highly productive strains with specified and stabilized parameters of yield, phytomass sugars content, as well as total energy and biofuel raw materials yield.

The study of plants` biochemical characteristics, metabolic processes and overall productivity of mentioned crops is of great importance today. Evaluation of the biological and ecological role of plants in phytoremediation, improvement of carbon balance in phytocoenoses,

identification of prospects for introduction, use of plants in green energy, soil improvement, ornamental horticulture and bioeconomy – all these areas are considered very promising.

Materials and methods

This study involved comprehensive search and analysis of available printed and electronic scientific papers and key scientific literature aggregators (Scopus, Web of Science, Pubmed, Researchgate, Science Direct, Google Scholar etc.). The methods of comparative analysis, systematization and generalisation of scientific data were used in the current study.

Conclusions

Global climate change poses serious challenges for agriculture, which, in turn, heavily depends on climatic conditions. Modern plant breeding and selection programmes focus on studying of physiological and molecular responses of plants to environmental changes, which is important for global food security.

Environmental factors, such as climate and soil conditions, have significant impact on plant growth and development, physiological processes and metabolic profile. Research on the effects of precipitation, temperature and soil conditions on nutrient and antioxidant levels can help develop new strategies to improve plant adaptation.

Drought stress negatively affects the process of photosynthesis and ion absorption, leads to significant decrease in plant growth and productivity. In order to combat the negative effects of climate change, it is important to introduce new sustainable agricultural practices and use modern technologies such as biostimulants and various environmentally friendly approaches.

Recent advances in the understanding of the molecular mechanisms of plant stress adaptation may contribute to the development of new strategies to improve their resilience, which will have a positive impact on food security and the preservation of ecological balance. Secondary metabolites of plants, in particular phenolic compounds, terpenoids and nitrogen compounds, are important in various fields, due to their beneficial properties and as one of the mechanisms of plant adaptation to stress conditions.

The Department of Cultivated Flora of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine has made significant progress in the introduction of *Poaceae* family representatives (overall about 240 taxa) into agriculture. Significant achievements have been made in the acclimatization, breeding, physiology and biochemistry of plants of *Miscanthus*, *Sorghum*, *Panicum*, *Eleusine* and other genera. Among the novel crops in Ukraine, the plant *Panicum virgatum* having a C4 photosynthetic pathway deserves special scientific attention.

As a promising highly adaptive perennial plant, it can become one of the leading and strategically important target crops for use in Ukrainian bioeconomy.

References

1. Kisvarga, Szilvia, et al. Plant responses to global climate change and urbanization: Implications for sustainable urban landscapes. *Horticulturae*, 2023, 9.9: 1051.https://www.mdpi.com/2311-7524/9/9/1051
2. Dos Santos, T. B., Ribas, A. F., de Souza, S. G. H., Budzinski, I. G. F., & Domingues, D. S. (2022). Physiological responses to drought, salinity, and heat stress in plants: a review. *Stresses*, *2*(1), 113-135.https://www.mdpi.com/2673-7140/2/1/9)
3. Khademian Amiri, Setareh, et al. Antioxidative compounds, enzymes activity and nutrient elements in Stachys byzantina are altered by climate conditions not by soil parameters. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 2022, 20.5: 1099-1115. https://cjes.guilan.ac.ir/m/article_6091_48f52a281bd58bfdd4b4cee4f424d7be.pdf

4. Aguirre-Becerra, Humberto, et al. Role of stress and defense in plant secondary metabolites production. *Bioactive natural products for pharmaceutical applications*, 2021, 151-195 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-54027-2_5)
5. Wani, Shabir H.; Kumar, Vinay (ed.). *Heat stress tolerance in plants: physiological, molecular and genetic perspectives*. John Wiley & Sons, 2020, 315 p. https://www.google.com/books?hl=uk&lr=&id=HMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=Panicum+virgatum+chlorophyll,+anthocyanins+and+flavanoids+depending+on+the+phase+of+plant+development+and+meteorological+conditions,+climatic+conditions,+soil+moisture&ots=baraQjzoz_&sig=mJLLwY77ZSzYu06WkD-fwkYN46U
6. World Water Assessment Programme, 2012
7. Alharbi, Khadiga, et al. Impact of Plantago ovata Forsk leaf extract on morpho-physio-biochemical attributes, ions uptake and drought resistance of wheat (Triticum aestivum L.) seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 2022, 13: 999170. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.999170/full
8. Ahmad, Noman, et al. Impact of changing abiotic environment on photosynthetic adaptation in plants. In: *New Frontiers in Plant-Environment Interactions: Innovative Technologies and Developments*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 385-423. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-43729-8_14
9. Arenas-Salazar, Ana Patricia, et al. Intercropping Systems to Modify Bioactive Compounds and Nutrient Profiles in Plants: Do We Have Enough Information to Take This as a Strategy to Improve Food Quality? A Review. *Plants*, 2024, 13.2: 194.https://www.mdpi.com/2223-7747/13/2/194
10. Martin, Ruth C.; Kronmiller, Brent A.; Dombrowski, James E. Transcriptome analysis of lolium temulentum exposed to a combination of drought and heat stress. *Plants*, 2021, 10.11: 2247.https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2247
11. Bhinda, Mahender Singh, et al. Omics for Abiotic Stress Tolerance in Foxtail Millet. In: *Omics of Climate Resilient Small Millets*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 27-52.https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-3907-5_2
12. Bury, Marek, et al. Physiological status and biomass yield of Sida hermaphrodita (L.) Rusby cultivated on two distinct marginal lands in Southern and Northern Poland. *Industrial Crops and Products*, 2021, 167: 113502. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669021002661
13. Rakhmetov D.B., Vergun O.M., Kovtun-Vodyanitska S.M. et al. Introduction of new useful plants in Ukraine: a monograph. Kyiv: Lira-K Publishing House, 2020. 338 c.
14. Guo Z., Gao Y., Cao X., Jiang W., Liu X., Liu Q., Chen Z., Zhou W., Cui J., Wang Q. Phytoremediation of Cd and Pb Interactive Polluted Soil by Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *International Journal of Phytoremediation*. 2019. Vol. 21. I.14. https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1644285
15. Hou X., Teng W., Hu Y., Yang Z., Li C., Scullion J., Guo Q., Zheng R. Potential Phytoremediation of Soil Cadmium and Zinc by Diverse Ornamental and Energy Grasses. *Bio Resources*.2020. Vol. 15.
16. Ahad, Arzoo, et al. Molecular and genetic perspectives of cold tolerance in wheat. *Molecular biology reports*, 2023, 50.8: 6997-7015.https://link.springer.com/article/10.1007/s11033-023-08584-1
17. Rakhmetov D.B, Kovtun-Vodyanitska S.M., Korablyova O.A. et al. Collection Fund of Energy, Aromatic and Other Useful Plants of the M.M. Gryshko National Library of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv: Palyvoda V.D., 2020. 208 c.
18. Rakhmetov D.B. Theoretical and applied aspects of plant introduction in Ukraine: monograph. Kyiv: Agrarian Media Group, 2011. 398 c.

19. Rakhmetov D.B. (2018) Non-traditional plant species for bioenergetics. Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, 103 pp. https://doi.org/10.15414/2018.fe-9788055218557.

UDC: 575.22:633.111 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.29

PRIMARY DIAGNOSTICS OF DROUGHT RESISTANCE OF WHEAT GENOTYPES UNDER OSMOTIC STRESS

Platovschii Nicolai*, *https://orcid.org/0000-0001-6747-8226,*
Zdioruk Nina, *https://orcid.org/0009-0000-8879-3954*
Calugaru-Spataru Tatiana, *https://orcid.org/0000-0002-9671-6948*
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
**e-mail:* nicolai.platovschii@sti.usm.md

Summary: The primary drought resistance of wheat plants of Moldavian and Ukrainian selection to induced drought caused by different sucrose solutions (3, 5, 10, and 16%) was studied. Testing of six wheat genotypes from Moldova and Ukraine revealed a distinct distribution of seed germination rates at sucrose concentrations above 16%. Genotypes showed a sharp response in root development to 3% and 5% sucrose compared to aboveground parts. These reactions of the root system can allow the classification of genotypes according to drought tolerance. This method provides an effective tool for the early selection of drought-resistant genotypes, supporting sustainable wheat cultivation under water stress conditions.

Keywords: *Triticum aestivum* L., drought resistance, osmotic stress.

Introduction

In light of global climate change, characterized by an increase in the average annual temperature, the typical weather patterns are transforming, resulting in more frequent and prolonged dry spells [4]. Approximately 40% of the global land surface is significantly affected by this phenomenon [19]. Consequently, the absence of moisture during the plant's developmental phase compels it to adapt to its surroundings to survive. Depending on the severity of the stress, growth processes slow down, respiration and photosynthesis rates fluctuate, and enzymatic activity diminishes [16]. Dehydration of cells can lead to a reduction in the production of certain substances, increase plasma membrane permeability, alter hormonal levels, and impact nitrogen and phosphorus metabolism. The selection of genotypes with a high level of viability under conditions of soil moisture deficit and the capacity for water absorption under high osmotic stress is critical for stable grain production and breeding in general. Scientific literature indicates [12] that extreme factors, such as hyperthermia, significantly inhibit the juvenile period and growth processes of winter wheat plants. Water scarcity arises when the rate of transpiration exceeds the rate of water uptake [17], which is often observed during periods of drought, salinity [4], and low temperatures [6], causing dehydration in plants even when there is sufficient moisture in the soil. Under the influence of drought, high osmotic pressure in the soil's aqueous solution occurs, making it difficult for the plant's root system to absorb water from the soil as a result, there is a water deficit, and the concentration of ions in the plant's cytoplasm increases [5]. This phenomenon can result in disruptions to the structure and functionality of biomolecules, as well as the integrity of the lipid bilayer in cell membranes. Moreover, plasmolysis may occur in cells due to a shortage of water. At the plant level, there is a disruption in water exchange between the soil, roots, and shoots, leading to inhibited growth indicators for the plant organism [15]. The survival of plants in such conditions depends on protective mechanisms evolved through time and encoded in DNA [1].

Wheat plants are exposed to adverse temperatures throughout their life cycle, from seedling to harvest maturity. Exposure to adverse environmental factors, such as high temperatures and long periods without precipitation, often accompanies the germination of winter wheat seeds [9]. For successful germination, the initial moisture content of the seeds should be at least 10% by weight,

and the water supply should be 70-100% of the seed weight [14, 10]. In this context, it is crucial to investigate the initial drought resistance of winter wheat genotypes at the stages of seed germination and seedling development. The early germination of seeds with varying osmotic potentials allows for the selection and isolation of genotypes that exhibit varying levels of resistance, which can be utilized for both breeding purposes and agricultural production. This approach helps to mitigate the risk of low crop yields. When conducting laboratory tests to evaluate the resistance of winter wheat plants to environmental stressors, it is essential to follow strict protocols to ensure accurate and reliable results. Firstly, the seeds used should be healthy, from the same year of harvest, from the same geographic region, with high germination rates, and with high germination energy. The degree of negative impact on plants is largely contingent upon the environmental conditions, such as temperature, which accompany it. Therefore, it is essential to maintain specific environmental conditions during the testing process to achieve accurate results [11, 2]. The objective of our research was to devise a novel method for laboratory diagnosis of drought tolerance in winter wheat samples and to identify genotypes with high and low indices of primary resistance to osmotic stress.

Materials and methods

The study was conducted on six genotypes of winter wheat (*Triticum aestivum* L.), selected from experimental fields in Moldova and Ukraine, under the auspices of the Institute of Genetics, Physiology, and Plant Protection at the State University of Moldova. To assess the drought tolerance of these wheat plants under controlled laboratory conditions, the seeds were subjected to a process of sieving using a Fadeev sieve with a mesh size №2, which allowed for the selection of pure and uniform seed material. The selected seed samples were then cultivated on a nutrient medium comprising water (control group) and sucrose solutions at concentrations of 3%, 5%, 10%, and 16%, corresponding to osmotic potential values of 2.4, 4.0, 8.2, and 13.5 atmospheres, respectively (experimental groups).

The seeds of the studied genotypes were germinated in a thermostat at a temperature of 20°C in Petri dishes (5 cups in total containing 20 seeds for each variant) at the bottom of which was filter paper moistened with water (control) and various concentrations of sucrose solution (experiment). The percentage of seed germination was determined over time on days 3, 5 and 10 of germination.

The growth parameters of wheat seedlings were determined on the 3rd 5th and 10th days of germination in a sucrose solution with different osmotic potential and a day/night lighting regime for 16/8 hours. Each experiment was repeated five times on at least 100 plants. The results were statistically processed in Microsoft EXCEL 2016 and Statistica 10 [13].

Results and discussions

It has been well documented [8, 17, 7] in the literature that the assessment of preliminary drought tolerance in wheat plants relies on their capacity to germinate in environments with high osmotic potential. However, it is important to note that seed germination in such conditions may not always accurately reflect the true picture, it is heavily influenced by the climatic circumstances under which the plant grows, as well as the quality of the seed. In the context of rapidly changing climate trends characterized by increasing temperatures and shorter periods of precipitation accumulation in soil, the urgent need for timely identification of different wheat genotypes based on their drought tolerance becomes paramount. The analysis of seed germination under varying osmotic potentials revealed that the wheat varieties under investigation exhibited three distinct groups of drought resistance when exposed to high sucrose concentrations. The first group consisted of drought-tolerant genotypes with low germination rates, such as Moldova16 and Bijuteria. The group of cultivars showing moderate resistance to drought included Meleag and Pisanca, while the group exhibiting high drought tolerance included Lăutar and Moldova 614 (Fig. 1).

Analysis of the data shown in Figure 1 shows that at lower concentrations of sucrose solutions (3 and 5%) seed germination was almost the same as the control variant (Water). Consequently, these concentrations have virtually no negative effects on seeds. It should be noted that the osmotic potential of dry seeds is one level higher than the osmotic potentials of these solutions, which may lead to an incorrect assessment of the drought resistance of varieties since the seedling only initially uses the nutritional components of the seed and then switches to self-maintenance. Another important component in assessing the drought resistance using this method is the climatic conditions that determine the fullness of the seed. Poor filling of seeds with reserve substances reduces the osmotic potential of seeds, thereby reducing their germination rate. When comparing different genotypes from different cultivation zones, can lead to a misleading conclusion.

In this connection, there is a question about the ability of wheat germ to develop evenly under the influence of osmotic stress for a longer time. For a more accurate assessment of the drought resistance of various wheat genotypes after reaching the third day of germination the seedlings were transferred to cultivation chambers consisting of a solution with an osmotic potential of 2.4; 4.0 atm with constant aeration and 400-600 FAR lighting with a day/night mode of 16/8 hours. Under these conditions, it was possible to obtain normally developed plants that recorded the growth of both the aboveground part of the seedling (the primary leaf) and the underground part of the seedling (the main root).

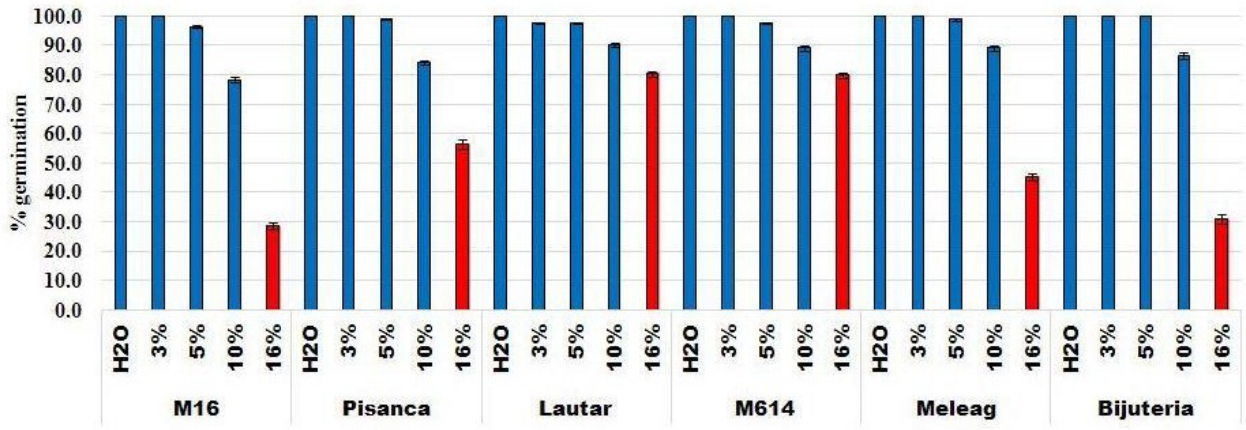


Figure 1. The percentage of germination of seeds of different wheat genotypes in sucrose solutions with different osmotic potential on the 10th day of vegetation

An analysis of the assessment of the length of the central root showed that under the influence of osmotic stress the central root is more inhibited than the primary leaf of seedlings. The data presented in Figure 2 demonstrate that different wheat genotypes respond differently to induced drought caused by sucrose solution and are more dependent on the specifics of the variety.

As the level of induced drought increases the distribution between wheat genotypes becomes more pronounced which can later be used to describe different varieties and identify their cultivation zones. As shown in Figure 2 the studied wheat genotypes can be roughly divided into three groups of resistance to induced drought. The first group includes varieties with a pronounced response to induced drought caused by osmotic stress (Moldova16 and Pisanca varieties); the second group includes genotypes with tolerant properties to the effects of induced drought (Meleag and Bijuteria) and the third group includes wheat genotypes with a selective attitude to the effects of induced drought which can change their growth rates as stress intensifies (Lăutar and Moldova 614 varieties). Due to the clear separation of different genotypes to the effect of induced drought caused by the osmotic properties of sucrose solutions, it is possible not only to initially distribute wheat

genotypes according to resistance but also to use these parameters (central root length) as a breeding feature when developing new genotypes.

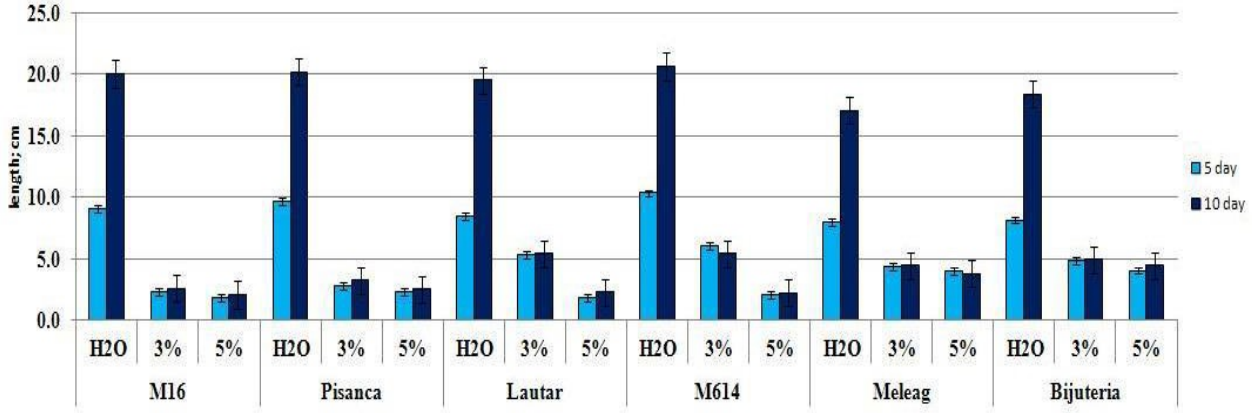
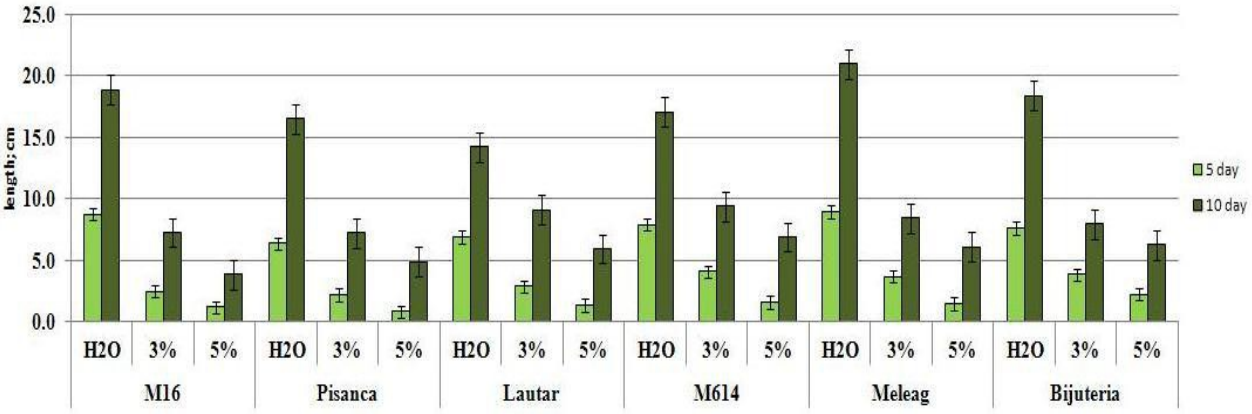


Figure 2. Average length of the central root of plants of different wheat genotypes grown on water (control) and sucrose solutions with different osmotic potential (experiment) on 5 and 10 days of germination

It was found that under the influence of osmotic stress from 2.4 to 4.0 atm. the increase in the length of the central root decreases on average from control (growth on water) by 75 – 85% while significant differences in the length of roots grown on water are not observed in different varieties. It is especially worth noting that the increase in the root system in the dynamics of vegetation in variants grown on sucrose solutions with different osmotic pressure does not change and is almost the same while variants grown on water have an average increase between 5 and 10 days of vegetation of about 50 – 60% in all studied genotypes.

Stopping the development of the root system under the influence of induced drought caused by sucrose solutions with different osmotic pressures indicates that wheat seedlings may experience significant difficulties in absorbing moisture into the plant body which in turn can lead to inhibition of the growth of the aerial part of the plant (primary leaf) as well as to a decrease in photosynthetic activity due to impaired activity of photosystem 2 and the fixation of CO_2 by a protein complex RuBisCo. The data presented in Figure 3 demonstrate that the growth parameters of the aerial part of the plant (primary leaf) are more of a varietal trait and do not have such a clear separation of genotypes as the assessment of central root growth.



Fiure 3. Average length of the above-ground part of plants of different wheat genotypes grown on water (control) and sucrose solutions with different osmotic potential

It is also worth noting that the increase in the above-ground part of the seedling in the dynamics of time between days 5 and 10 of vegetation in the control variants (grown on water) averaged from 60 to 75% which characterizes the ratio between the growth of the above-ground and underground part of the plant as 1:1 under the action of drought-induced osmotic sucrose solution 2.4 atm the ratio of the above-ground part to the underground part is 4:0.3 and under the action of osmotic stress 4.0 atm the ratio is 3:0.3 respectively. Thus it can be concluded that with an increase in osmotic stress from 2.4 atm to 4.0 atm a decrease in the increase in the aboveground part of wheat plants between the experimental variants has a ratio of 2:1 while there are no significant changes in the increase in root length (Fig. 2). Consequently, growing wheat seedlings in solutions with an osmotic pressure of 2.4 to 4.0 atm significantly inhibits the growth of the root system and to a lesser extent the growth of the aboveground part of plants which can be fatal under natural conditions due to the large area of transpiration (loss of moisture by the plant) and the extremely low collection area of available moisture (the development of the root system).

Conclusions

The assessment of wheat seed germination percentages under varying osmotic potentials offers limited insights into drought tolerance, as it is heavily influenced by extrinsic factors such as environmental conditions and intrinsic factors like seed quality. The method we propose, which centers on analyzing the primary root growth under controlled osmotic stress conditions, provides a more precise categorization of genotypes in terms of drought tolerance. This method holds significant potential for application in breeding programs aimed at enhancing drought resistance.

Our findings indicate that osmotic stress exerts a more profound influence on the development of the root system compared to the aerial parts of the plant. This differential impact underscores the importance of root system vigor for plant survival under natural drought conditions. Therefore, evaluating the dynamics of primary root growth across varying osmotic stress levels emerges as a critical criterion for the early selection of drought-resistant genotypes.

Incorporating selection strategies based on these observations is anticipated to contribute significantly to the development of wheat varieties with enhanced productivity and stability in environments subject to water stress.

Acknowledgments. Research was carried out within the Subprogram 011101 funded by the Ministry of Education and Research of RM.

Reference

1. Alekseichuk, H.N. Seed vigor of cereal crops and its evaluation with accelerated aging method. Minsk: *Pravo i Economica*, 2009: 44p. ISBN 978-985-442-647-1. (*In Russian*)
2. Candido-Sobrinho, S., Lima, V., Freire, F., De Souza, L., Gago, J., Fernie, Ar., Daloso, Dm. Metabolism-mediated mechanisms underpin the differential stomatal speediness regulation among ferns and angiosperms. In: *Plant Cell Environ*. 2022, 45(2), pp. 296–311. DOI: 10.1111/pce.14232
3. Nagarathna, Tk, Shadakshari, Yg, Ramakrishna Parama, Vr, Jagadish, Ks, Puttarangaswamy, Kt. Examination of root characters, isotope discrimination, physiological and morphological traits and their relationship used to identify the drought tolerant sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. In: *Helia.* 2012, 56, pp. 1–8. DOI: 10.2298/HEL1256001N
4. Falkenberg, N. R., Piccinni, G., Cothren, J. T., Leskovar, D. I., Rush, C. M. Remote sensing of biotic and abiotic stress for irrigation management of cotton. In: *Agricultural Water Management*. 2007, 87(1), pp. 23–31. DOI: 10.1016/j.agwat.2006.05.021
5. Hryvusevich, P.V., Samokhina, V.V., Demidchik, V.V. Stress-induced electrolyte leakage from root cells of higher plants: background, mechanism and physiological role. In: *Experimental Biology and Biotechnology*. 2022; 2, pp. 4–18. DOI: 10.33581/2957-5060-2022-2-4-18

6. Li, Z.W, Chen, Y.L., Luo, J.J., Shi, Y.T., Feng, K.Y., Chen, Z.X. Screening and evaluation for drought resistance of cotton varieties. In: *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2017, 35, pp. 240–247. DOI: 10.1016/S2095-3119(19)62696-1
7. Mcausland, L., Vialet-Chabrand, S., Davey, P., Baker, Nr., Brendel, O., Lawson, T. Effects of the kinetics of light-induced stomatal responses on photosynthesis and water-use efficiency. In: *New Phytol*. 2016, 211(4), pp. 1209–1220. DOI: 10.1111/nph.14000
8. Khajeddin, Sj, Matinkhah, Sh, Jafari, Z. A drought resistance index to select drought-resistant plant species based on leaf water potential measurements. In: *Journal of Arid Land.* 2019, 11(4), pp. 623–635. DOI: 10.1007/s40333-019-0024-7
9. Tekrony, D.M. Seed Vigour Testing. In: *Journal of seed technology.* 1995, 8, pp. 55-60. ISSN: 1096-0724
10. Woodstock, L.W., Feeley, J. Early seedling growth and initial respiration rate as potential indicators of seed vigor in corn. In: *Proc. Ass. Off. Seed. Anal*. 1965, 55, pp. 131-139. http://www.jstor.org/stable/23432019
11. Xia, L., Jing, L., Shaobo, W., Yuan, G., Hongcui, P., Rudan, G., Zefu, L., Peng, W. And Wenbin, Z. Maize GOLDEN2-LIKE proteins enhance drought tolerance in rice by promoting stomatal closure. In: *Plant physiology*, 2024, 194(2), pp.774-786. DOI: 10.1093/plphys/kiad561
12. ZOU, J., HU, W., LI, Y., HE, J., ZHU, H., ZHOU, Z. Screening of drought resistance indices and evaluation of drought resistance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). In: *Journal of Integrative Agriculture.* 2020, 19(2), pp. 495-508. ISSN 2095-3119. DOI: 10.1016/S2095-3119(19)626961
13. Dospekhov, B. A. Methods of field experiment. Moscow: Agropromizdat, 1985, 352 p. (*In Russian*)
14. Ionova, E.V. Mechanisms of adaptation of grain sorghum plants and biological justification for the use of ultra-high frequency electromagnetic field (UHF EMF) Rostov-on-Don: Rostizdat, 2009, 192 p. (*In Russian*)
15. Kazarina, A. V., Atakova, E. A., Kincharova, M. N. Evaluation of promising soybean samples by physiological and biochemical characteristics of drought resistance. In: *Agrarian Scientific Journal*. 2021, 12, pp. 18–22. DOI: 10.28983/asj.y2021i12pp18-22 (*In Russian*)
16. Pshibytkob, N.L., Kalituhob, L.N., Kabashnikovab, L.F. Effect of high temperature and water deficit on the state of photosystem II in *Hordeum vulgare* leaves of different ages. In: *J. Plant Physiology.* 2003, 50(1), pp.51-58. ISSN 0015-3303.m (*In Russian*)
17. Semenovab, E.V., Kosarevab, I.A. Diagnostics of drought resistance of pea samples (*Pisum sativum* L.) from the VIR collection. In: *Biotechnology and Plant Breeding.* 2021, 4(2), pp. 5-14. DOI: 10.30901/2658-6266-2021-2-o1 (*In Russian*)
18. Sedlovsky, A.I., Tyupina, L.N., Kokhmetova, A.M., Baimagambetova, K.K., Abugaliev, S.G., Babkenov, A.T., Babkenova, S.A., Tsygankov, V.I., Tezhenova, A.I. Creation of drought-resistant spring soft wheat samples. In: *Bulletin of KazNU.* Biological series. 2014, 1/2 (60). pp.116-119. ISSN 1563-0218 (*In Russian*)
19. Shakhov, A. A. Photoenergetics of plants and harvest. Moscow: Nauka, 1993. 411 p. ISBN 5-02-004182-2

UDC: 575.22:582.683.2(477-25) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.30

PHYSIOLOGICAL STATE OF *Brassica carinata* PLANTS DEPENDING ON THE GENOTYPE CHARACTERISTICS AND PHASE OF PLANT DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF KYIV

Rakhmetov Dzhamal[1], *https://orcid.org/0000-0001-7260-3263*,
Bondarchuk Oleksandr[1], *https://orcid.org/0000-0001-6367-9063*
Rakhmetova Svitlana[1], *https://orcid.org/0000-0002-0357-2106*
Blume Yaroslav[2], *https://orcid.org/0000-0001-7078-7548*
Blume Rostyslav[2], *https://orcid.org/0000-0003-4936-1803*
Kutsokon Nataliya[3], *https://orcid.org/0000-0002-2339-0633*
Rashydov Namik[3], *https://orcid.org/0000-0001-5387-4877*
*e-mail: bondbiolog@gmail.com
[1]*M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*
[2]*Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*
[3]*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Summary. The results of non-destructive assessment of the physiological state of 17 samples of *Brassica carinata* plants are highlighted. As a result of studies of the content of chlorophyll, flavanols and the nitrogen-flavanol index using a multi-pigment meter MPM-100 (ADC BioScientific Ltd, UK) during the growing season (in particular, during the phase of budding, flowering, fruiting and seed maturation), important results were obtained that allowed us to identify the dependence physiological processes from genotypic features and determine groups of plant resistance to environmental conditions.

Keywords: *Brassica carinata* A. Braun, genotype, resistance, physiological state.

Introduction

In today's conditions, both on a regional and global scale, an important scientific question is the search for mechanisms of resistance of living organisms to biotic and abiotic factors of the environment. Plants, which are one of the most important components in ensuring the vital activity of biological systems on Earth, require significant attention and interaction of a wide range of specialists (botanists, physiologists, geneticists, ecologists, biochemists, biotechnologists, breeders), which will contribute to the effective preservation and enrichment of phytodiversity.

The Brassicaceae family is one of the most widespread groups of plants, representatives of which have been cultivated for a long time and still have important economic and economic importance [10, 16]. Among the variety of well-known and widely used crops of this family, *Brassica carinata* A. Braun deserves special attention as a highly productive oil-rich, valuable food, medicinal, fodder, meat, etc. crop [4, 7, 8, 13-15]. Considering its origin (mountainous regions of Africa) and distribution (outside of Africa, in Asia, Southern Europe, Australia, North America, Canada), this culture presents great prospects for realizing its genetic and biological potential in terms of resistance to abiotic and biotic stress factors and providing high productivity [12, 17]. *Brassica carinata* today is mainly cultivated and processed in the USA to meet the needs of its own domestic market [6].

The effectiveness of the introduction of new introducers into a wide culture depends on the creation of competitive varieties with a high level of productivity, manufacturability, product quality, adaptability, based on the correct selection of source material, the basis of which should be genetic resources.

Brassica carinata A. Braun – Ethiopian mustard is a new oil plant for Ukraine, which is undergoing complex introduction, selection-genetic and physiological-biochemical research on the basis of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (together with the Institute of Food Biotechnology and Genomics of the National Academy of Sciences of Ukraine) [3]. A collection of *Brassica carinata* genotypes of various origins was created, which includes 17 taxa.

Brassica carinata in the conditions of Ukraine has shown great yield potential and stability and can be a promising oil crop with the use of appropriate molecular genetic and biotechnological methods to create valuable genotypes and varieties with specified quantitative and qualitative oil characteristics.

Taking into account the high adaptive and productive potential of *Brassica carinata* plants and taking into account the needs of the domestic energy and food market, there is a need to involve a wide range of genotypes of these plants in comprehensive introduction studies in the conditions of Ukraine for introduction into industrial culture and expansion of the domestic raw material base of oil plants.

Materials and methods

Research in the open ground was carried out at the experimental sites of cultural flora department of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. The territory of the introduction sites is represented by gray forest-soled soils. The depth of the plow layer is 20–22 cm. The content of humus in the soil is 3.26%, pH is 6.7, nitrogen content is 98 mg/kg, phosphorus is 373 mg/kg, potassium is 66 mg/kg of soil.

17 samples of *Brassica carinata* plants were involved in the study, which during the growing season (in particular, in the phase of budding, flowering and fruiting) underwent a non-destructive assessment of above-ground phytomass for the content of chlorophyll, flavanols and nitrogen-flavanol index NFI using a multi-pigment meter MPM-100 (ADC BioScientific Ltd, UK) on developed plant leaves. The leaves of the medial part of the adaxial surface of the plant were selected for measurement, and when the fluorescent detector was installed, the leaves with the area covering its working part were selected to obtain readings.

Statistical processing of the received data was carried out using the Microsoft Excel 2010 program (the "Data Analysis" package). Minimum, maximum, average values, standard deviation, coefficient of variation were used to express the obtained data.

Results and discussions

The analysis of physiologically active compounds of different genotypes of *Brassica carinata* plants revealed certain regularities in the dynamics of their accumulation during the growing season (Fig. 1). Oscillation in chlorophyll (ChlM) are mainly associated with the acquisition of genetic resistance of plants to exposure to ultraviolet radiation [5]. It was found that in almost all the studied samples, the level of chlorophyll in the leaves increases from budding to flowering and decreases to the fruiting phase. The high content of chlorophyll indicates the optimized operation of photosystem II, which in turn should have a positive effect on the productive performance of plants. With the help of statistical data processing, groups of plants were selected regarding the resistance of the photosynthetic apparatus to environmental conditions: highly resistant – BC NPF-1, BC NPF-2, BC NPF-4, BC NPF-6, BC NPF-7, BC SCF-9, BC SCF-10, BC SCF-11, BC SCF-12; resistant – BC NPF-3, BC NPF-5, BC NPF-8, BC SCF-13, BC SCF-14, BC SCF-15, BC SCF-16; BC SCF-17.

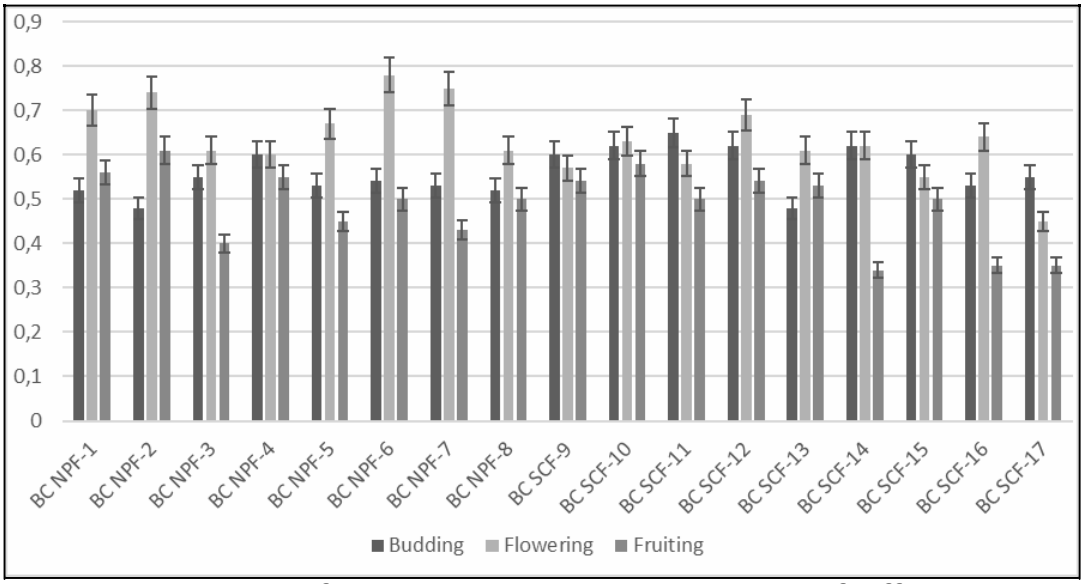


Figure 1. Dynamics of chlorophyll accumulation in leaves of different genotypes of *Brassica carinata* plants depending on the developmental phase (n = 10)

It is known that with an increase in the level of chlorophyll, there is a decrease in the level of another component of the optimized work of photosystem II – flavonol [1, 9, 11]. In our study, we generally observed a decrease in the level of flavonol in the leaves of plants of all genotypes depending on the developmental phase (Fig. 2).

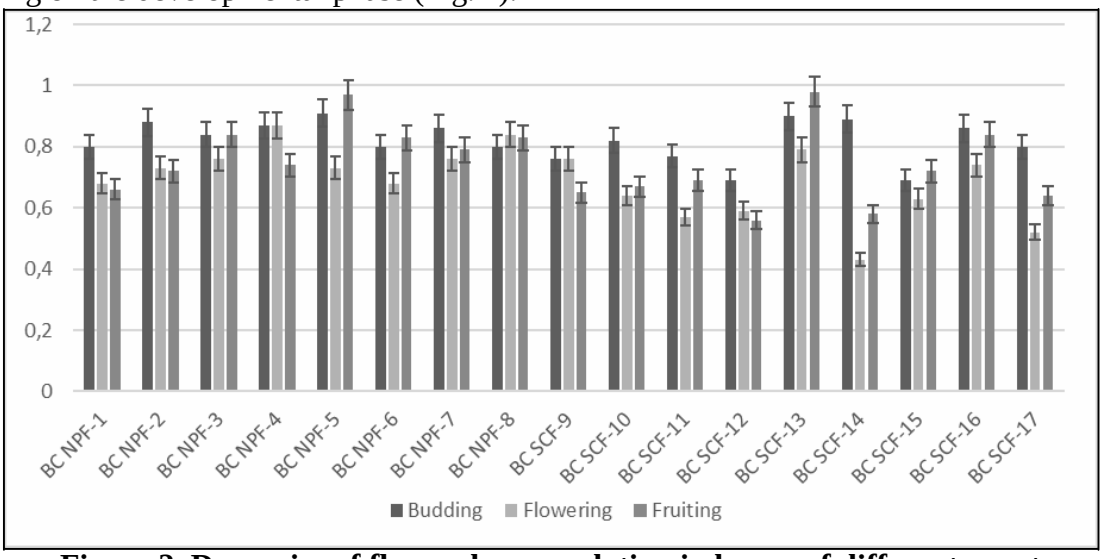


Figure 2. Dynamics of flavonol accumulation in leaves of different genotypes of *Brassica carinata* plants depending on the developmental phase (n = 10)

But it is worth noting that the content of flavonols in the leaves of the studied mustard genotypes did not always decrease in direct proportion with the increase in chlorophyll and vice versa. Statistical data processing made it possible to isolate genotypes with the most optimal operation of photosystem II – BC NPF-1, BC NPF-6, BC SCF-9, BC SCF-10, BC SCF-11, BC SCF-12.

According to Aliet al., another important indicator of the optimal operation of photosystem II is the nitrogen-flavanol index (NFI), because its relatively high level in the leaves during the growing season ensures the balance of physiological processes, which in turn prevents the abortive nature of plant flowers, the formation of full-fledged fruit and seeds [2]. In our study, the nitrogen-flavanol index varied depending on the genotype and developmental phase (Fig. 3).

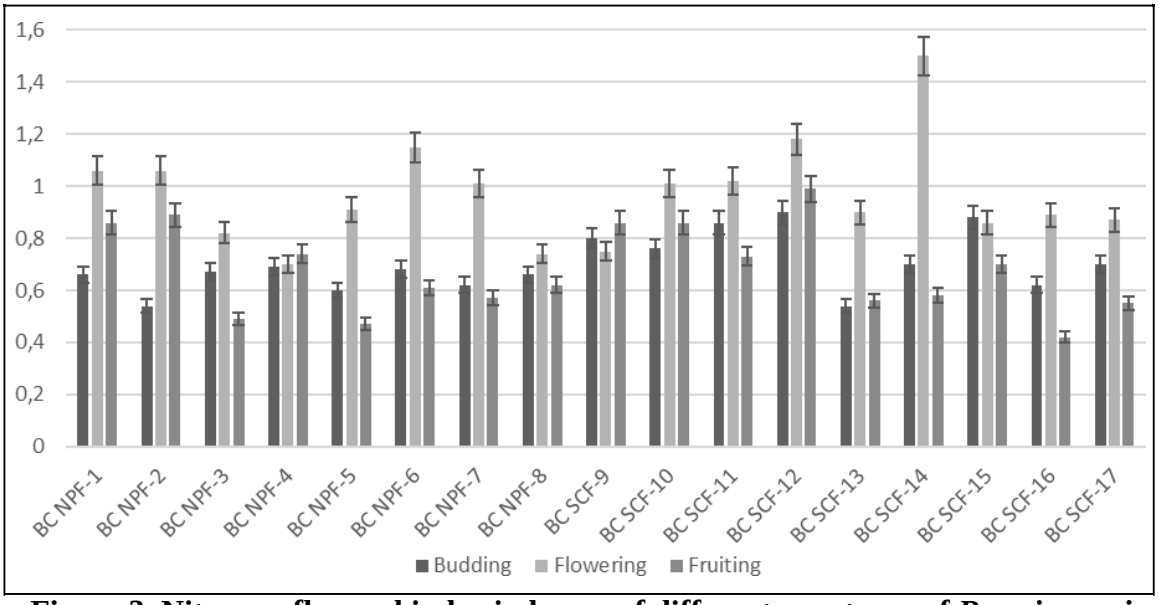


Figure 3. Nitrogen-flavanol index in leaves of different genotypes of *Brassica carinata* plants depending on the developmental phase (n = 10)

As a result of statistical processing, two groups of plant resistance were identified: highly resistant – BC NPF-1, BC NPF-2, BC NPF-4, BC NPF-6, BC NPF-7, BC SCF-9, BC SCF-10, BC SCF-11, BC SCF-12; resistant – BC NPF-3, BC NPF-5, BC NPF-8, BC SCF-13, BC SCF-14, BC SCF-15, BC SCF-16; BC SCF-17.

The obtained results make it possible to assess the physiological state of plants depending on genotypic features and the period of their development and to determine the most resistant samples.

Conclusions

Therefore, a non-destructive evaluation of the leaves of 17 genotypes of *Brassica carinata* plants was carried out in order to assess their physiological state depending on the phase of plant development and genotypic characteristics.

Screening of chlorophyll, flavanols and nitrogen-flavanol index made it possible to find out the work of photosystem II of the studied genotypes and to divide them into two resistance groups – highly resistant and resistant. Among the 9 highly resistant samples, it is worth highlighting BC SCF-12, which according to all indicators during the development period showed the best state of physiological processes and the highest content of physiologically active compounds. Regarding the rest of the samples, it should be pointed out the imbalance of substances is a temporary phenomenon, since after further breeding and genetic studies, the fixation of the physiological mechanisms of resistance at the genetic level will be achieved. This will make it possible to select plant genotypes with increased resistance to biotic and abiotic factors, which will contribute to the improvement of the process of acclimatization and selection and the selection of highly adaptive and productive genotypes for introduction into culture and diverse use.

References

1. Ali, A., Franzoni, G., Petrini, A. et al. 2023. Investigating physiological responses of Wild Rocket subjected to artificial Ultraviolet B irradiation. In: *Scientia Horticulturae*, vol. 322, 112415. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112415
2. Ali, A., Santoro, P., Mori, J., Ferrante A., & Cocetta, G. 2023. Effect of UV-B elicitation on spearmint's (*Mentha spicata* L.) morpho-physiological traits and secondary metabolites production. In: *Plant Growth Regul*. https://doi.org/10.1007/s10725-023-01028-7

3. Blume, R.Y., Rakhmetov D.B., Rakhmetova, S.O. et al. 2023. Introduction and performance of emerging biofuel crop *Brassica carinata* in Ukraine. 31 st European Biomass Conference and Exhibition Proceedings. *EUBCE*, 105–109. http://programme.eubce.com/abstract.php?idabs=20302&idses=1470&idtopic=2
4. Hagos Abraha, R., Shaibu, A. S., Liang, J. et al. 2024. Characterization and evaluation of the morphological attributes of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun) landraces. In: *Euphytica*, vol. 220 (3), p. 30. https://doi.org/10.1007/s10681-023-03284-0
5. Jovanić, B.R., Radenković, B., Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., Barać, D. 2022. Effect of UV-B radiation on chlorophyll fluorescence, photosynthetic activity and relative chlorophyll content of five different corn hybrids. In: *J Photochem Photobiology*, vol. 10, 100115. https://doi.org/10.1016/j.jpap.2022.100115
6. Kumar, S., Seepaul, R., Mulvaney, M. J. et al. 2020. Brassica carinata genotypes demonstrate potential as a winter biofuel crop in South East United States. In: *Industrial Crops and Products*, vol. 150, 112353. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112353
7. Mohdaly, A.A.A., & Ramadan, M.F. 2022. Characteristics, composition and functional properties of seeds, seed cake and seed oil from different Brassica carinata genotypes. In *Food Bioscience*, vol. 48, 100752. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100752
8. Murugesan, K., Mulugeta, K., Hailu, E., Tamene, W., & Yadav, S.A. 2021. Insights for integrative medicinal potentials of Ethiopian Kale (*Brassica carinata*): Investigation of antibacterial, antioxidant potential and phytocompounds composition of its leaves. In: *Chinese Herbal Medicines*, vol. 13 (2), p. 250–254. https://doi.org/10.1016/j.chmed.2020.09.003
9. Negussu, M., Karalija, E., Vergata, C. et al. 2023. Drought tolerance mechanisms in chickpea (*Cicer arietinum* L.) investigated by physiological and transcriptomic analysis. In: *Environmental and Experimental Botany*, vol. 215, 105488. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105488
10. Raza, A., Hafeez, M. B., Zahra, N. et al. 2020. The Plant Family Brassicaceae: Introduction, Biology, And Importance. In: Hasanuzzaman, M. (eds) The Plant Family Brassicaceae. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6345-4_1
11. Rea R. S., Islam M. R., Rahman M. M., Nath B., Mix K. 2022. Growth, nutrient accumulation, and drought tolerance in crop plants with silicon application: A review. In: *Sustainability*, vol. 14 (8), 4525. https://doi.org/10.3390/su14084525
12. Roslinsky V., Falk K., Gaebelein R., Mason A., Eynck C. 2021 Development of B. carinata with super-high erucic acid content through interspecific hybridization. In: *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 134, p. 3167–3181. https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-021-03883-2
13. Sajwan, R., Khan, M. S., Rawat, L., & Joshi, M. 2023. Studies on flower morphological characters of different oilseed Brassica species and their effect on the abundance of bee species. In: *Pantnagar Journal of Research*, vol. 21 (1), p. 39–43.
14. Seepaul, R., Kumar, S., Iboyi, J. E. et al. 2021. *Brassica carinata*: Biology and agronomy as a biofuel crop. In: *Gcb Bioenergy*, vol. 13 (4), p. 582–599. https://doi.org/10.1111/gcbb.12804
15. Tiwari, R., Reinhardt Piskáčková, T. A., Devkota, P. et al. 2021. Growing winter Brassica carinata as part of a diversified crop rotation for integrated weed management. In: *GCB Bioenergy*, vol. 13 (3), p. 425–435. https://doi.org/10.1111/gcbb.12799
16. Vergun, O., Rakhmetov, D., Fishchenko, V. et al. 2017. The lipid content in the seeds of Brassicaceae Burnett family. In: *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, (1), p. 493–497. http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.493-497
17. Yim et al. 2022. The final piece of the Triangle of U: Evolution of the tetraploid *Brassica carinata* genome. In: *The Plant Cell*, vol. 34, Issue 11, p. 4143–4172. https://doi.org/10.1093/plcell/koac249

UDC: 632.3:635.64 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.31

FUNCȚIONALITATEA GAMETOFITULUI MASCUL LA DESCENDENȚII PLANTELOR DE TOMATE REINFECTATE CU VIRUSURI

Saltanovici Tatiana, *https://orcid.org/0000-0002-1122-7433*
Andronic Larisa, *https://orcid.org/0000-0002-2761-9917*
Antoci Ludmila, *https://orcid.org/0009-00006-4855-6544*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: tatiana.saltanovici@sti.usm.md*

THE FUNCTIONALITY OF THE MALE GAMETOPHYTE IN THE OFFSPRING OF VIRUS-REINFECTED TOMATO PLANTS

Summary. The article discusses the functionality of the male gametophyte in tomato offspring obtained from plants reinfected with Tobacco Mosaic Virus and Tomato Aspermy Virus. It was established that the plants from experimental variants showed specific responses associated with the change of the male gametophyte activity, that allows to the identification of resistant genotypes based on the established variability. According to the results of the ANOVA test, the variability of the pollen viability was primarily influenced by the genotype, which is important for the elucidation of the genetic basis of the reinfected genotypes and their descendants, as well as for breeding works. Genotypes that showed a high level of functionality of the male gametophyte under optimal and stressful conditions were highlighted, which allows their use in further research.

Keywords: tomato, pollen grain, virus, source of variation, variability, resistance.

Introducere

Este cunoscut faptul, că acțiunea organismelor fitopatogene, ce provoacă îmbolnăvirea plantelor, contribuie la pierderi economice semnificative. Sunt cunoscute numeroase cazuri, când în rezultatul infecțiilor puternice la plante în unele ecosisteme s-a înregistrat un procent destul de mare de pierderi la culturi valoroase [1]. Bolile virale se numără printre cele mai dăunătoare grupe de infecții, ce provoacă pierderi anuale de recolte care depășesc 25%, fapt ce poate fi explicat prin lipsa unor măsuri eficiente de combatere a acestora în condiții de câmp, precum și a nivelului insuficient de rezistență a culturilor [2]. Pătrunderea și reproducerea virusurilor în celulele gazdelor susceptibile provoacă modificări ale metabolismului plantelor, perturbarea dezvoltării și funcționalității diferitelor țesuturi și organe. La plantele infectate acțiunea fitovirușurilor schimbă funcționalitatea celulelor, ceea ce contribuie la inducerea diverselor modificări genetice, care apar ca urmare a efectelor negative asupra sferei generative ale plantei-gazda. În pofida faptului că dezvoltarea bolii și reacțiile defensive au loc simultan, contribuția fiecăruia dintre aceste procese în modificările stabilite depinde în mod semnificativ de susceptibilitatea plantei la virus [3]. Astfel, acțiunea agenților patogeni prezintă unul dintre multiplele stresuri, ce influențiază semnificativ asupra plantelor. Se cunoaște, că în condiții naturale evoluția rezistenței plantelor la un fitopatogen (virus, bacterie sau ciupercă) este rezultatul interacțiunii constante între planta și respectivul agent patogen [4].

Influența constantă a stresului provoacă manifestarea caracterelor adaptative, ce sunt valoroase pentru un anumit mediu. S-a demonstrat, că în majoritatea cazurilor selecția genotipurilor adaptive necesită mult timp. Totodată, având în vedere că plantele au capacitatea de a se aclimatiza într-un timp mult mai scurt, modificarea homeostaziei poate fi folosită pentru adaptarea metabolismului la un mediu nou [5]. Conform datelor din literatură, homeostaza metabolică are un impact decisiv asupra menținerii viabilității și fertilității polenului în condiții stresogene [6]. S-a

demonstrat, că acțiunea factorilor biotici, precum și abiotici, asupra etapele generative contribuie la diminuarea productivității polenului, apariția unui șir de modificări morfologice ale grăuncioarelor de polen, generarea diferențelor majore în performanța gametofitului mascul [7-9]. Prin urmare, condițiile mediului de creștere ale genitorilor afectează numărul și calitatea descendenților. Cu toate acestea, doar în câteva studii au fost prezentate date privind modificarea viabilității polenului la generațiile segregante în baza selectării grăuncioarelor de polen cu fertilitate ridicată [10]. Pentru a depăși consecințele negative ale unor astfel de infecții, devin relevante cercetările privind răspunsul genotipurilor la acțiunea agenților patogeni virali, bazate pe utilizarea atât a metodelor clasice, cât și a celor netradiționale (expres), inclusiv a metodelor de selecție la nivel de gametofit mascul. În vederea îmbunătățirii calității gametofitului mascul și sporirii adaptivității sistemului de reproducere la acțiunea factorilor abiotici și biotici, un rol important îi revine gamei și tipului variației genetice, asociate cu viabilitatea polenului [11]. În acest context, prezintă interes studiul activității gametofitului mascul la descendenții plantelor reinfectate cu virusuri.

Luând în considerare faptul, că în literatura de specialitate informația privind particularitățile manifestării indicelor gametofitului mascul la descendenții, obținuți de la plantele supuse reinfectării cu virusuri este limitată, scopul cercetărilor realizate a constatat în studiul variabilității gametofitului mascul la descendenții plantelor de tomate reinfectate cu virusuri.

Materiale și metode

În calitate de material experimental au fost utilizați descendenții plantelor de tomate Mary Gratefully, Venеț, Flacăra, Rufina (variante martor, reinfectare VMT2, reinfectare VAT2); forma spontană: *Solanum pimpinellifolium* (variante martor, reinfectare VMT2, reinfectare VAT2), obținuți în condiții de reinfectare cu VMT- virusul mozaicul tutunului; VAT - virusul aspermiei tomatelor. Experienţele au fost realizate în condiții de laborator și solariu. Materialul biologic a fost cultivat în condiţii de solariu conform metodei standart. În scopul aprecierii calității polenului au fost colectate flori de la descendenții genotipurilor reinfectate și varianta martor. Determinarea viabilității gametofitului mascul s-a efectuat prin cultivarea grăuncioarelor de polen în termostat cu regim termic optim - 26 - 28^{o}C pe mediu nutritiv artificial, ce conține soluție apoasă de zaharoză – 15%, acid boric – 0,006%. În baza studiului microscopic au fost determinați următorii indici: viabilitatea polenului; lungimea tuburilor polenice (TP), cât și coraportul acestor indici la plantele martor și descendenții VMT2/VAT2. Analizele statistice și prezentarea datelor obținute au fost realizate cu ajutorul programelor Statgraphics v.5.0; Excel 2013. Pentru aprecierea ponderii genotipului, factorilor stresogeni şi interacţiunii acestora în sursa de variație a caracterelor analizate a fost aplicată analiza dispersională polifactorială (ANOVA).

Rezultate și discuții

Urmare a estimării genotipurilor analizate după variabiltatea gametofitului mascul a fost stabilit, că descendenții plantelor reinfectate VAT2 au atestat în medie reducerea viabilității polenului cu 12,2% față de martor, deși la descendenții VMT2 valorile acestui caracter nu au prezentat diferențe semnificative comparativ cu martorul. Rezultatele aprecierii dimensiunilor tuburilor polenice au permis să constatăm la descendenții VMT2/VAT2 depășirea cu 25,2 și 31,6% (respectiv) a valorilor acestui caracter comparativ cu plantele sănătoase (Fig.1).

Totodată a fost constatat, că descendenții VMT2/VAT2 la nivel haploid au manifestat reacții specifice, exprimate prin modificarea caracterelor studiate. Astfel, la soiurile Venеț și Mary Gratefully VMT2/VAT2 viabilitatea polenului s-a redus comparativ cu martorul, adică s-a observat inhibarea caracterului. La soiul Rufina și *S.pimpinellifolium* VMT2 s-a stabilit efectul opus, valorile viabilității polenului au depășit indicatorii martorului, deci a fost înregistrată influența stimulatoare. De menționat, că conform datelor anterioare, la plantele reinfectate cu virusuri gametofitul mascul de asemenea a reacționat diferențiat: în 50% din variantele analizate a fost stabilită diminuarea viabilității polenului cu 4,5...28,9% și reducerea dimensiunilor tuburilor polenice cu 12,3...34,4%;

în 30% din cazuri viabilitatea polenului și lungimea tuburilor s-au majorat cu 9,4...27,4% și 9,6...18,0% respectiv.

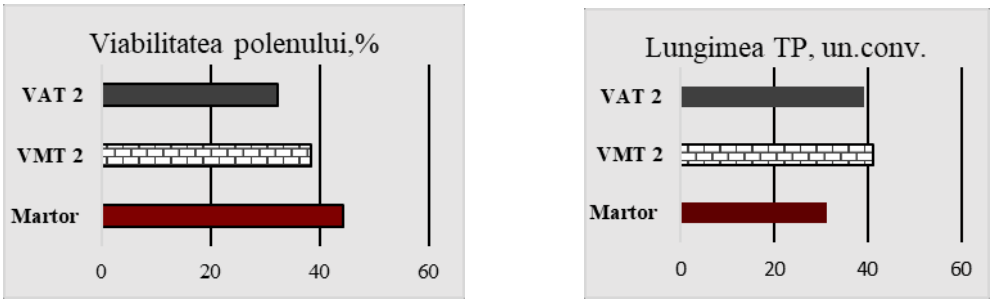


Figura 1. Variabilitatea indicelor gametofitului mascul la descendenții plantelor reinfectate VMT/VAT

În comparație cu descendenții plantelor primar infectate descendenții VMT2/VAT2 au atestat reducerea viabilității polenului mai mare cu 6,0…48,0%, cu excepția s.Flacăra VMT2 și *S.pimpinellifolium* VMT2/VAT2. Astfel, ca urmare a comparației răspunsurilor la infectarea sau reinfectarea plantelor în generația anterioară s-a constatat la descendenții VMT2/VAT2 o modificare mai pronunțată a indicilor analizați față de descendenții plantelor primar infectate (Fig.2).

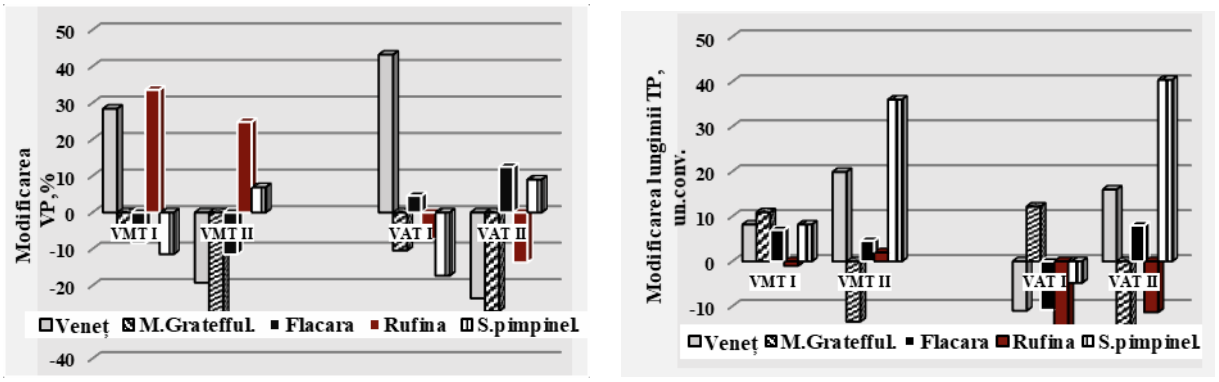


Figura 2. Studiul activității gametofitului mascul la descendenții plantelor primar infectate/reinfectate VMT/VAT

Se cunoaște, că lungimea tuburilor polenice este un caracter important, ce caracterizează viteza lor de creștere și este asociat cu succesul fecundării și calității semințelor, deci este un indicator ce poate specifica funcționalitatea polenului. Având în vedere faptul, că nu toate grăuncioarele de polen au reacționat în mod egal la reinfectarea cu virusuri, a fost studiat caracterul de distribuție a tuburilor polenice după dimensiunile acestora. Rezultatele obținute au constatat la descendenții VMT2/VAT2 modificări în repartizarea acestora după indicele analizat. Astfel, la descendenții VAT2 în raport cu plantele primar infectate a fost stabilită diminuarea amplitudinei de variație după caracterul dat, cât și majorarea frecvenței de apariție a tuburilor polenice cu dimensiuni medii (Fig. 3A).

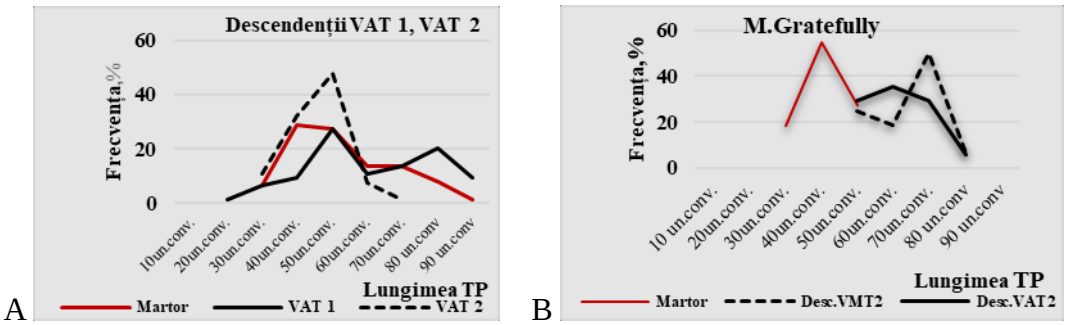
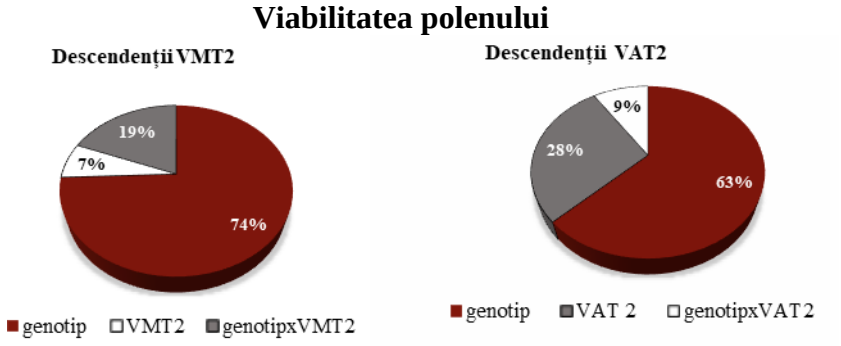


Figura 3. Distribuția grăuncioarelor de polen în baza lungimii tuburilor polenice, sub influența infectării și reinfectării plantelor cu VMT/VAT

Totodată unii descendenți, de exemplu Mary Gratefully VMT2/VAT2, au atestat, față de martor, formarea sporită a tuburilor cu dimensiuni medii și mari, și au avut amplituda de variație mai largă (Fig. 3B).

Modificările identificate pot fi asociate cu majorarea vitezei de creștere a tuburilor polenice la aceste genotipuri, ca urmare a procesului de eliminare a grăuncioarelor de polen cu viabilitatea redusă în condiții de reinfectare cu virusuri. Prelucrarea statistică a datelor obținute prin analiza dispersională a permis evidențierea surselor de bază ale variabilității și determinarea cotelor de influențe a fiecărui factor în variația caracterelor analizate.

Astfel, a fost stabilit, că la descendenții VMT2/VAT2 ponderea genotipului în variația viabilității polenului a constituit 63-74% și a fost de 1,3...2,2 ori mai mare în raport cu plantele reinfectate (Fig.4). Acest fapt poate fi important pentru elucidarea bazei genetice a genotipurilor de tomate reinfectate cu virusuri și descendenții acestora, cât și pentru lucrările de ameliorare. Acțiunea virusurilor în modificarea valorilor acestui caracter a fost destul de mică și a variat în limitele 7,0...9,0%, comparativ cu plantele reinfectate cota de influență acestora s-a redus de 6,4 și 4,2 ori respectiv. De menționat, că în condiții de infectare primară și reinfectare a plantelor genotipul de asemenea a fost factorul decisiv al variației viabilității polenului, acțiunea patogenilor virali fiind mai slabă. Deci, în experiențele realizate genotipul a fost sursa principală a variabilității viabilității polenului, fapt ce indică posibilitatea selectării genotipurilor după acest indiciu.



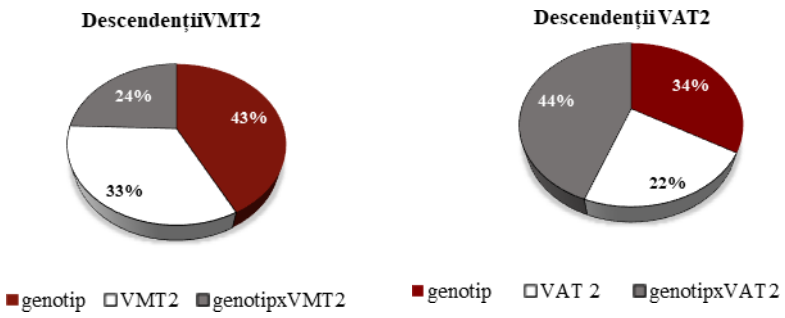


Figura 4. Sursele de bază a variabilității gametofitului mascul la descendenții plantelor reinfectate VMT2/VAT2.

Conform datelor obținute la descendenții VMT2/VAT2 modificarea dimensiunilor tuburilor polenice a fost controlată de genotip cu 43,0 și 34,0%, contribuția agenților virali în variabilitatea acestui indiciu a constituit 33,0 și 22,0% (respectiv) și a fost de 1,4...2,6 ori mai slabă comparativ cu plantele reinfectate (Fig.4). Rezultatele cercetărilor noastre anterioare au demonstrat, că în condiții de infectare/reinfectare a plantelor, modificarea lungimii tuburilor polenice în mare parte a fost determinată de influența virusurilor. Acest fapt indică că în condiții de patogeneză virală viteza de creștere a tuburilor polenice într-o măsură mai mare este asociată cu acțiunea agenților virali.

În baza generalizării rezultatelor obținute au fost evidențiați descendenții soiurilor Veneț și Rufina, cât și forma spontană *S. pimpinellifolium*, care în rezultatul reinfectării cu VMT și VAT au atestat valori înalte ale caracterelor gametofitului mascul.

Mai mulți cercetători [6] au remarcat faptul, că calitatea gametofitului mascul în condiții de temperatură ridicată este un indicator important pentru caracterizarea termorezistenței plantelor, fapt ce a condiționat examinarea valorilor de termorezistență ale polenului la descendenții plantelor reinfectate. A fost constatat că la genotipurile din varianta martor valoarea medie a acestui caracter a constituit 67,3%, deși la descendenții VMT2/VAT2 nivelul de termorezistență a fost mai mare cu 22,4 și 46,4% corespunzător. Totodată, rezistența tuburilor polenice la descendenții VMT2 a fost mai redusă fața de martor cu 6,8%, deși la descendenții VAT2 nu au fost stabilite diferențe semnificative în comparație cu martorul. Printre genotipurile investigate s-au evidențiat urmașii VMT2 Mary Gratefully, *S.pimpinellifolium* și Rufina VMT2/VAT2, care au îmbinat nivelul înalt de termorezistență al polenului și a tuburilor polenice.

Concluzii

Descendenții genotipurilor de tomate, obținute de la plantele supuse reinfectării VMT/VAT, au manifestat răspunsuri specifice asociate cu modificarea activității gametofitului mascul, fapt ce permite identificarea genotipurilor cu diferit nivel de rezistență.

La descendenții VMT2/VAT2 partea majoră a variației viabilității polenului îi aparține genotipului - 63-74%, ceea ce este de 1,3...2,2 ori mai mare în raport cu plantele reinfectate, fapt ce este important pentru elucidarea bazei genetice a genotipurilor de tomate reinfectate cu virusuri și descendenții acestora, cât și pentru lucrările de ameliorare.

În rezultatul aplicării metodelor de selecție gametică din componența descendenților VMT2/VAT2 incluși în studiu au fost selectate soiurile Veneț și Rufina, cât și forma spontană *S. pimpinellifolium*, care au prezentat valori înalte ale caracterelor gametofitului mascul.

În condiții de temperaturi ridicate un potențial de reproducere înalt au manifestat descendenții VMT2 Mary Gratefully, *S. pimpinellifolium* și Rufina VMT2/VAT2, care pot fi incluși în cercetările ulterioare.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 *„Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice”,* finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Котельникова И., Крылов А. Липиды при вирусном заражении растений. In: *Вестник ДВО*. 2001, т. 4, 38-55.
2. Чанг Н. Распространение и патогенез вирусных заболеваний томата в условиях Вьетнама и России. Москва, Автореф. диссертации на соискание уч.ст.к.биол.наук. 2013.20 с.
3. Реунов А. Вирусный патогенез и защитные механизмы растений. Дальнаука. 1999.
4. Friedman A, Baker B. The evolution of resistance genes in multi-protein plant resistance systems. In: *Curr Opin Genet Dev*, 2007. 17: 493–499.
5. Mullineaux C.W., Emlyn-Jones D. State transitions: an example of acclimation to low-light stress. In: *J Exp. Bot*, 2005. 56: 389–393).
6. Paupiere M., Heusden A., Bovy A. The metabolic basis of pollen thermo-tolerance: perspectives for breeding. In: Metabolites, 2014, 4, 889–920. doi: 10.3390/metabo4040889
7. Delph L.F., Johannsson M.H. and A.G. Stephenson. 1997. How environmental factors affect pollen performance ecological and evolutionary perspectives.In: *Ecol.* 1997, 78: 1632- 1639.
8. Fmeline Haight, Adrian Gibbs. Effect of viruses on pollen morphology. In: *Plant Pathology* 2007. 32(4): 369 – 372
9. Король В. Опыление и плодообразование у культуры томата в защищенном грунте. In: *Овощи России*. 2019, т. 4: 32-36. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-32-36.
10. Razzaq M., Rauf S., Khurshid M. et al. Pollen viability an index of abiotic stresses tolerance and methods for the improved pollen viability. In: *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 2019, 32 (4): 609-624.
11. Kalyar T., Rauf S., Teixeira Da Silva J. A., Shahzad M. Handling sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under heat stress. In: *Arch. Agron. Soil Sci*. 2014, 60: 655-672.

UDC: 632.11:633.111 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.32

REACȚIA SOIURILOR AUTOHTONE DE GRÂU LA ACȚIUNEA FACTORILOR DE STRES ÎN CONDIȚII DE CÂMP

Sașco Elena, *https://orcid.org/0009-0003-1014-4016*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
e-mail: elenasasco5@gmail.com

Summary. Common wheat, in the course of domestication, developed unique or differentiated mechanisms of adaptation to abiotic stressors through morphological or growth, physiological and biochemical pathway modifications. Classification based on the plasticity of the response to drought stressors under field conditions (*Relative Water Content* and *Dry Mass*), and at 46^{o} C temperature under laboratory conditions (*Cell Membrane Stability Index*) showed a distribution of wheat genotypes into 2 clusters. The genotypes Mirg./Od.162/M79 and M5/Mirg./Od.162, set at the smallest *Euclidean distance* 4.3 with the highest *Mean values* (72.5 and 72.8) were categorized into the cluster with the most advanced tolerance and can be used in improving the genetic gain for drought tolerance.

Keywords: *Triticum aestivum* L., relative water content, dry mass, cell membrane stability.

Introducere

Grâul (*Triticum aestivum* L.) este una dintre culturile vitale de bază la nivel mondial, în virtutea contribuției sale semnificative la securitatea alimentară și nutrițională în lume. Grâul este cultivat pe aproximativ 215 milioane ha și contribuie în consumul global cu 55% din hidrații de carbon și cu 20% din caloriile alimentare, menținând, totodată, o poziție importantă în comerțul internațional cu cereale. Producția globală de grâu a fost estimată în 2020 la 772,64 milioane de tone [2, 10].

Schimbările climatice globale, însoțite de extreme de secetă, temperatură, salinitate, dar și dezechilibru nutritiv, exercită o constrângere majoră pentru producția de cereale. La nivel global, deficitul de apă a devenit cea mai critică problemă din cauza efectelor negative asupra creșterii și performanței plantelor. Diminuarea resurselor de apă ca urmare a schimbărilor climatice devine o amenințare globală severă la adresa securității alimentare [1]. Stadiile esențiale ale culturii, adică vegetativă și reproductivă, sunt mai susceptibile de a fi afectate de secetă. Stresul termic afectează creșterea vegetativă, dar, în mod deosebit, acumularea de biomasă. Pierderea globală a randamentului culturilor cerealiere se datorează daunelor cauzate de căldură în stadiile de reproducere și maturare. Rezultatele negative finale ale stresului termic includ durata mai scurtă de umplere, scăderea numărului și greutății, dar și calitatea redusă a boabelor de grâu [6, 8].

Grâul a dezvoltat mecanisme unice sau diferențiate de adaptare atât la stresul hidric, cât și la cel termic prin modificări morfologice sau de creștere, ale căilor fiziologice și biochimice, cât și ale reacțiilor enzimatice [6]. Problema rezistenței grâului la secetă capătă o importanță deosebită în agricultura mondială. Se estimează că schimbările climatice vor afecta țările din Africa și Asia de Sud până în 2050 cu reduceri medii ale randamentului de 15% −16%. Totodată, producția globală de grâu ar putea fi afectată în mare măsură, deoarece țările producătoare de grâu de top, cum ar fi India, Rusia, Australia și Pakistan vor avea randamente în scădere [10]. În modelele climatice referitor la zece zone de cultivare a grâului din Europa, efectul dăunător al stresului cauzat de secetă poate fi redus datorită adaptării fenologiei grâului, cât și îmbunătățirii răspunsului unor caractere genetice la deficitul de apă [12].

Coexistența stresului termic cu cel de secetă afectează similar funcția membranei celulare. Nivelul deteriorării depinde de gradul de nesaturare a lipidelor din membrană. Stresul hidric

manifestă un impact semnificativ pentru masa proaspătă și uscată a plantelor. Totodată, mecanismele și procesele morfologice de adaptare la secetă sau la stres termic variază considerabil. Plantele se adaptează la stresul de secetă crescând absorbția de apă, reducerea suprafeței frunzelor și creșterea rădăcinilor. Strategiile de adaptare pentru toleranța la căldură cuprind scăderea temperaturii tulpinii prin creșterea transpirației, numărului de frunze [3, 5, 9].

Dezvoltarea soiurilor cu potențial de randament ridicat pentru a atenua efectele adverse ale impactului restricțiilor de secetă și căldură constituie sarcina imperativă în tehnologiile agricole. Unul din pașii primordiali în ameliorarea grâului este explorarea diversității genetice a germoplasmei locale [7, 9].

Studiul de față a fost realizat cu scopul de a evalua răspunsul grâului comun de toamnă la acțiunea factorilor abiotici și de a evidenția liniile locale cu adaptabilitate înaltă în condițiile de câmp ale a. 2024.

Materiale și metode

Au fost investigate genotipurile de grâu de toamnă: Mirgorodschi/Odeschi162 x Moldova 79 (Mirg./Od.162/M79), Moldova 614; Moldova 66; Moldova 79 x Mirgorodschi/Odeschi162 (M79/Mirg./Od.162) și Moldova 5 x Mirgorodschi/Odeschi162 (M5/Mirg./Od.162) în condiții de câmp și laborator. A fost cercetată variabilitatea fenotipică pentru trăsăturile *Masa Proaspătă*, *Masa Turgidă* și *Masa Uscată* (*MP, MT și MU*) a frunzei steag în condiții de umiditate variată. Conținutul Relativ de Apă (*CRA*) a fost determinat pentru aproximativ 10 frunze selectate aleatoriu din fiecare genotip. CRA a fost determinat după Turner, 1986 [11, 13] și calculat în baza formulei:

CRA (%) = (*MP*−*MU*) / (*MT*−*MU*) × 100.

Indicele de stabilitate a membranei celulare (*ISMC*) a fost determinat în condiții de laborator prin măsurarea conductivității electroliților celulari a frunzei steag, deteriorate la temperaturile de 46^o C și 100^o C în raport cu varianta Control. Indicele de stabilitate a membranei celulare (*ISMC*) cât și indicele de deteriorare (*IDMC*) în variantele *C și T* au fost determinate și calculate după [4, 13].

ISMC, % (*C*) = (1- C_1/C_2) x 100;

ISMC, % (*T*) = (1- T_1/T_2) x 100;

IDMC, % = [1 - (1- T_1/T_2) / (1- C_1/C_2)] x 100.

Rezultate și discuții

Conținutul relativ de apă (*CRA*) este considerat a fi unul dintre indicatorii relevanți pentru diagnosticul toleranței la secetă. Probele de frunze de grâu comun au fost prelevate în faza post anteză în condiții variate de umiditate: *Control* și *Secetă*. Au fost găsite diferențe genotipice semnificative ($p<0,05$) pentru trăsătura (*CRA*) atât în condiții *Control* (88,4...86,0%), cât și în condiții de stres de secetă (85,0…81,3%). În raport cu varianta *Control* pentru genotipurile cercetate a fost evidențiată o scădere variată, statistic autentică a indicelui *CRA*. Fenomenul indică un echilibru variat dintre capacitățile de absorbție și debursare a apei prin transpirație în condițiile de stres de secetă [1]. Indicele de reducere a caracterului *CRA* sub presiunea secetei a atestat o gradație joasă, fenomen stabilit în restricțiile hidrice în condiții de câmp [13]. Totodată, genotipurile 1, 2 și 5 au manifestat în condițiile de secetă toleranță pentru indicele *CRA*. Autorii Shar et al., 2021 au menționat că genotipul cu manifestare mai avansată a indicelui *CRA* în condiții de stres de secetă posedă randamente sporite, pe când diminuarea *CRA* – corespunde reducerii vigorii plantei.

Masa frunzelor steag uscată la temperatura de 80^o C a variat în diapazon mai larg în varianta *Control* (35,2…31,0%) în raport cu varianta *Secetă* (34,0…32,9%). În condiții de secetă pentru *MU* au fost atestate diminuare, majorare, dar și valori la nivelul variantei *Control*. O diferență semnificativă au stabilit Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162, genotipurile fiind clasificate cu toleranță înaltă la deficitul de apă (Tabelul 1).

Tabelul 1

Conținutul relativ de apă și masa uscată a frunzelor steag în condiții variate de umiditate

Nr.	Genotip	*Conținutul relativ de apă, %*			*Masa uscată, %*		
		Control	*Secetă*	Diferența	*Control*	*Secetă*	Diferența
1	Mirg./Od.162/M79	88,1±0,4	84,1±0,3	-4,5	31,8±0,2	34,0±0,1	6,9
2	Moldova 614	86,6±0,6	84,3±0,4	-2,7	33,3±0,3	32,9±0,3	-1,2
3	Moldova 66	86,6±0,7	81,3±0,3	-6,1	35,2±0,1	33,9±0,1	-3,7
4	M79/Mirg./Od.162	88,4±0,9	83,2±0,5	-5,9	32,6±0,3	33,2±0,3	1,8
5	M5/Mirg./Od.162	86,0±0,2	85,0±01	-1,2	31,0±0,3	33,5±0,1	7,5
	Media	*87,1*	*83,6*	*-4,1*	*32,8*	*33,5*	*2,2*

*- $p<0,05$

Termostabilitatea membranei celulare este o caracteristică valoroasă pentru selectarea genotipurilor de grâu tolerante la căldură [3]. Pentru determinarea *ISMC* probele de frunză steag au fost prelevate în faza de lapte-ceară, stadiul de maturare, când genotipurile de grâu pot fi clasificate ușor pentru toleranță la restricțiile de temperatură [6]. Indicele *SMC* a prezentat o manifestare avansată a funcționalității membranei celulare, deci și a rezistenței la temperatura de 46º C pentru genotipurile Mirg./Od.162/M79, M79/Mirg./Od.162 și M5/Mirg./Od.162 (*ISMC* > 60%). Indicele *IDMC* a manifestat valori ridicate ale leziunii membranei celulare pentru genotipurile 2 și 3 (Fig. 1).

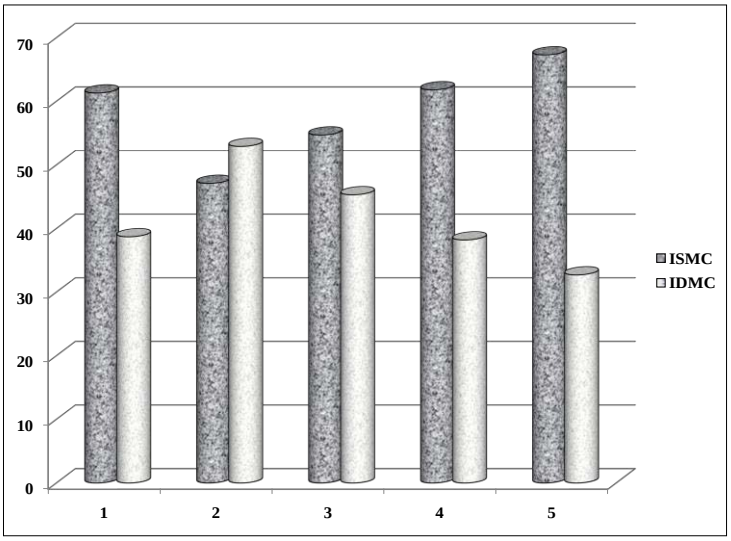


Figura 1. Manifestarea *ISMC* și a *IDMC* în răspunsul grâului comun la temperatura de 46º C
1 – Mirg./Od.162/M79; 2 – Moldova 614; 3 – Moldova 66;
4 – M79/Mirg./Od.162; 5 – M5/Mirg./Od.162

Clasificarea în baza plasticității răspunsului la factorii de stres de secetă în condiții de câmp, dar și de temperatură înaltă în condiții de laborator a prezentat o distribuție a genotipurilor de grâu în 2 clustere. Genotipurile Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162, stabilite la cea mai mică distanță euclidiană 4,3 au fost încadrate în clusterul 1. Genotipurile vizate au manifestat cele mai înalte valori ale *Mediei* (72,5 și 72,8) dar și ale *Deviației standard* (28,4 și 28,6), fiind atestate cu cea mai înaltă adaptabilitate la factorii abiotici ai mediului, au prezentat toleranță avansată. De asemenea, genotipurile 2 și 4, specificate cu valori ridicate ale indicelor *CRA* și *MU* au format un subcluster separat, manifestând toleranță medie (Fig. 2).

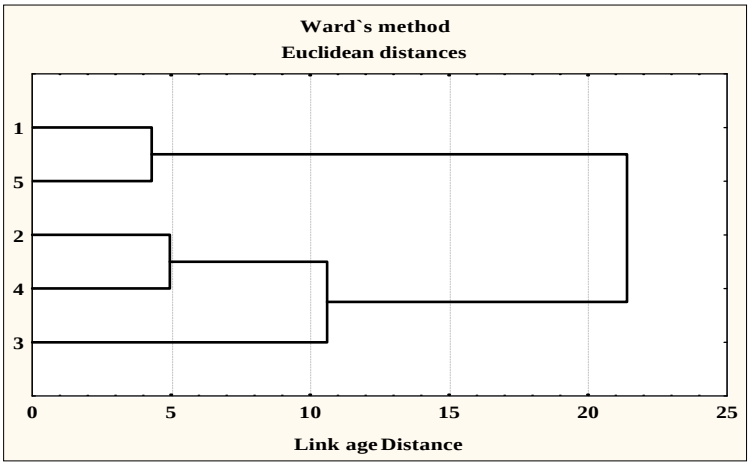


Figura 2. Dendrograma de repartiție a grâului comun pentru răspunsul indicilor *CRA, MU, ISMC* și *IDMC* la acțiunea factorilor de stres abiotic

Pe verticală: 1 – Mirg./Od.162/M79; 2 – Moldova 614; 3 – Moldova 66; 4 –M79/Mirg./Od.162; 5 – M5/Mirg./Od.162

Autorii Ahmed et al., 2019 au sugerat că genotipurile performante pentru masa uscată, dar și termostabilitatea membranei celulare ar îmbunătăți câștigul genetic pentru toleranță la secetă [1].

Concluzii

Genotipurile Mirg./Od.162/M79, Moldova 614 și M5/Mirg./Od.162 au manifestat toleranță pentru indicele *Conținutul Relativ de Apă*, ceea ce ar crea premize pentru un randament sporit în condiții de secetă.

Grâul comun Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162 au prezentat o diferență pozitivă a indicelui *Masa uscată* în varianta *Secetă* în raport cu *Controlul*, astfel, genotipurile au fost clasificate cu toleranță înaltă la deficitul de apă.

Indicele de *Stabilitate a Membranei Celulare* a manifestat o plasticitate avansată a funcționalității membranei celulare (*ISMC* > 60%), deci și a toleranței plantelor la temperatura de 46^{o} C pentru genotipurile Mirg./Od.162/M79, M79/Mirg./Od.162 și M5/Mirg./Od.162.

Clasificarea grâului comun în baza plasticității răspunsului la factorii de stres de secetă în condiții de câmp (*Conținutul relativ de apă* și *Masa Uscată*), dar și la temperatura 46^{o} C în condiții de laborator (*Indicele* de *Stabilitate a Membranei Celulare*) a prezentat o distribuție a genotipurilor de grâu în 2 clustere bine separate. Genotipurile Mirg./Od.162/M79 și M5/Mirg./Od.162, stabilite la cea mai mică distanță euclidiană 4,3 cu cele mai înalte valori ale *Mediei* (72,5 și 72,8) și, deci cu toleranță înaltă au fost încadrate în clusterul 1. Genotipurile vizate pot fi utilizate pentru îmbunătățirea câștigului genetic de toleranță pentru deficiența hidrică și temperaturi ridicate.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 23.70105.5107.04 „*Identificarea și valorificarea genitorilor valoroși de culturi agricole în crearea unei baze genetice autohtone de interes socio-economic*" (2024-2025), finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Referințe bibliografice

1. Ahmed H.G. et al. Selection Criteria for Drought-Tolerant Bread Wheat Genotypes at Seedling Stage. In: *Sustainability*, 2019. Vol. 11(9), 2584. https://doi.org/10.3390/su11092584
2. Becker S.R. et al. Root traits contributing to drought tolerance of synthetic hexaploid wheat in a greenhouse study. In: *Euphytica*, 2016. Vol. 207, p. 213–224

3. Blum A. Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production. In: *Plant, Cell and Environment*, 2017. Vol. 40, p. 4–10. doi: 10.1111/pce.12800
4. Blum A, Ebercon E. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. In: *Crop Sci.*, 1981. Vol. 21, p. 43-47.
5. ElBasyoni I. et al. Cell membrane stability and association mapping for drought and heat tolerance in a worldwide wheat collection. In: *Sustainability*, 2017. Vol. 9: 1606. doi: 10.3390/su9091606
6. Farhad M. et al. Heat stress in wheat: a global challenge to feed billions in the current era of the changing climate. In: *Front. Sustain. Food Syst*., 2023. Vol. 7:1203721. doi: 10.3389/fsufs.2023.1203721
7. Mahmood T. et al. Incredible Role of Osmotic Adjustment in Grain Yield Sustainability under Water Scarcity Conditions in Wheat (*Triticum aestivum* L.). In: *Plants*, 2020. Vol. 9: 1208; doi:10.3390/plants9091208
8. Miri-Hesar K. et al. Differential Activity of Antioxidant Enzymes and Physiological Changes in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Drought Stress. In: *Not Sci Biol*, 2019. Vol. 11(2), p. 266-276. DOI: 10.15835/nsb11210390
9. Pandey P., Ramegowda V., Senthil-Kumar M. Shared and unique responses of plants to multiple individual stresses and stress combinations. In: *Physiological and molecular mechanisms. Front. Plant Sci.* 2015, 6, 723.
10. Pequeno D.N.L et al. Climate impact and adaptation to heat and drought stress of regional and global wheat production. In: *Environmental Research Letters*, 2021. Vol. 16(5), 054070. https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd970
11. Persˇic V. et al. PEG-induced physiological drought for screening winter wheat genotypes sensitivity – integrated biochemical and chlorophyll a fluorescence analysis. In: *Front. Plant Sci*., 2022. Vol. 13:987702. doi: 10.3389/fpls.2022.987702
12. Semenov M.A. et al. Adapting wheat in Europe for climate change. In: *Journal of Cereal Science*, 2014. Vol. 59, p. 245-256.
13. Sewore B.M., Abe A., Nigussie M. Evaluation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance using morphophysiological traits under drought-stressed and well-watered conditions. In: *PLoS ONE*, 2023. Vol. 18(5): e0283347. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283347

UDC: 632.112:633.111 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.33

SOME ASPECTS OF THE WINTER WHEAT PHOTOSYNTHETIC APPARATUS RESISTANCE TO DROUGHT

Shevchenko Viktor*, *https://orcid.org/0000-0001-9889-4249*
Bondarenko Oksana, *https://orcid.org/0000-0002-6859-7136*
Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
** e-mail: biochemkiev@ukr.net*

Summary. Changes in pigments and proteins content of chloroplast membranes in winter wheat varieties of different resistance under the influence of a drought were studied. The loss of pigments and main structural proteins was greater in less resistant varieties. It was established that the more resistant varieties differed in the increased content of low molecular weight proteins already in the control. Under the drought effects, the relative content of low molecular weight protective proteins increased. Thus, it is shown that the content of proteins of 36, 21 and 16 kDa can be one of the molecular markers of drought resistance.

Keywords: *Triticum aestivum* L., photosynthesis, pigments, drought. proteins of the photosynthetic apparatus.

Winter wheat is one of the main strategic crops of mankind [1], the yield of which is affected by various stress factors [2]. Drought occupies a special place among abiotic factors affecting the growth, development and productivity of plants [3]. Wheat harvest losses under different drought conditions can range from 30 to 90% [4]. In case of water deficit, first of all, the stomata are closed, which leads to a violation of transpiration and, as a result, to overheating of the leaf [5]. Photosystem II (PS II), electronic transport, and Rubisco-activase are the most sensitive to the effects of elevated temperatures [5, 6]. As a result of disruption of electron transport, reactive oxygen species are produced by the photosynthetic apparatus, which can lead to the development of oxidative stress and the destruction of a number of photosynthetic structures [7]. So, for example, one of these structures is D1protein, the resynthesis of which is blocked by active forms of oxygen [7]. Meanwhile, maintaining electron transport at a high level can significantly reduce the production of reactive oxygen species and prevent the development of oxidative stress. Plants have several mechanisms capable of maintaining electronic transport under drought conditions. Such mechanisms are photorespiration and cyclic transport of electrons [5, 7]. Also, recently, it is believed that plastoquinol oxidase (PTOX) can act as a certain "valve" that allows you to remove excess electrons from the electron transport chain, thereby keeping electron transport through PS II at a high level [8]. Since it is known that the resistance of plants to stress largely depends on the stability of the photosynthetic apparatus, it can be assumed that the different heat and drought resistance of winter wheat varieties can be determined precisely by the preservation of a high functional state of the photosynthetic apparatus. In this regard, the aim of the work was to study the peculiarities of the loss of pigment-protein complexes of chloroplasts of different drought-resistant varieties of winter wheat under the influence of drought, as well as to determine the production of protective low molecular weight proteins in these varieties.

Materials and methods

Four varieties of winter wheat of Ukrainian selection were used for research. These varieties differed in their resistance to drought. During the variety testing, they received the following rating:

Perlyna Lisostepu - 5-6 points, Dostatok - 7-8 points, Podolyanka - 8 points and Odeska 267 - 8.5-9 points.

Winter wheat of the researched varieties was sown on experimental plots of the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine measuring 3x1 m in September. The soil is gray sod-podzolic. Application of NPK is standard according to cultivation technology. After overwintering in open ground, the plants were transplanted into 10 kg vegetation vessels. Control plants were irrigated to ensure 60-70% of the soil's total moisture content. For experimental plants in the flowering phase, drought conditions were created for 7 days at 30% total moisture content (FC). Flag leaves were selected to isolate chloroplasts. The leaves were homogenized for 2 minutes on an MPW - 302 homogenizer (Poland) in a medium containing 50 mM tricin pH 7.6, 0.4 M sucrose, 10 mM NaCl, 5 mM MgCl2. After that, the homogenate was passed through 2 layers of calico and centrifuged on an Eppendorf 5810 centrifuge (Germany) for 5 minutes at a speed of 400g to precipitate large cell fragments. The supernatant was centrifuged a second time for 10 minutes at a speed of 1000 g, obtaining the fraction of chloroplasts in the sediment. The sediment was resuspended, passing it through capron, in 10 mm tricine buffer pH 7.6 with the addition of 0.1 M sucrose, 10 mm NaCl, 5 mm MgCl2.

Electrophoresis of chlorophyll-protein complexes was performed in a polyacrylamide gel [9]. The separating gel contained 12% acrylamide, 0.1% bisacrylamide, 6 M urea, 0.375 M Tris-HCl (pH 8.9), 0.003% ammonium persulfate, 0.0003% TEMED. The concentrating gel contained 8% acrylamide, 0.1% bisacrylamide, 6 M urea, 0.175 M Tris-HCl (pH 6.8), 0.003% ammonium persulfate, 0.0003% TEMED. The gel was stained with the Brilliant Blue R organic dye in an aqueous solution of 10% acetic acid with the addition of 30% ethanol for 12 hours at room temperature. Decolorization of the gel was carried out in an aqueous solution containing 10% ethanol and 10% acetic acid. The gel plates were scanned on the Epson Stylus SX 125 scanner, the registers were processed using the computer gel processing program "ScnImage". A mixture of marker proteins from the company "SIGMA", USA was used to identify the bands.

The content of pigmen in leaves was determined according to the Wellburn method [10].

Biological and analytical repeatability of experiments is three times.

Results and discussion

Table 1 presents the results of measuring the content of pigments in the leaves of various varieties of winter wheat under the influence of a 7-day drought. From the above results, it can be seen that the chlorophyll content in the leaves of all varieties decreased under the influence of drought. For more resistant varieties, Podolyanka and Odeska 267, this decrease was insignificant. In less resistant varieties, Dostatok and Perlyna Lisostepu, it was observed significant decrease in chlorophyll content.

Table 1

Changes in the content of pigments in the leaves of different varieties of winter wheat under the effects of drought

Sample		Chlorophyll, mg/g	Carotenoids, mg/g	Chl/Car
Odeska 267	Control	3,59±0,04	0,43±0,02	8,35±0,03
	Drought	3,26±0,04	0,45±0,02	7,24±0,03
Podolyanka	Control	3,79±0,05	0,41±0,02	9,24±0,05
	Drought	3,49±0,01	0,43±0,02	8,11±0,02
Dostatok	Control	3,69±0,07	0,39±0,05	9,46±0,07
	Drought	2,39±0,09	0,57±0,10	4.19±0,10
Perlyna Lisostepu	Control	3,73±0,17	0,38±0,10	9,81±0,12
	Drought	2,12±0,05	0,64±0,14	3,31±0,22

The content of carotenoids, on the contrary, slightly increased in more resistant varieties. In less resistant varieties, the increase in the content of carotenoids was quite significant. The ratio of chlorophylls and carotenoids decreased in all varieties due to the effect of drought, both due to the loss of chlorophylls and due to the increase in the content of carotenoids. An increase in the content of carotenoids is associated with aging or exposure to stress factors [11]. That is, from the obtained data it can be concluded that unstable varieties of winter wheat felt more significant stress than resistant varieties. Table 2 presents changes in the content of the main protein complexes of photosystem II by action 7th day of drought. The analysis of differences by varieties showed different levels of proteins in the photosynthetic system of chloroplasts. The primary photoreaction of PS II is localized on the D1/D2 heterodimer. It is proteins D1/D2 that form the active reaction center of FS II. The zone of filling with these proteins in the control versions of the chloroplasts of wheat plants is numerically close to the values. It is believed that the cooperation of the internal and peripheral antennas (CP47 and CP43) is mandatory for the stabilization of separated charges in the reaction center of FS II. It can be seen from the table that the ratio of internal and peripheral antennae (zones CP47 and CP43) fluctuates within close limits of ≈1.5 for all studied varieties.

Table 2

Changes in the relative content of the main protein complexes of photosystem II in chloroplasts of different varieties of winter wheat under the influence of a 7-day drought (% of total chloroplast protein)

Sample		CP 47	CP 43	D_1/D_2	C3K II
Odeska 267	Control	3,70±0,27	2,20±0,21	6,38±0,28	18,53±0,21
	Drought	3,52±0,30	2,07±0,22	6,08±0,30	17,73±0,30
Podolyanka	Control	3,73±0,21	2,45±0,16	7,32±0,35	18,67±0,21
	Drought	3,53±0,24	2,15±0,20	6,92±0,35	17,77±0,29
Dostatok	Control	4,80±0,28	3,18±0,12	6,81±0,28	21,57±0,20
	Drought	4,00±0,38	2,28±0,18	6,01±0,33	19,29±0,28
Perlyna Lisostepu	Control	5,99±0,16	3,85±0,14	7,00±0,31	23,98±0,19
	Drought	4,87±0,18	2,05±0,20	5,88±0,33	20,16±0,27

The effect of a 7-day drought on plants led to changes in the content of chloroplast proteins. Analysis of the content of chloroplast proteins showed that the decrease in functional activity is mainly due to the destruction of the protein of the reaction center D1, as well as the antenna protein SR 47 in all studied varieties, but to a different degree, in the chain from larger to smaller: Perlyna Lisostepu-Dostatok-Podolyanka-Odeska 267 Also, the content of antenna protein SR 43 and SZK II proteins decreased in all varieties. The table does not show proteins that belong to the FS I complex, since their content practically did not change.

Table 3 shows changes in the content of low molecular weight protective proteins of 36, 21, 16 and 14 kDa. The 36 kDa protein is the so-called plastoquinol oxidase, the 21 kDa protein is a water-soluble chlorophyll protein that stabilizes FS II, the 16 kDa protein contributes to the trimerization of FS II and its stabilization, and the 14 kDa protein is necessary to ensure the necessary conformation for tight binding of Ca++ and Cl-. The filling of the zones of these proteins in the control variants shows a decrease in their content along the chain: Odeska 267 – Podolyanka – Dostatok – Perlyna Lisostepu.

It was found that the pool of plastoquinone can participate in the transfer of electrons by the mechanism of chloroplast respiration (chlororespiration) with the participation of plastid terminal oxidase (PTOX - Plastid Terminal Oxidase) [12]. It has been shown that PTOX content increases in the chloroplasts of tomato and Arabidopsis plants under high temperature stress [13]. Activation of cyclic transport can be caused by structural reorganization of the thylakoid system of chloroplasts under stress.

Table 3

Changes in the content of low-molecular-weight proteins in chloroplasts of various varieties of winter wheat under the influence of a 7-day drought (% of total chloroplast protein)

Sample		36 kDa, %	21 kDa, %	16 kDa, %	14 kDa, %
Odeska 267	Control	10,24±0,12	9,68±0,38	11,04±0,34	5,92±0,33
	Drought	11,22±0,30	12,6±0,53	13,06±0,21	7,11±0,43
Podolyanka	Control	7,83±0,11	9,44±0,22	8,14±0,09	5,67±0,20
	Drought	8,54±0,20	11,22±0,38	10,22±0,51	7,23±0,41
Dostatok	Control	7,65±0,23	8,03±0,21	7,82±0,30	5,82±0,23
	Drought	8,13±0,15	11,8±0,25	9,40±0,21	7,55±0,12
Perlyna Lisostepu	Control	5,99±0,32	6,6±0,31	4,05±0,30	3,38±0,34
	Drought	5,91±0,23	11,20±0,22	6,07±0,52	4,55±0,32

To date, PTOX has been identified as a novel redox component associated with cyclic and linear transport. Data from literary sources indicate a dual role of PTOX: 1 – its activity is necessary for the effective desaturation of carotenoids in leaves at certain stages of the development of the plant organism, but not at all, which implies the existence of a pathway independent of plastid terminal oxidase for the re-oxidation of plastoquinol in combination with phytoene desaturase ; 2 - PTOX is involved in the mechanism of photorespiration in green plant tissues [14].

Analysis of the content of this protein in chloroplasts from wheat plants exposed to a 7-day drought showed an increase in the content of the 36 kDa protein zone, but to a different degree. As for the more drought-resistant varieties, the relative content of this protein (36 kDa) in the chloroplasts from the flag leaves of winter wheat plants of the Podolyanka and Odeska 267 varieties after 7 days of drought was 10% higher than in the control variants.

In the chloroplasts of the leaves of plants of the Dostatok variety, this indicator increased by 6% of the total chloroplast protein, and in the Perlyna Lisostepu variety, despite the fact that the increase was observed up to 21%, in the variant of the 7th day of drought, the relative protein content of 36 kDa still was lower than control variants of drought-resistant varieties. It follows from this that, indeed, the indicator of the content of this protein refers to the parameters that are related to the level of tolerance to water deficit, and can be used in selection works for drought resistance.

Studies of plant adaptations to osmotic stresses have revealed the presence of 20-22 kDa proteins that have homology with WSCP (water-soluble chlorophyll-protein) - a water-soluble chlorophyll-protein induced by salt stress. It was previously shown that the accumulation of mRNA-22 polypeptide is induced by salt stress and drought [15]. It is assumed that this protein reduces protease activity in drought-adapted leaves [16]. The table shows that drought also increases the synthesis of 16, 14 kDa proteins. The labeled polypeptides belong to the early light-induced proteins, which can be functionally involved in the mechanisms of resistance to drought and high temperatures. In the control versions, the content of these proteins, as well as for PTOX proteins, is located in a chain from smaller to larger: Perlyna Lisostepu - Dostatok - Podolyanka - Odeska 267. Under stressful conditions, including hyperthermia, energy absorbed by chlorophyll, which is not can be fully used in photosynthetic reactions, causes oxidative damage to cells with the participation of reactive oxygen species and free radicals. Therefore, the content of such protective proteins as PTOX, which supports electronic transport at a high level, is of great importance for maintaining high functional activity under stress conditions.

Conclusions

Drought-resistant varieties of winter wheat are characterized by an increased content of low molecular weight protective proteins, 36, 21, 16 and 14 kDa, in control plants. Due to drought, these varieties lose less pigments and the main structural proteins of photosystem II. At the same time, the

relative content of low molecular weight protective proteins increases. Thus, it is shown that the content of proteins of 36, 21 and 16 kDa can be one of the molecular markers of drought resistance.

References

1. Rauf, S., Al-Khayri, J.M., Zaharieva, M., Monneveux, P. and Khalil, F. Breeding strategies to enhance drought tolerance in crops. *In*: Al-Khayri, J.M., Jain S.M. and Johnson D.V. (eds.) *Advances in plant breeding strategies. Agronomic, abiotic and biotic stress traits*. 2015.
2. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. In: *Nature*, 2016. 529(7584). P. 84-87.
3. IPCC: Summary for policymakers. Climate Chenge 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Pt. A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., White L.L. (Eds.). New York, USA: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2014. P. 1-32.
4. Zulkiffal M., Ahsan A., et al. Heat and Drought Stresses in Wheat (*Triticum aestivum L.*): Substantial Yield Losses, Practical Achievements, Improvement Approaches, and Adaptive Mechanisms 2021. DOI: 10.5772/intechopen.92378 In book: *Plant Stress Physiology*.
5. Kirizy D.A, Stasik O.O., Pryadkina G.O., Shadchina T.M. Assimilation of CO2 and mechanisms of its regulation. In: *Photosynthesis*. V 2. Kyiv: Logos, 2014. 480 p.
6. Murata N., Takahashi S., Nishiyama Y., Allakhverdiev S.I. Photoinhibition of photosystem II under environmental stress. In: *Biochem. et Biophys. Acta*., 2007. 1767(6). P. 414–421.
7. Kreslavsky V.D. Karpentier R., Klimov V.V., Murata N., Allahverdiev S.I. Molecular mechanisms of stability of photosynthetic apparatus for stress. In: *Biological membranes*, 2007. (3), p. 195-217.
8. Allison E. et al. Flexibility in photosynthetic electron transport: The physiological role of plastoquinol terminal oxidase (PTOX). In: *Biochem. et Biophys. Acta*., 2011. 1807. P. 954–967.
9. Anderson J.M. The Grana Margins of Plant Thylakoid Membranes. In: *Physiol. Plant*. 1989. V.76. P. 243-248.
10. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total Carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. In: *Journal Plant Physiology*. 1994. V. 144. P. 307-313.
11. Vermaas W. Molecular-biological approaches tu analyze photosystem 2 structure and function. In: *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*. 1993. 44. P. 457-481.
12. Bukhov N.G., Carpentier V.V. Alternative Photosystem I-Driven Electron Transport Routes: Mechanisms and Functions. In: *Photosynthesis Research*. 2004. V.82. P. 17-33.
13. Fu A., Park S., Rodermel S. Sequences required for the activity of PTOX (IMMUTANS), a plastid terminal oxidase: *in vitro* and in planta mutagenesis of iron-binding sites and a conserved sequence that corresponds to Exon 8. In: *J Biol. Chem*. 2005. V. 280. P. 42489-42496.
14. Shahbazi M., Gilbert M., Laboure A., Kuntz M. Dual Role of the Plastid Terminal Oxidase in Tomat. In: *Plant Physiol*. 2007. V. 145. P. 691–702.
15. Xiong L., Schumaker K.S., Zhu J.-K. Cell signaling during cold, drought and salt stress. In: *Plant cell*. 2002. V. 14. P. 165-183.
16. Satoh H., Uchida A., Nakayama K., Okada M. Chlorophyll protein in *Brassicaceae* plants is a stress-induced chlorophyll-binding protein. In: *Plant and Cell Physiology*. 2001. V. 42. P. 906–911.

UDC: 631.52:635.65 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.34

BREEDING PULSES TO IMPROVE ADAPTIVE TRAITS UNDER CONDITIONS OF GENERAL WARMING

Sichkar Vyacheslav*, *https://orcid.org/0000-0003-0581-5068*
Lavrova Halyna, *https://orcid.org/0000-0002-3086-6572*
Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seed and Cultivar Investigation, Odessa, Ukraine,
** e-mail: bobovi.sgi@ukr.net*

Summary. The importance of leguminous crops as a source of high-quality protein, macro- and microelements, dietary fiber, vitamins, unsaturated fatty acids and antioxidants is substantiated. Their significant positive role in maintaining high soil fertility due to biological nitrogen fixation is shown. Methods of breeding of soybean, pea and chickpea at the Plant Breeding and Genetics Institute are described. The characteristics of the bred varieties by elements of productivity, resistance to adverse abiotic environmental factors, biochemical parameters of seeds are given.

Keywords: soybean, pea, chickpea, drought resistance, initial material, breeding methods

Introduction

In world agriculture, the group of legumes ranks second after cereals both in terms of sown areas and gross yields. Their role is due to a number of important positive signs. Firstly, they provide high-quality raw materials for the preparation of both food and feed products. Their seeds contain 25-40% of protein with a complete amino acid composition, which has a preventive effect against a number of diseases that are intensively spreading in the late twentieth and early twenty-first centuries. In addition, their seeds are rich in a significant amount of biologically active components such as vitamins, minerals, trace elements, unsaturated fatty acids, phospholipids, essential aminoacids, dietary fiber, phytocompounds (polyphenols, terpenoids, carotenoids, phytosterols), antioxidants. Such products are characterized by therapeutic and prophylactic properties that ensure the bioregulatory and immunoregulatory functions of the human body, as well as its adaptation to environmental factors.

The second important feature of legumes is the ability to fix nitrogen from the air and, due to this, almost completely provide this element for the formation of their own crop. Soybean, pea, chickpea, lentil bind 100-150 kg/ha of nitrogen in the active ingredient during the growing season, which is equivalent to the introduction of about 300 kg of nitrate into the soil.

Global warming, which leads to an increase in temperature and long rainless periods during the growing season of plants, significantly reduces grain yield, up to its complete loss. This situation necessitates the introduction of drought-tolerant species that give economically justified yields even under adverse meteorological conditions. Therefore, the use of lentil and chickpea, which are quite drought-resistant, makes it possible to reduce the loss of agricultural products in dry seasons.

Intensive introduction of cereal and legume crop rotations will also lead to the improvement of the environment and the preservation of soil quality. The UN's recognition of the importance of this group of crops for humanity is the celebration of 2016 as the International Year of Pulses. Based on a set of positive signs, their areas are constantly growing. The greatest dynamics is observed in soybean. If in 2000 it was sown on 74.3 million hectares, then in 2014 the area reached 117.7, in 2019 – 120.5, and in 2022 – 133.8 million hectares. During this period, its yield increased from 2.11 t/ha to 2.86 t/ha. The area under kidney bean has expanded by 50% this century, chickpea by 47%, cowpea by 67.4%, and lentil by 44%. The intensive growth of the world's population of

people indicates that the positive trend of growth in the production of leguminous crops will grow in the future. To this end, the world's leading centers for breeding leguminous crops, such as the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), are working on the creation of high-yielding, adaptive, technological varieties, using both traditional breeding methods (artificial hybridization with subsequent selection of transgressive forms) as well as the latest methods that allow to more accurately identify valuable plants, the descendants of which can serve as a base for new varieties. To obtain the original source material, marker selection (MAS) is intensively used, the essence of which is to identify certain sections of DNA (genes) that are associated with the expression of a morphological, biochemical or physiological characteristic. For most legumes, genetic maps have been built, that is, the position of genes on the chromosome has been determined, which makes it possible to control their movement in the offspring at the early stages of the breeding process. The method of creating so-called MAGIC hybrids (multi-parent advanced generation intercrosses) is widely used in the world. The parental forms in this scheme are recombinant lines or hybrid offspring obtained from two-component crosses. The lines isolated from such complex hybrid populations combine a valuable complex of economic and adaptive traits.

Global warming, which the current generation is witnessing, has posed a number of new challenges to the agricultural industry. The constant increase in air and soil temperatures, the increase in inter-rainy periods and the presence of prolonged droughts during the growing season of plants lead to significant yield losses. Therefore, at this stage, the main efforts of breeders are focused, first of all, on the creation of varieties that are highly adaptive to high air temperatures and lack of moisture in the soil. We solve the same goal in the process of breeding soybean, pea, chickpea and lentil.

Materials and methods

In field and laboratory experiments, a large set of collection and breeding forms of soybean, chickpea, pea, as well as all varieties bred by PBGI – NCSCI, which are included in the register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, were analyzed. The collection material was sown in single-row plots 1.5 m long with frequent standards. Ecological, competitive and preliminary testing was laid in five repetitions for plots of 10 m2. During the growing season, the main phases of plant development were noted and the necessary measurements and observations were carried out.

The soils of the zone are medium-humus chernozems, the thickness of the humus layer reaches 40–50 cm, the reaction is neutral or slightly alkaline (pH 6.0–7.2). The average air temperature is +10.6°C, the average precipitation is 484 mm. The temperature regime is favorable for the cultivation of this group of crops, but dry conditions during the growing season, as a rule, inhibit plant growth and reduce their productivity.

Results and discussions

These days, soy plays a crucial role in providing people, animals, and poultry in the world with high-quality protein. In recent decades, a similar situation has developed in Ukraine. If in 2000 it was sown with 60.6 thousand hectares, in 2005 – 421.7, in 2010 – 1037, and in 2017 the area reached 1982 thousand hectares. Since 2013, the seed yield has exceeded 2 t/ha, and in some years it reaches 2.5–2.7 t/ha. For a 45-year period of breeding work at our institute, 35 varieties of soybean of different ripeness groups have been bred, which were recommended for cultivation in Ukraine, Russia and Belarus. The successes achieved were obtained due to the use in hybridization of a large amount of collection material that came from different countries of the world, as well as a significant number of tested lines of hybrid origin of early generations. It should be noted that the breeding nursery, as a rule, included 15-20 thousand lines.

Studies have shown that under dry conditions, seed productivity is most closely related to the intensity of development of the aerial part of the plant, the diameter of the stem at its base, and the number of beans per plant. Thus, the obtained data confirm that the drought resistance of soybean can be determined by the accumulation of aboveground mass under conditions of water deficit.

The obtained experimental results testify to the high heat resistance of soybean plants, which significantly exceeds this indicator in cereal crops. Under conditions of elevated temperatures, a significant amount of free proline accumulates in soybean leaves, the level of which indicates the resistance of the variety to this factor. Genotypic variability in the water-holding capacity of leaves was also revealed. According to the complex of signs, we found varieties of domestic origin resistant to lack of moisture. Among the collection set, a rather drought-resistant form of PI 416937 was distinguished, which is characterized by an increased level of leaf watering, is able to better retain turgor, transpiration and the rate of CO_2 metabolism under water stress compared to other varieties. In field experiments in the arid conditions of the steppe zone of Ukraine, domestic varieties Arcadia Odes'ka, Charivnytsia Stepu, Palmyra, Odes'ka 150, Khadzhibey, Eldorado, Faeton, as well as foreign varieties such as Hardin 91 (USA), NSL 315110 (Serbia), F 91-1157 (Hungary) were distinguished by increased productivity [Sichkar, Pasichnyk, 2018].

The natural background of our zone makes it possible to objectively assess the level of drought resistance of soybean varieties of various breeding institutions. Increased adaptability to the lack of moisture in the soil and high air temperatures was noted by the varieties Arcadia Odes'ka, Vasylkivska, Altair, Yatran', created at the Plant Breeding and Genetics Institute, Romantica, bred at the Institute of Plant Production, Sprint from the Institute of Oilseeds of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Valiuta and Yuvileina from the Kirovograd State Agricultural Experimental Station and Proteinka from the Institute of Field and Vegetable Growing (Serbia, Novi Sad). We believe that these varieties are valuable carriers of genetic factors that determine adaptability to arid environmental conditions.

It has been established that under dry conditions, a higher yield is formed with an optimal combination of various elements of productivity and economically valuable traits, among which the above-ground mass of plants, the number of beans and seeds per plant are of the greatest importance [Sichkar, 1989]. Our long-term data indicate that the color of pubescence, the shape of the leaves, the type of growth have little effect on the level of adaptability in steppe conditions. For example, the Arcadia Odes'ka has shown high adaptive potential for more than 25 years. It belongs to the early maturing group, is characterized by a determinant type of growth, branches well and has an increased above-ground mass. On the other hand, the Vasylkivska and Romantika varieties are non-determinant, early ripening, with fewer side branches. They also stand out for their high level of adaptability to arid environmental conditions.

The determinant type of growth is due to the action of the dominant Dt1 gene (Dt1, Dt1 and Dt1, dt1). The indeterminate genotype carries this gene in a recessive state (dt1, dt1). In addition, there is also a semi-determinant pattern of growth, which is intermediate between the above and is controlled by the dominant Dt2 gene, which is expressed only in the presence of the Dt1 gene. Depending on the presence of a particular gene, the growth and formation of the generative organs of soybean plants takes place.

It should be noted that the height of determinant forms varies greatly and depends significantly on the presence of photoperiodic reaction genes that affect the onset of flowering. To obtain tall forms, the Dt1 gene must be combined with a complex of photoperiodic genes. In non-determinate varieties, new nodes are formed during the entire growth period. Under our conditions, the adaptive properties of modern soybean varieties are approximately equivalent in both cultivars, although there is a discussion regarding this conclusion. The varieties we bred do not differ significantly in productivity and adaptive potential depending on the type of growth. Such new non-determinant varieties as Syaivo, Danko, Antares, Pivdenna Zorya, Odesytka, semi-determinate -

Rusa, Feniks, Orfei, Euridika, Aurora, Zmina and highly determinate - Farwater, Don'ka, Melpomena, Symphonia, Serenada are characterized by high yield potential under optimal growing conditions and belong to the group of drought-resistant. In 2023, at the demonstration site of the Poltava State Agricultural Research Station the yield of the Euridika reached 5.36 t/ha, the Aurora – 4.86 t/ha and the Zmina – 4.57 t/ha. At the demonstration site of the Institute of Fodder and Agriculture of Podillya in the same year, the yield of the above varieties was 2.07; 2.15 and 1.97 t/ha, respectively, and the varieties Serenada (2.58 t/ha), Vasylkivska (2.55 t/ha), Feniks (2.52 t/ha), Odesytka (2.36 t/ha) stood out in this location.

The level of drought resistance significantly depends on the peculiarities of the formation of the leaf apparatus of plants. In our experiments under dry conditions, it was shown that the optimal leaf surface area is formed in varieties of different precocity. The dynamics of its growth is s-shaped, a positive relationship with yield was observed only in early ripening varieties. In the process of breeding, it is important to select forms in which the leaf area increases very quickly during the vegetative period, that is, before flowering, and with the beginning of the formation of beans, the growth slows down and the synthesized plastic substances are more rationally used by generative organs.

Our research has shown that it is possible to create soybean varieties that are highly adaptable to arid conditions and that branch well. Such an example is the variety Arcadia Odes'ka, which was in the state register from 1986 to 2010. It stood out for its high adaptive potential, formed a significant number of lateral branches under arid conditions, and had high protein content in the seeds. The variety Arcadia Odes'ka was widely involved in hybridization, its hereditary material is present in the pedigree of such varieties as Yatran', Antares, Rusa, Symphonia, Orfei, Euridika, Zmina.

The level of drought resistance is also significantly influenced by the duration of individual phases of ontogeny. As a rule, breeders try to breed varieties that move early from vegetative to generative development, that is, they bloom quickly. A particularly significant relationship was found between the duration of the "seedling-flowering" phase and the level of drought resistance during the onset of drought in the second half of summer. Our studies in the arid conditions of the Steppe, where drought occurs almost annually in July-August, have shown that the realization of the yield potential of soybean varieties by 89–93% depends on the interaction of precipitation and active temperatures. Most of all, these factors affect from the end of May to July, when intensive growth, flowering and setting of beans occurs. The most significant for the formation of yields were the air temperature in May and the amount of precipitation in July.

Thus, the above experimental data indicate that the adaptive potential of a variety is a rather complex trait, which depends on the genotype of the variety and the conditions under which it is grown. Successful breeding to improve it is complicated by the fact that it is formed as a result of the action of the entire set of genes. Despite this, there are key indicators on the basis of which breeders make selections to improve certain traits that are part of this complex. Among them are the water-holding capacity of leaves, a more developed root system or its individual parts, the nature of the combination of photoperiodic reaction genes, and the genetically determined efficiency of water use by plants. With an optimal combination of the above traits during the growing season, plants form leaf and root surfaces that meet the prevailing conditions, they maintain high levels of photosynthesis, and transpiration and normal water balance in tissues. An important step in improving drought tolerance of soybeans is to identify collection specimens in which there is a slower withering of the above-ground mass under water stress. Physiological studies have shown that this trait is due to a very low rate of transpiration. To breed highly adaptive varieties, it is necessary to combine several traits in one genotype by hybridization, in which the passages of the main phenological phases will be synchronized with the natural factors of a certain ecological zone.

Pea is essential in the agricultural sector of Ukraine. At the end of the last century, its area was about 1.5 million hectares, and the gross harvest exceeded 3 million tons. We believe that in

order to ensure the stable development of the agricultural sector in the country, it is necessary to restore pea to the level of the end of the twentieth century.

Our pea breeding program is based on the use of genes that effectively affect the architectonics of plants (*def* – seed shedding, *af* –leafless type, *deh*, *Stb* – stem determinant), which significantly improves the manufacturability of the crop and contributes to an increase in yield.In recent decades, much attention has been paid to the creation of so-called "leafless" varieties, in which, as a result of the *afila* mutation, the leaves turn into tendrils, with which individual plants interlock with each other and thus maintain an upright position. Modern varieties of this type have well-developed whiskers, which are also an important photosynthetic organ.

Obtaining new source material is achieved by hybridization of specially selected parental forms, which must necessarily bear features that significantly affect resistance to adverse environmental factors. The breeder's task is to combine them in a single genotype, which will be characterized by improved overall adaptability. In addition, we involve genotypes that are characterized by high seed productivity in crossing. As a rule, adaptive parental components come from the steppe zone of our country, and highly productive ones come from European countries.

To date, 63 varieties have been included in the state register of varieties suitable for distribution in Ukraine, about half of which were created in our country. The Plant Breeding and Genetics Institute is the owner of 7 varieties, among which Cruise stands out for its high level of drought resistance. The White Angel variety is characterized by significant resistance to lodging and is able to yield a yield of 5 t/ha under optimal growing conditions.

One of the ways to stabilize yields can be winter sowing of peas. Under the conditions of the steppe zone of Ukraine, most moisture in the soil accumulates in early spring. During this period, its reserves reach 130-150 mm, and in some years 160 mm. This moisture is enough to form a satisfactory crop, especially with the introduction of moisture-saving technologies.

During 2017–2023, in the conditions of the central zone of the Odessa region, we conducted a study on the autumn sowing of peas, using cold-resistant varieties for this - Serbian Moroz and French Enduro and Balltrap. They showed that with this technology, the growth and development of peas are significantly accelerated and they ripen 18-20 days earlier than sown in spring. So, in 2018, the phase of full ripening of the above varieties began on the first of June. In addition, the yield of such crops, depending on the variety, was 10-15% higher compared to the optimal sowing time in spring.It is important to note that global warming, which is especially evident in the steppe zone of Ukraine, contributes to the introduction of this technology of growing peas. Winters have become milder in recent decades, and spring comes earlier.

By crossing cold-resistant varieties of foreign selection and domestic ones recommended for cultivation during spring sowing, we have created a valuable source material for the selection of recombinant lines that are adapted for winter sowing. The first variety of this type called Feniks odes’kyi has already been submitted for state examination.

In the context of climate change, chickpea is gaining popularity – an important heat- and drought-resistant leguminous crop. In particularly dry years, which have recently become more frequent, chickpea competes well in productivity with pea [Magbool et al., 2017].

Its protein stands out for its unique value, it is completely balanced in terms of the content of essential amino acids, is characterized by a therapeutic effect, especially protects against such diseases of our time as cardiovascular and oncological. In addition, its use in food helps to reduce blood cholesterol levels, prevents the development of osteoporosis, atherosclerosis, diabetes mellitus, obesity, and increases the overall adaptive properties of the body. In addition to high-quality protein, chickpea seeds contain many vitamins, minerals, and other biologically active compounds. Particularly valuable components of its seeds are isoflavones – compounds of a polyphenolic nature.

18 varieties of chickpea are recommended for cultivation in Ukraine, 7 of which were created in the PBGI – NCSCI – the leading chickpea breeding institution in the country. The

breeding program is focused on the creation of large-seeded varieties with light seeds and a high coefficient of boiling, which are in great demand in the world market. These are the characteristics of the Triumph, Odyssey and Skarb varieties. These varieties, as well as Budzhak and Dostatok, were created by the method of multicomponent crosses (there are 3-4 parental forms in the pedigree).

In our institute, chickpea breeding began in 1995. It is based on collection material obtained from the International Research Center for Semi-Arid Tropics (ICRISAT, Patancheru, India) and the Center for Plant Genetic Resources of Ukraine (Kharkiv). Over the past period, more than 3 thousand collection forms have been analyzed for economically valuable traits and 12 varieties have been created. The accumulated long-term information allows us to form the main indicators of the model of a highly adaptive variety for the arid zones of our country. It is based on phenological, physiological, biological traits, as well as the genotype-environment interaction [Sichkar et al., 2023].

In the process of breeding work, it is necessary to strive for the formation of erectoid plants, in which the lateral branches depart from the main stem at an angle of less than 15°C. The height of the plants should be 50–60 cm; the height of attachment of the lower bean should be 15–17 cm. Vertically oriented leaves with a reduced width are much better able to transmit sunlight into the middle and lower tiers of the plant. The growth of the leaf surface should be synchronized with the general development of the above-ground mass, which is an important criterion for selection for increased productivity. The ratio between the total biological weight and the weight of the seeds (harvest index) should be within 0.5.

For production, it is necessary to create varieties of different ripeness groups, which allows to more effectively use natural factors for the formation of yields, especially precipitation, and better use agricultural machinery. According to the duration of the growing season, five groups can be distinguished: very early (<75 days), early (76–80 days), medium (81–100 days), late (101–110 days) and very late (>110 days). For the conditions of Ukraine, the most favorable are early and mid-season varieties, the duration of the growing season of which allows timely harvesting and preparing the soil for sowing winter crops. The creation of early ripening varieties helps to avoid drought and high temperatures at the end of flowering and in the process of filling seeds. In the process of breeding, it is necessary to reduce the duration of the growing season due to the phase "germination - beginning of flowering" in order to have a longer time for the formation and filling of seeds.

Conclusions

Leguminous crops play an important role in the formation of food and feed resources of both our planet and Ukraine.

In the context of global warming, the main efforts of breeders should be directed to the creation of varieties resistant to abiotic and biotic environmental factors.

Particular attention should be paid to drought resistance, which depends on the level of development of the root system, the duration of the growing season, the effectiveness of stomata, the leaf surface area, the expression of specific genes and the biosynthesis of secondary metabolites (proline, abscisic acid).

Models of soybean, pea and chickpea varieties for arid conditions of the steppe zone of Ukraine are proposed, which include such parameters as the type of growth, the duration of the growing season, the area of the leaf surface, the optimal number of lateral branches, and the size of seeds.

The main method of selection is intervarietal hybridization of selected parental forms. Its effectiveness increases significantly with the use of crossing components that differ in ecological and geographical origin, productivity elements and the duration of the growing season. Significant genotypic variability is formed when using multicomponent crosses.

To create source material highly adapted to arid zones, it is necessary to combine traditional, marker and genomic breeding methods. The use of genetic markers makes it possible to control the presence of a certain locus in a number of subsequent generations.

References

1. Magbool M.A., Aslam M., Ali H. Breeding for improved drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: *Plant Breeding*. 2017. V. 136(3). P. 300–318. DOI: 10.1111/pbr.12477
2. Sichkar V.I. Main indicators of the model soybean variety for the south of Ukraine. In: *Breeding and seed production*. 1989. № 4. P. 8–16. (in Russian)
3. Sichkar V.I., Lavrova H.D., Koloyanidi N.O., Dzhus T.O. Chickpeas are a promising source of dietary protein. In: *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2023. № 19. P. 172 – 193. DOI: 10.37.555/2707-3114.19.2023.295154. (in Ukrainian)
4. Sichkar V.I., Pasichnyk S.M. Genetic and physiological foundations of resistance of leguminous crops to drought. In: *Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders.* 2018. V. 16. № 1. P. 35–51. DOI: 10.7124/visnyk.utgis.16.1.901. (in Ukrainian)

UDC: 632.4:632.911.2 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.35

TULPINI DE TRICHODERMA CU POTENȚIAL ANTIFUNGIC ÎNALT FAȚĂ DE FITOPATOGENI

Sîrbu Tamara*, *https://orcid.org/0000-0001-7809-9870*
Moldovan Cristina, *https://orcid.org/ 0000-0003-1634-0344*
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Universitatea Tehnică a Moldovei
Chisinău, Republica Moldova
**e-mail: tamara.sirbu@imb.utm.md*

Summary. Fungal infections in agriculture lead to a significant decrease in crop yield, and their control can be carried out chemically or biologically. The biological way is more effective. In this study, the effectiveness of *in vitro* biological control against the fungal pathogens: *A. alternata, B. cinerea, F. oxysporum* and *F. solani* was evaluated, using *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 and *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 strains as biological control agents. The obtained results demonstrated a high sensitivity of the metabolite solutions of *Trichoderma* strains to the tested phytopathogens, significantly reducing their growth. Therefore the strains *T. atrobruneum* CNMN FD 25 and *T. longibrachiatum* CNMN FD 27 can be used as biological control agents of crops.

Keywords: fungi, pathogens, zones of inhibition, biological control agents.

Introducere

Utilizarea produselor de origine chimică (pesticide, insecticide ș.a) au dus la degradarea mediului și a poluării apelor. Astfel, acum se caută metode alternative produselor chimice pentru a proteja și a stimula creșterea plantelor și a obține recolte bogate fără a dăuna mediului. O sursă inepuizabilă de obținere a produselor biologice de interes agricol sunt microorganismele, care contribuie atât la stimularea creșterii plantelor cât și ca protecție împotriva bolilor și dăunătorilor. Metodele biologice de protecție a plantelor folosind antagonismului dintre microorganismele din sol este foarte benefic, deoarece nu duce la denaturarea mediului. Antagonismul microorganismelor față de agenți patogeni constă în mai multe mecanisme, inclusiv competiția pentru spațiu și nutrienți, micoparazitismul, secreția de compuși cu activitate antifungică precum antibiotice sau toxine ucigașe, inducerea rezistenței la plante, precum și producerea de compuși volatili care pot juca un rol important în biocontrol. Utilizarea preparatelor obținute pe baza microrganismelor poate contribui nu numai la inhibarea creșterii agenților patogeni, ci și la îmbunătățirea calității culturilor și proprietățile solului, crescând astfel nivelul producției de alimente [8, 10]. Printre cele mai des utilizate microorganizme în producerea substanțelor biologice de interes agricol sunt fungii din genul *Trichoderma*. Astfel, tulpinile din genul *Trichoderma* contribuie la stimularea creșterii și modularea diferitor funcții ale plantelor, totodată asigură protecție plantelor față de diferiți fitopatogeni și dăunători [6, 7, 9**]**. Trichoderma este un gen de ciuperci ascomicete cosmopolit și oportunist, care include specii care sunt de interes pentru agricultură ca agenți de control biologic direct al fitopatogenilor. În colonizarea plantelor, pe rădăcini sau ca endofit, *Trichoderma* a dezvoltat capacitatea de a comunica cu planta și de a produce numeroase beneficii cu mai multe fațete gazdei sale [11].

Din punct de vedere aplicativ, stabilirea unor tehnologii de aplicare diversificate pentru *Trichoderma* este o direcție importantă de dezvoltare pentru rolul său în dezvoltarea durabilă a agriculturii. Trichoderma este genul unei ciuperci cosmopolite, comună în diferite tipuri de medii sau agroecosisteme. Are proprietăți diferite care îi conferă calități și funcții benefice, motiv pentru care i se oferă diferite utilizări, de exemplu, ca agent de biocontrol în controlul diferitelor boli

fungice și nematode ale plantelor, prin rezistență sistemică indusă sau directă, ca stimulent al creșterii plantelor, îmbunătățind absorbția apei și a nutrienților și producând fitohormoni, ca bioremediator [3, 4]

Mecanismele de acțiune a tulpinilor de Trichoderma asupra patogenilor sunt diferite, pot interacționa direct cu planta, promovând creșterea și oferind culturilor rezistență la fungii pathogen, pot ataca ciupercile fitopatogenice. *Trichoderma* poate ucide direct agenții patogeni fungici ai plantelor prin antibioză, precum și prin strategiile de micoparazitism. moleculele produse de microorganisme, inclusiv fungii din genul *Trichoderma*, pot fi identificate pentru a imuniza plantele împotriva bolilor. la combaterea bolilor și a efectelor negative asupra mediului [5, 10]. *Trichoderma spp.* este folosită în principal pentru a controla bolile transmise de sol, precum și unele boli ale frunzelor și paniculelor diferitelor plante. *Trichoderma spp*. de asemenea, se comportă ca un agent de control biologic sigur, ieftin, eficient, ecologic pentru diferite specii de culturi [1, 2, 12, 13, 15].

Materiale și metode

În calitate de obiect de studiu au fost luate tulpinile fingice *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 și *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27, care au fost testate după proprietățile antimicrobiene față de fitopatogenii: *Alternaria alternata, Botritys cinerea, Fusarium solani, Fusarium oxysporum.* Tulpinile de fungi au fost cultivate pe mediul mal - agar. Activitatea antifungică a fost determinată după metoda difuziei metabolițilot în mediul agrizat (din blocul cu *Trichodermă* în agarul infectat cu fitopatogen) [14]. Diametrul zonei de inhibiție a creșterii patogenului a fost măsurat după 4 zile de incubare la 28-30°C.

În etapa următoare tulpinile de *Trichoderma* au fot cultivate în medii lichide cu compoziția gr/l: *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 - extract de drojdii 10,0; glucoză - 30,0; KH_2PO_4 - 1,0; $MgSO_4x7H_2O$ - 1,0; $NaNO_3$ - 1,0; apă potabilă pînă la 1 litru; pH 6,0 -6,2, iar Trichoderma *longibrachiatum* CNMN FD 27 - extract de porumb - 10,0; glucoză - 30,0; KH_2PO_4 - 1,0; $MgSO_4x7H_2O$ - 1,0; $NaNO_3$ - 1,0; $CaCO_3$ - 1,0 apă potabilă până la 1 litru; pH 6,0 – 6,2 la temperatura de 28-30^{o}C, timp de 6 zile cu agitare continuă (160-180 r/min). Soluția de metaboliți a fost separată de biomasă prin filtrare. Au fost testate asupra fitopatogenilor soluțiile de metaboliți ai tulpinilor de *Trichoderma* în raport de 1:100; 1:200; 1:300; 1:400 (sol. metaboliți/apă distilată). În cutiile inoculate cu fitopatogeni au fost făcute godeuri cu diametrul de 8 mm în care au fost introduce câte 0,1ml soluție de metaboliți a tulpinilor de Trichoderma.

Rezultate și discuții

Tulpinile de *Trichoderma* sunt cunoscute ca antagoniste față de un spectru larg de fitopatogeni, care provoacă daune semnificative plantelor de cultură.

Testarea proprietăților antifungice a tulpinilor *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 și *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 față de fitopatogrnii. *A. alernata, B. cinerea, F. solani, F. oxysporum* a demonstrat o sensibilitate înaltă față de aceștea (Fig. 1).

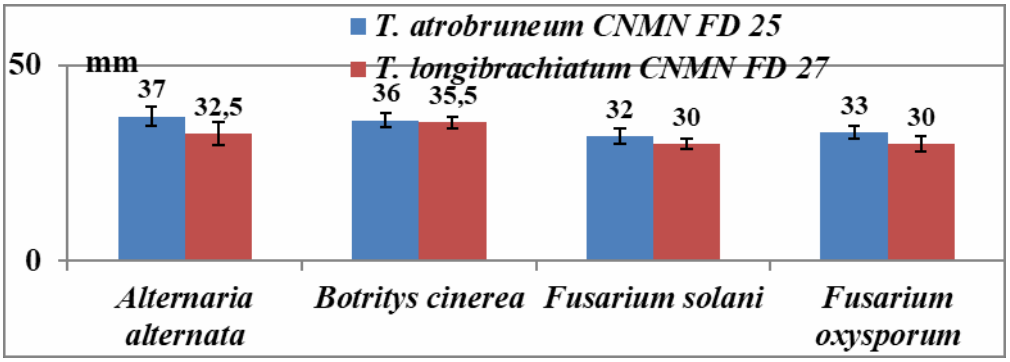


Figura 1. Zonele de inhibiție a fitopatogenilor sub acțiunea metabolițilot de Trichoderma

Zonele de inhibiție a fitopatogenilor menționați sub acțiunea metaboliților tulpinii *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 variază în limitele 32 mm (față de *F. solani*) - 36 mm (față de *A. alternata*). Activitatea antifungică a tulpinii *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 a fost de asemenea înaltă, zonele de inhibiție a fipopatogenilor variind de la 30 mm (față de *F. solani* și *F.oxysporum*) pînă la 35,5 mm (față de *B. cinerea*).

În agricultură preparatele pe bază de Trichoderma sunt aplicate în formă solidă sau lichidă. Pentru a obține soluții de metaboliți ai tulpinilor de Trichoderma la următoarea etapă tulpinile *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 și *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 au fost cultivate submers în medii lichide, timp de 6 zile la temperatura 28-30^{o}C, iar soluția de metaboliți obținută după separarea de biomasă în raport de 1:100; 1:200; 1:300; 1:400, cu apă distilată, a fost testată asupra fungilor patogeni luați în studiu. Astfel, în cutiile Petri inoculate cu fitopatogeni au fost făcute godeuri cu diametrul de 8 mm în care a fost introdus cite 0,1ml soluție de metaboliți.

Zonele de inhibiție a fitopatogenilor testați sub acțiunea soluțiilor de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 sunt prezentate în Tab. 1 și Fig. 2. Astfel, rezultatele prezentate demonstrează o sensibilitate înaltă a soluției de metaboliți față de fitopatogenii testați în toate concentrațiile studiate. Zonele de inhibiție a fitopatogenilor testați variind de la 28 mm (conc. 1:100) pînă la 17,5 (cons 1:400), ceia ce denotă că proprietățile antifungice a tulpinii *Trichoderma atriobruneum* CNMN sunt forte înalte. Soluția de metaboliți chiar și în concentrații mici (1:400) a demonstrat zone de inhibiție a tuturor fitopatogenilor ce variază în limitele 17,5 - 22,0 mm, deci poate fi utilizată la combaterea fitopatogenilor testați.

Tabelul 1

Activitatea antifungala a diferitor concentrații a soluției de metaboliți a tulpinii de fungi *Trihoderma atrobruneum* față de unii fungi fitopatogeni

Dilutia soluției de metaboliți	Diametrul zonelor de inhibiție a fitopatogenilor, mm			
	B. cinereea	***Alt. alternata***	***F. oxysporum***	***F. solani***
1:100	28,0 ± 2,5	28,0 ± 1.0	32,0 ± 2,0	29,0 ± 1,0
1:200	26,0 ± 1,2	26,0 ± 1.1	28,0 ± 1,5	24,0 ± 3,0
1:300	25,0 ± 2.0	22,5 ± 2,5	24,0 ± 1,0	20,0 ± 1,5
1:400	20,7 ± 2,5	17,5 ± 2,5	22,0 ± 1,0	20,0 ± 1,0

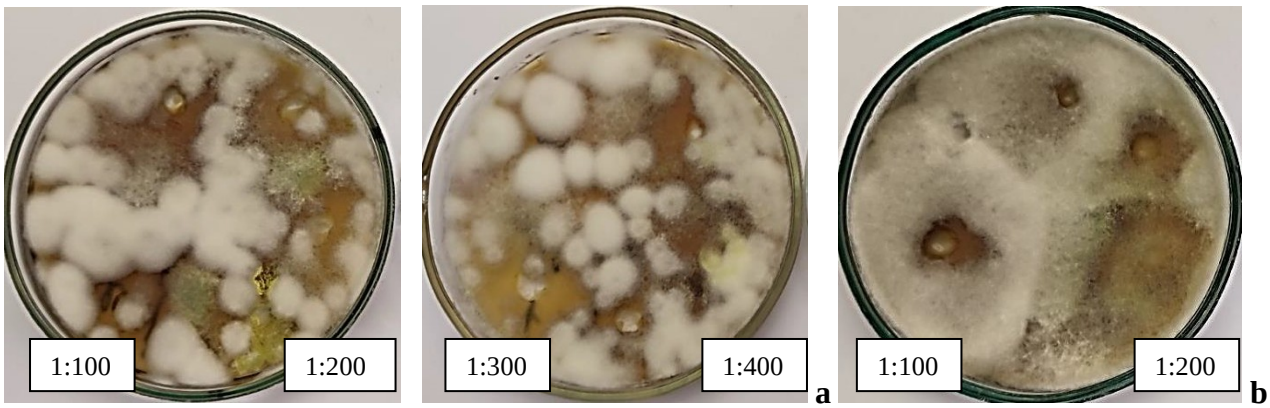


Figura 2. Acțiunea soluție de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 în dependență de concentrația utilizată asupra fitopatogenilor:
a – *Fusarium solani*; b – *Botritys cinerea*

În variantele experimentale cu utilizarea soluție de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 (Tab. 2, Fig. 3), indiferent de concentrația utilizată, a fost înregistrată o inhibiție totală a fitopatogenului *Alternaria alternata.* Zonele de inhibiție a celorlalte tulpini fitopatogene au variat în dependență de concentrația soluției de metaboliți utilizată. În variantele cu concentrația soluție de metaboliți 1:100 zonele de inhibiție au variat în limitele 26,8 mm (față de *F. solani*) și 29,0 mm (față de *A. alternata*), iar în variantele cu concentrația de 1:400 zonele de inhibiție maximale de 18,0 mm au fost înregistrate față de *F.solani* și minimale de 16,0 mm față de *F.oxysporum,* iar față de *Alternaria alternata* zonele au constituit 17,5 mm.

Tabelul 2

Activitatea antifungala a soluție de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 față de fitopatogeni

Dilutia soluției de metaboliți	Diametrul zonelor de inhibiție a fitopatogenilor, mm			
	B. cinereea	***Alt. alternata***	***F. oxysporum***	***F. solani***
1:100	Inhibat total	29,0 ± 1,0	28,0 ±1,0	26,8 ± 2,5
1:200	Inhibat total	23,5 ± 3,0	24,2 ± 1,8	26,7 ± 2,3
1:300	Inhibat total	23,0 ±1,5	20,5 ± 1,5	22,0 ± 1,0
1:400	Inhibat total	17,5 ± 1,5	16,0 ± 2,5	18,0 ± 2,0

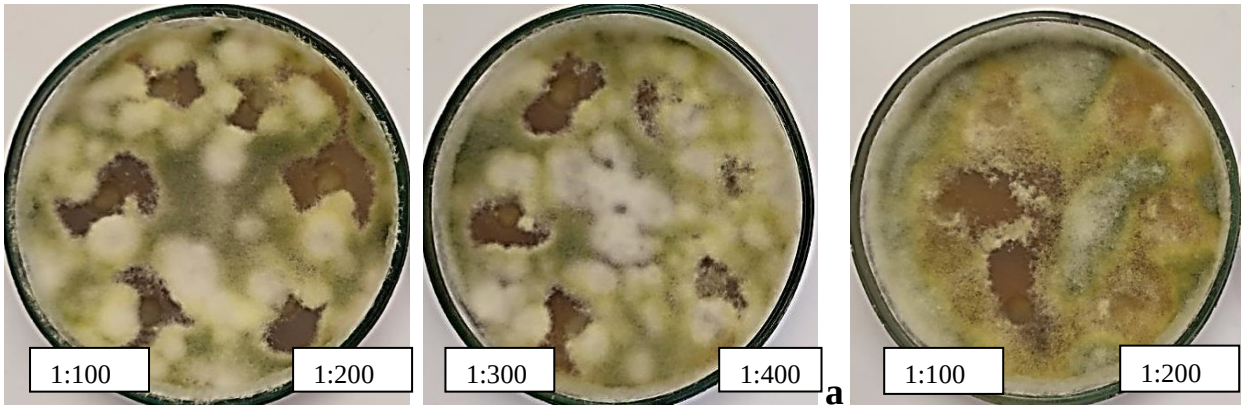


Figura 3. Acțiunea soluție de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma longibrachiatum* SNMN FD 27 în dependență de concentrația utilizată asupra fitopatogenilor:
a – *Fusarium solani*; b – *Botritys cinerea*

Astfel, rezultatele prezentate în Tab. 2 și Fig. 3 denotă o sensibilitate înaltă a soluției de metaboliți ai tulpinii *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 fată de toți fitopatogenii testați indiferent de concentrația utilizată.

Concluzii

La ora actuală, cea mai perspectivă și ecologică metodă de stimulare a creșterii plantelor de cultură și protecție față de boli și dăunători este utilizarea preparatelor microbiene obținute pe bază de microorganisme. Datorită mecanismului său de control biologic, tulpinile de *Trichoderma spp.* sunt aplicate pe larg în agricultură pentru stimularea și protecția plantelor de cultură, având totodată un rol important în stabilirea ecosistemul, dar și în promovarea agriculturii durabile

Rezultatele obținute în acest studiu au demonstrat că, tulpinile *Trichoderma atrobruneum* CNMN FD 25 și *Trichoderma longibrachiatum* CNMN FD 27 posedă sensibilitate înaltă față de fitopatogenii: *A. alternata, B. cinerea, F. oxysporum și F. solani,* care provoacă daune mari sectorului agricol. Deci, aceste tulpini de Trichoderma pot fi considerate ca potențiali producători de sunstanțe antifungice eficiente pentru combaterea fitopatogenilor menționați.

Notă. Cercetările au fost efectuate în cadrul subprogramului 020101 InBioS – Soluții biotehnologice inovative pentru agricultură, medicină și protecția mediului.

Referințe bibliografice

1. Bastakoti S., Belbase S., Manandhar S., Arjyal C. *Trichoderma* species as biocontrol agent against soil borne fungal pathogens. In: *Nepal Journal of Biotech.*. Dec. 2017, Vol. 5, No. 1, p. 39-45.
2. Gomathinayagam S., Persand S.A., Rekha M. Comparative stugy of biological agents *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for controlling brown spot disease in rice. In: *J. Biopest*, 5 (Supplementary), 2012, p. 28-32.
3. Gonzalez Basso Valeria, Di Barbaro Gabriela, Ribero Gustavo. *Trichoderma spp*.: characteristics and applications. In: *J. Applied Biotechnology & Bioengineering*. 2024; 11(1), p.18-22. DOI: 10.15406/jabb.2024.11.00354
4. Jang S., Kwon S.L., Lee H. et al. New Report of three unrecorded species in *Trichoderma harzianum* species complex in Korea. In: *Mycobiology*. 2018 Aug 24, 46(3), p. 177-184. Doi: 10.1080/12298093.2018.1497792.
5. Kubiak A., Wolna-Maruwka A., Agnieszka A. Pilarska, Alicja Niewiadomska and Agnieszka Piotrowska-Cyplik. Fungi of the *Trichoderma* genus: future perspectives of benefits in sustainable Agriculture. In: *Appl. Sci*. 2023, 13(11), 6434; https://doi.org/10.3390/app13116434
6. Martínez Y, Heeb M, Kalač T, Gholam Z, Schwarze FWMR, Nyström G, De France K. Biopolymer-based emulsions for the stabilization of *Trichoderma atrobrunneum* conidia for biological control. In: *Appl Microbiol Biotechnol*. 2023 doi: 10.1007/s00253-023-12381-y.
7. Martinez Y, Ribera J, Schwarze FWMR, De France K. Biotechnological development of Trichoderma-based formulations for biological control. In: *Appl. Microbiol Biotechnol*. 2023 Sep; 107(18):5595-5612. doi: 10.1007/s00253-023-12687-x.
8. Nowocień K., Sokołowska B. Use of microorganisms in plant protection against fungal diseases. In: *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, nr 603, 2020, p. 41–52. DOI 10.22630/ZPPNR.2020.603.18.
9. Ritesh Kumar, Pratik Samanta, Susanth Vijay Raj, Pratush Bera, and Mohammed Naimuddin. Potential and Ppospects of *Trichoderma* in plant protection. Hindawi. In. *Advances in Agriculture*, Volume 2023, Article ID 5573662, 11 pages. https. doi.org/10.1155/2023/5573662
10. Roberto N. Silva,Valdirene Neves Monteiro, Andrei Stecca Steindorff, Eriston Vieira Gomes, Eliane Ferreira Noronha, Cirano J.Ulhoa. *Trichoderma*/pathogen/plant interaction in pre-harvest food security. Fungal Biology, 2019 Aug; 123(8): 565 - 583. doi:10.1016/j.funbio.2019.06.010**.**
11. Sheridan L. Woo, Rosa Hermosa, Matteo Lorito, Enrique Monte. *Trichoderma*: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. Nature Reviews Microbiology, 2023, Vol. 21, pages 312–326.
12. Yao X, Guo H, Zhang K, Zhao M, Ruan J, Chen J. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. In: *Front Microbiol*. 2023 May 3;14:1160551. doi: 10.3389/fmicb.2023.1160551.
13. Буракаева А.Д. Микофильные грибы в биотехнологии фунгицидных препаратов. In: *ВЕСТНИК ОГУ* №6 (167)/июнь`2014, с. 98-103.
14. Егоров, Н.С. Основы учения об антибиотиках. Учебник. 6-е изд., перераб. и доп. М.: МГУ, Наука, 2004. 528 с.
15. Щербакова Т. Препарат глиокладин для биоконтроля белой гнили сои. // Межд. науч. конф. Микробиологическая биотехнология – наукоёмкое направление современных знаний. Кишинэу, 2011, ст. 229-230

UDC: 577.112.083:633.71 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.36

NICOTIANA WILD TOBACCO SPECIES – NEW PRODUCENTS FOR RECOMBINANT PROTEINS EXPRESSION

Tytenko Nataliia [1], Volyanska Olga [1, 2], Kovbasenko Raisa [1], Nifantova Svitlana [1], Emelyanov Volodymyr [1,3], Kuchuk Mykola [1], Symonenko Yuriy[1, *]

[1] *Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv,*
[2] *Taras Shevchenko Kyiv National University, NSC 'Institute of Biology and Medicine', Kyiv,*
[3] *Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
https://orcid.org/0000-0002-5597-3315, ***** *e-mail: yuri.simonenko@icbge.org.ua*

Summary. The development of heterologous expression methods in plants is a promising way to produce recombinant valuable proteins. The aim of this work was to analyse different species of the genus *Nicotiana* for new producers of recombinant proteins and optimisation of heterologous expression conditions for further study of the regulation of reporter gene expression during transient genetic transformation. All Australian tobacco species of the genus Nicotiana (*N. benthamiana, N. excelsior, N. debneyi, N. exigua, N. maritima, N. simulans, N. amplexicaulis, N. excelsior, N. excelsiana and N. rustika*) can be used for the expression of various recombinant proteins. The profile of GFP accumulation and fluorescence activity of many species is comparable to the profile of GFP fluorescence in *Nicotiana benthamiana* plants.

Keywords: genes heterologous expression, recombinant proteins, *Nicotiana* species (*N. benthamiana, N. excelsior, N. debneyi, N. exigua, N. maritima, N. simulans, N. amplexicaulis, N. excelsior, N. excelsiana* and *N. rustika*), transient genetic transformation, GFP.

Introduction

A large number of protein-based pharmaceutical products are used in modern medicine. The biotechnological production of therapeutically valuable recombinant human proteins (enzymes, hormones, antibodies, etc.) is of particular interest because they have a limited natural source. Currently, microorganisms are mostly used as producers of recombinant proteins. Despite the examples of successful use of bacterial production systems, prokaryotic biosynthetic systems have a number of disadvantages: lack of glycosylation, protein folding (packaging), accumulation of bacterial toxins in the culture solution, etc.

The development of heterologous expression methods in plants is a promising way to produce recombinant valuable proteins. Plant systems have a number of advantages over bacterial systems, including: cost-effectiveness, availability of plant material, the possibility of consuming plant food crops, stability of eukaryotic proteins in plant cells, the possibility of glycosylation, and the absence of bacterial pathogens and toxins. However, a significant disadvantage of using transgenic plant systems for stable protein synthesis is the low levels of recombinant product accumulation (about 1%). In this case, transient expression of the transferred genes, without their stable integration into the genome, is another alternative approach [1, 2, 3]. Transient expression is carried out by *Agrobacterium*-mediated introduction of plasmid vectors into plant cells without their integration into the genome. Over a certain period of time, the introduced transgene is expressed, after which the foreign DNA is eliminated.

Although in recent years the possibility of successful transient expression of heterologous proteins in many species of cultivated plants has been shown, the wild Australian tobacco species *Nicotiana benthamiana* Domin remains a model species for studying transient gene expression in

plants [4]. Therefore, we focused on the search for wild Australian representatives of the genus *Nicotiana*, which are endemic species of Australia, belonging to the genus *Nicotiana*, family *Solanaceae*. Due to their morphological and physiological properties, species of the *Nicotiana* genus are often characterised by resistance to many plant pathogens, including viral pathogens and fungi. For example, *Nicotiana debneyi* has been shown to be a donor of resistance genes to black root rot (*Chalara elegans*) and downy mildew (*Peronospora tabacina* Adam) found in the *N. tabacum* genome [5]. The transfer of resistance between closely related species to pathogens is studied on the example of the genus *Nicotiana* [6].

The aim of this work was to analyse and test the prospects of using representatives of different species of the genus *Nicotiana* for the selection of highly productive plant species in terms of biomass, search for new producers of recombinant proteins and optimisation of heterologous expression conditions for further study of the regulation of reporter gene expression during transient genetic transformation.

Materials and methods

Seeds of Australian tobacco plants of the genus *Nicotiana* (*N. benthamiana, N. excelsior, N. debneyi, N. exigua, N. maritima, N. simulans, N. amplexicaulis, N. excelsior, N. excelsiana* and *N. rustika)* were provided by the National Collection of Plant Tissue Cultures *In Vitro* of the Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine by Dr. Belokurova V. B. Plants of all species were grown in a greenhouse for 2 months. The reporter gene gfp, encoding green fluorescent protein (GFP), was used to develop effective working methods for transient expression of foreign genes in tobacco plants [7, 8]. In the experiments, both transcriptional vectors and viral vectors (carrying elements of the genomes of plant viruses TMV (Tobacco mosaic virus) and PVX (Potato virus X) were used. The 35S promoter of CaMV (*Cauliflower mosaic virus*) was used in transcription vectors. Infiltration of plants was carried out according to the standard method. The overnight culture of bacterial cells was precipitated and resuspended in an infiltration buffer of 10 mM $MgSO_4$. Infiltration was carried out into the leaf blade using a syringe [2].

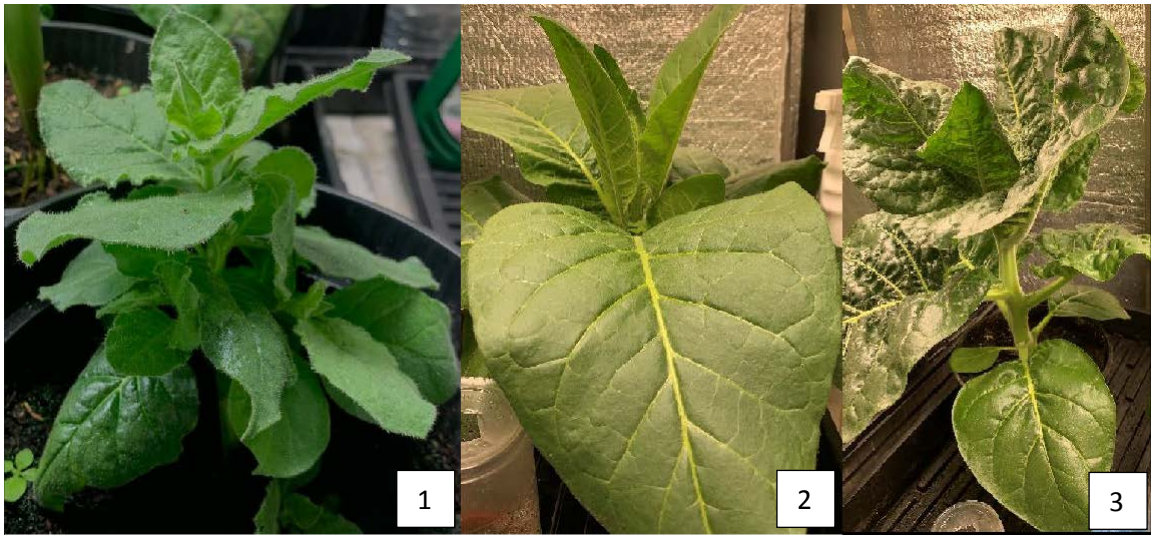


Figure 1. Plants used for transient genetic transformation by agrobacterial infiltration with a needleless syringe: 1 - *Nicotiana benthamiana*; 2 – *N. tabacum*; 3 – *N. rustica*

Results and discussions

Plants of the genus *Nicotiana* L. are considered to be the best targets for agrobacterial transient transformation, although other valuable crops such as rice, wheat, alfalfa, and potatoes are

also used [9-14]. The most commonly used tobacco species for transformation is *N. benthamiana*, which is a model for transient gene expression. Using *N. benthamiana* plants, various recombinant proteins have been synthesised, some of which are vaccines based on immunoglobulin (IgG) antibodies for the treatment of lymphoma patients. By using transient expression methods, a rapid synthesis time and high yield of recombinant proteins was achieved, which ranged from 0.5 to 4.8 g/kg of fresh material [12, 13].

In addition, other types of tobacco, such as *N excelsior*, *N. excelsiana*, etc. were used in experiments, especially when using the method of vacuum infiltration of plants [15, 16]. Tobacco (*N. tabacum*) is often used in scientific research [16]. One of the factors limiting the commercial success of recombinant protein production technology in tobacco may be low gene expression. To solve this particular problem, certain high-yielding agronomic lines are selected from a wide range of available tobacco germplasm that will significantly increase the expression of heterologous genes [17].

The results of infiltration were recorded starting from day 2 after infiltration (dpi, days post-infiltration) and continued at intervals of 2 days until day 14 (for transcriptional vectors) and day 28 (for viral vectors). For the transcriptional vectors, the onset of gfp gene expression was recorded starting from day 2 for *N. benthamiana* and from day 3 for the other species, which corresponded to the onset of GFP fluorescence in leaf tissues. The maximum level of fluorescence was observed on day 8 for *N. benthamiana* and day 9-10 for the other species, followed by a plateau and subsequent silencing of gfp gene expression. When using viral vectors, the onset of GFP fluorescence was observed somewhat later: on day 5 after infection for *N. benthamiana* and on days 7-8 for other species. The maximum level of GFP fluorescence in the tissues was observed on day 9 after infection for *N. benthamiana* and on days 10-14 for other species.

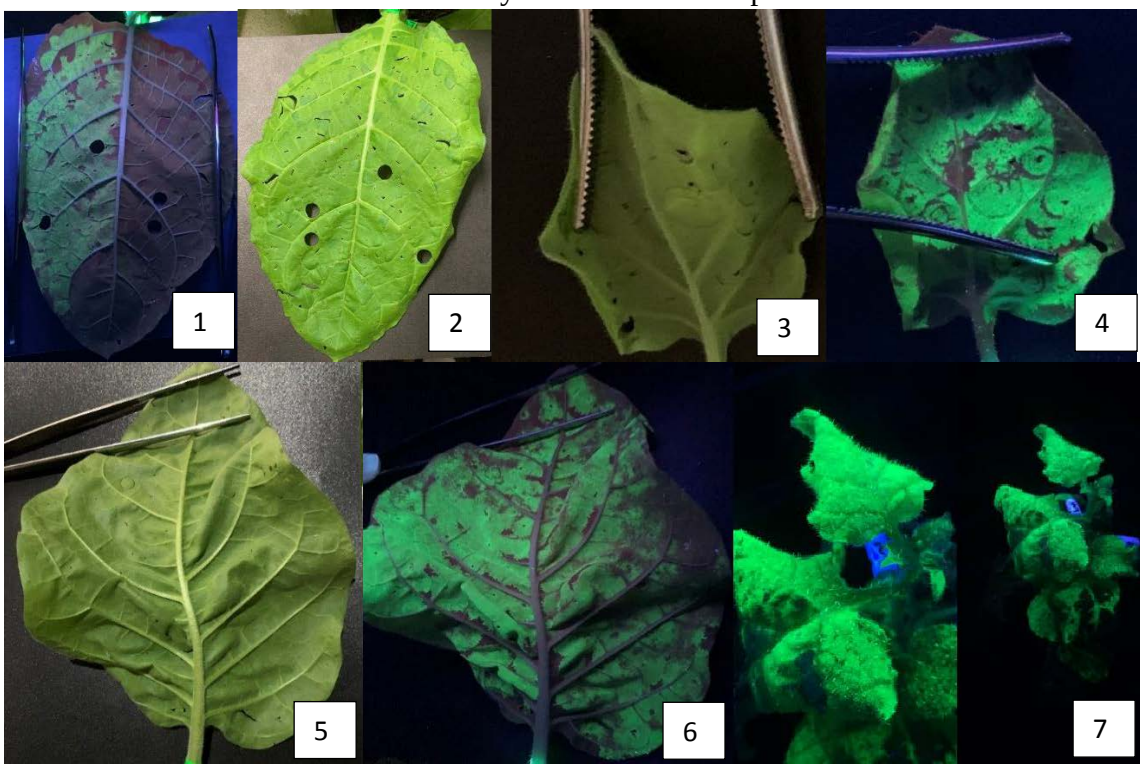


Figure 2. Visual assessment of the temporal expression of the gfp gene in tissues of different tobacco species after 4 days of infiltration: 1-2 - *Nicotiana tabacum* leaf under UV (1) and visible (2) illumination; 3-4 - *Nicotiana benthamiana* leaf under visible (3) and UV (4) illumination; 5-6 - *Nicotiana rustica* leaf under visible (5) and UV (6) illumination; 7 - Viral infection on day 7-8 of infection in *Nicotiana benthamiana* plant

At the same time, 2 weeks after infection, the development of systemic infection was observed in plants for most species, which spread up the shoots through the vascular system. In plants that have shortened internodes and form a rosette, systemic infection was observed visually by GFP fluorescence in leaves located above the infiltration site (*N. debneyi, N. exigua*). GFP fluorescence was also observed in flowers (corolla and stamen filaments). The presence of GFP protein was confirmed by spectrofluorimetry and non-denaturing acrylamide gel electrophoresis. One month later, the plants still showed systemic distribution of GFP in young tissues.

As a result of the work, the stage of plant development at which the highest level of GFP reporter protein accumulation is observed was determined for all species. Also, the dynamics of transient expression of the GFP reporter gene was determined using both transcriptional and viral vectors. Since *N. benthamiana* has a small biomass compared to some other tobacco species, we searched for another host plant that would combine a significant biomass with a high level of transient expression.

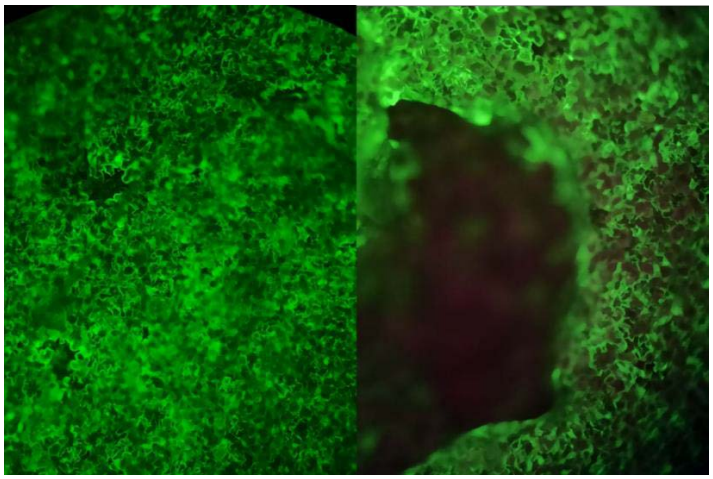


Figure 3. GFP of tobacco leaves on day 12 of agroinfiltration

A total of 10 species of this genus (*N. benthamiana, N. excelsior, N. debneyi, N. exigua, N. maritima, N. simulans, N. amplexicaulis, N. excelsior, N. excelsiana and N. rustika*) were tested and the species that showed the highest level of GFP reporter protein accumulation due to transient expression of the corresponding gene under the control of both transcriptional and viral vectors were identified. It should be noted that the use of viral vectors made it possible to significantly increase the GFP content due to transient expression of the corresponding gene in all plants of these species. Since the biomass of leaves of some species is comparable or exceeds that of *N. benthamiana*, and the expression of the GFP gene is almost comparable to that of *N. benthamiana*, these species can be used as alternative targets for the production of recombinant proteins by transient expression (*N. excelsior, N. debneyi, N. exigua, N. simulans and N. rustika*).

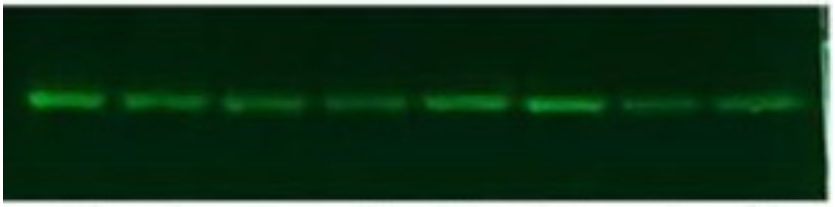


Figure 4. Electrophoretic separation of proteins in a polyacrylamide gel (different *Nicotiana* species). Results of native electrophoresis (detection of GFP protein in ultraviolet light)

Conclusions

Thus, all Australian tobacco species of the genus Nicotiana (*N. benthamiana, N. excelsior, N. debneyi, N. exigua, N. maritima, N. simulans, N. amplexicaulis, N. excelsior, N. excelsiana and N. rustika*) can be used for the expression of various recombinant proteins. The profile of GFP accumulation and fluorescence activity of many species is comparable to the profile of GFP fluorescence in *Nicotiana benthamiana* plants.

References

1. Marillonnet, S., Giritch, A., Gils, M. et al. In planta engineering of viral RNA replicons: efficient assembly by recombination of DNA modules delivered by *Agrobacterium.* In: *PNAS*. – 2004, № 101, pp. 6852–6857.
2. Marillonnet, S., Thoeringer, C., Kandzia, R., Klimyuk, V., and Gleba, Y., Systemic *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transfection of viral replicons for efficient transient expression in plants. In: *Nat. Biotechnol,* 2005, vol. 23, pp. 718–723.
3. Gleba, Y., Klimyuk, V., and Marillonnet, S., Magnifection – a new platform for expressing recombinant vaccines in plants. In: *Vaccine,* 2005, vol. 23, pp. 2042–2048.
4. Gils, M., Kandzia, R., Marillonnet, S., Klimyuk, V., and Gleba, Y., High-yield production of authentic human growth hormone using a plant virus-based expression system. In: *Plant Biotech. J,* 2005, vol. 3, pp. 613–620.
5. Julio, E., Verrier, J. L., and Dorlhac de Borne, F. Development of SCAR markers linked to three disease resistances based on AFLP within *Nicotiana tabacum* L. In: *Theoretical and applied genetics*, 2006, 112(2), pp. 335–346. https://doi.org/10.1007/s00122-005-0132-y.
6. Patel, D., Power, J. B., Anthony, P. et al. Somatic hybrid plants of *Nicotiana x sanderae* (+) *N. debneyi* with fungal resistance to *Peronospora tabacina*. In: *Annals of botany*, 2011, 108(5), pp. 809–819. https://doi.org/10.1093/aob/mcr197.
7. Chiu, W., Niwa, Y., Zeng, W., Hirano, T., Kobayashi, H., and Sheen, J. Engineered GFP as a vital reporter in plants. In: *Curr. Biol,* 1996 vol. 6, pp. 325–330.
8. Leffel, S. M., Mabon, S. A. and Stewart, C. N. Applications of Green Fluorescent Protein in Plants. In: *BioTechniques*, 2018. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov /9383559.
9. Mba'u, Y. J., Iriawati, I., & Faizal, A. Transient transformation of potato plant (*Solanum tuberosum* L.) granola cultivar using syringe agroinfiltration. In: *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 2018, *40*(2), pp. 313-319.
10. Weir, B., Gu, X., Wang, M. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of wheat using suspension cells as a model system and green fluorescent protein as a visual marker. In: *Functional Plant Biology*, 2001, 28(8), pp. 807-818.
11. D'Aoust, M. A., Lerouge, P., Busse, U. et al. Efficient and reliable production of pharmaceuticals in alfalfa. In: *Molecular Farming*, 2004, 1-12.
12. Giritch, A., Marillonnet, S., Engler, C. Rapid high-yield expression of full-size IgG antibodies in plants coinfected with noncompeting viral vectors. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2006, 103(40), pp. 14701-14706.
13. Bendandi, M., Marillonnet, S., Kandzia, R. Rapid, high-yield production in plants of individualized idiotype vaccines for non-Hodgkin's lymphoma. In: *Annals of Oncology*, 2010, 21(12), pp. 2420-2427.
14. Page, M. T., Parry, M. A., & Carmo-Silva, E. A high-throughput transient expression system for ric.In: *Plant Cell Environ.*, 2019, vol. 42, No. 7, pp. 2057-2064. https://doi.org/10.1111/pce.13542
15. Leuzinger, K., Dent, M., Hurtado, J. Efficient agroinfiltration of plants for high-level transient expression of recombinant proteins. In: *Journal of visualized experiments: JoVE*, 2013, 77.

16. Shamloul, M., Trusa, J., Mett, V., & Yusibov, V. (2014). Optimization and utilization of *Agrobacterium*-mediated transient protein production in *Nicotiana*. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (86), e51204.
17. Sheen, S. J. (1983). Biomass and chemical composition of tobacco plants under high density growth. *Beiträge zur Tabakforschung International/Contributions to Tobacco Research*, *12*(1), 35-42.

UDC: 582.28:632.911.2 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.37

ACȚIUNEA ANTIFUNGICĂ A *TRICHODERMEI ATROBRUNNEUM* ASUPRA UNOR FUNGI FITOPATOGENI CULTIVATĂ ÎN PREZENȚA UNOR SUBSTANȚE UTILIZATE ÎN CALITATE DE STIMULATORI ÎN MEDIUL DE CULTIVARE

Țurcan Olga, *https://orcid.org/0000-0002-7103-5986*
Sîrbu Tamara *, *https://orcid.org/0000-0001-7809-9870*
Moldovan Cristina, *https://orcid.org/0000-0003-1634-0344*
Chiselița Oleg, *https://orcid.org/0000-0001-7298-1512*
Chiselița Natalia, *https://orcid.org/0000-0002-6943-8129*
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, UTM, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail:tamara.sirbu@imb.utm.md*

Summary. The action of the cultivation medium and some substances used as stimulators on the productivity of the *T. atrobrunneum CNMN FD 25* strain was studied. The obtained results allow us to summarize that of all the variations of media used for the cultivation of *T. atrobrunneum*, the M(Gl,Z) medium proved to be the most optimal, registering a productivity of 15 g/l. *T. atrobrunneum* cultivated on nutrient medium M (Gl, Z) has a strong antagonistic effect against phytopathogenic fungi: *Alternaria alternata, Botrytis cinerea, Fusarium solani, Fusarium oxysporum*, the diameter of the inhibition zones varied from 20 to 32 mm in relation to strain grown on M (Gl) and M (Z) medium, supplemented with iron compounds and exometabolites of *S. cerevisiae*.

Keywords: fungi, *Trichoderma atrobrunneum*, productivity, antifungal activity, zones of inhibition

Introducere

Fungii alături de bacterii, sunt responsabili pentru descompunerea materiei organice și eliberarea carbonului, oxigenului, azotului și fosforului în sol și atmosferă. Direct sau indirect, fungi sunt benefici pentru om, fiind utilizați în industria alimentară, în producerea medicamentelor, agricultură etc. Sunt bine cunoscute medicamentele minune precum penicilina obținută din *Penicillium notatum* și fucidina (acid fusidic) - din *Fusidium coccineum,* utilizate în tratarea infecțiilor bacteriene.

Fungii sunt o sursă de vitamine, de ex. vitamina A, complexul de vitamine B ce se găsesc în *Saccharomyces cerevisiae* și *Eremothemium ashbyii*. Corpurile de fructificație ale unor ciuperci sunt folosite ca hrană datorită conținutului ridicat de proteine (21-30% din greutatea uscată) și au o cantitate semnificativă de lizină și minerale precum Na, Ca, K și P; vitamine precum B, C, D și K și o cantitate foarte mică de grăsimi, fiind recomandate ca alimente ideale pentru bolnavii de inimă și diabet. Multe ciuperci sunt folosite în producerea de alcool, pâine, brânzeturi, enzime și acizi organici (*Saccharomyces cerevisiae, Penicillium roquiforti și P. camemberti)* [14, 20, 21].

Fungii sunt considerați descompozitori primari de deșeuri organice, celuloză, lignine și alte substanțe organice complexe (*Fusarium, Chaetomium, Chitridium, Penicillium, Aspergillus* etc., pot descompune polimerii structurali precum celuloza, hemiceluloza, lipidele, proteinele, amidonul etc.), astfel contribuind la fertilitatea solului. Mai mulți fungi precum *Rhizoctonia, Tricholoma, Boletus, Phallus, Amanita* etc., sunt asociate cu rădăcinile plantelor superioare formând relația simbiotică-micoriza unde partenerul fungic furnizează apă și minerale și, la rândul lor, preiau substanțe nutritive de la plantă. [2, 4, 13].

Trichoderma este unul dintre microorganismele importante din punct de vedere economic, utilizată eficient pe scară largă în agricultură ca agent de control biologic împotriva multor agenți patogeni ai plantelor, cum ar fi viruși, bacterii, ciuperci, nematode și plante parazite superioare. Poate produce diferiți compuși secundari, producând enzime foarte semnificative, cum ar fi chitinaza, proteaze și β-1,3-glucanaza, inducând apărarea plantelor, rezistența sistemică și competiția puternică și activă împotriva multor fitopatogeni. Prin urmare, este important de subliniat capacitatea *Trichodermei* în controlul bolilor plantelor (asupra diferitor agenți patogeni fungici precum *Rhizoctonia solani, Pythium ultimum, Botrytis cinerea* și bacterieni, ca biofertilizant, biopesticid, utilizat în bioremediere) având un rol semnificativ în dezvoltarea agriculturii durabile [1, 2, 7, 11, 16, 17].

Aplicarea *Trichoderma* sp. în sol nu numai că oferă rezistență la diferite boli fungice, dar de asemenea, îmbunătățește calitatea nutrienților și a culturilor [3, 5, 9, 12].

În prezent cercetătorii caută noi soluții și tehnologii inovatoare de bioremediere, iar genul *Trichoderma* în acest sens prezintă o capacitate remarcabilă de a tolera și a acumula diverși contaminanți chimici și metale grele precum Ni, Cd, Zn, Pb, As [6, 8, 10, 18, 19].

Astfel caracteristica sa antagonistă față de microorganismele patogene ale plantelor, utilizarea sa în calitate de bioîngrășământ și stimulator al creșterii plantelor îl fac mai fiabil pentru utilizare în domeniul agriculturii determinând creșterea randamentului atât biologic cât și economic a culturilor prin reducerea utilizării substanțelor chimice nocive astfel, contribuind la dezvoltarea durabilă a sectorului agricol.

Materiale și metode

În calitate de obiect de studiu a servit tulpina *Trichoderma atrobrunneum CNMN FD 25,* depozitată și păstrată în Colecția Națională de Microorgansime Nepatogene, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Universitatea Tehnică a Moldovei. Tulpina este păstrată în tuburi pe medii agarizate, și cultivate pe malț agar de 6ºBlg la 28°C.

Determinarea activității antifungice a micromicetelor din genul *Trichoderma* a fost determinată prin metoda blocurilor de agar [15, 20].

În calitate de culturi de testare au servit fitopatogenii: *Alternaria alternata, Botrytis cinerea, Fusarium solani, Fusarium oxysporum,* care provoacă mari daune și pierderi în sectorul agrar. Toate experimentele au fost efectuate în 3 repetări. S-a efectuat calculul indicilor statistici folosind software-ul MS Excel 2010.

Rezultate și discuții

Ne-am propus să studiem acţiunea mediului nutritiv asupra productivităţii tulpinii *Trichoderma atrobrunneum* CNMN FD 25. Astfel, mediul de cultivare a fost suplimentat cu zaharoză sau glucoză ce a servit drept sursă de carbon și compușii coordinativi: salicilatul de fier (Fe-Sr_2) – și furoatul de fier (Fe_2MnO) THF în concentrații de 1,0; 5,0; 10,0 mg/l precum și soluția de exometaboliți ai tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* în concentrații de 5,0 10, 20 ml/l și soluția de exometaboliți de *S. cerevisiae* cu cobalt (5 mg; 10 mg; 20 mg) - 10 ml fiecare. Tulpina a fost cultivată timp de 6 zile, la o temperatură de 28-30°C, pe un agitator cu 160-180 r/min.

Astfel, în rezultatul cultivării (Fig.1) *T. atrobrunneum* pe medii în care au fost utilizate glucoză (Gl) sau zaharoză (Z) în calitate de sursă de carbon, compuși cu fier și exometaboliți de *S. cerevisiae* a fost stabilit că cel mai bine *T. atrobruneum* a crescut pe mediul M(Gl,Z) (compoziția g/l): glucoză – 20,0; zaharoză - 10; $NaNO_3$ –1,0; KH_2PO_4 – 1,0; $MgSO_4x7H_2O$ –1,0; $CaCO_3$ – 1,0; apă distilată până la 1 litru) cu o productivitate a biomasei de 15 g/l. La suplimentarea în mediul M (Gl,Z) a furoatului de fier 10 mg/l, productivitatea a crescut nesemnificativ cu 4 % (15,60 g/l). *T. atrobruneum* cultivat pe mediul M și suplimentat cu salicilat de fier (1,0; 5,0; 10,0 mg/l) a obținut o productivitate mai joasă cu 1 - 4,4 % (14,85-14,35), iar suplimentarea în mediul de cultivare a exometaboliților de *S. cerevisiae* a diminuat productivitea *T. atrobrunneum* cu 33-54 % (7-10 g/l).

Productivitatea *T. atrobrunneum* cultivată pe mediul M (Gl) a constituit 10,7 g/l cu 28,7% mai puțin față de cea cultivată pe mediul M (Gl,Z), iar suplimentarea cu exometaboliți de *S. cerevisiae* nu a stimulat, dar din contra a inhibat cu 4 - 72 % formarea biomasei. Se poate de menționat că *T. atrobrunneum* cultivat pe mediul M (Gl) și suplimentată cu 1 ml exometaboliți de *S. cerevisiae* (5 mg Co) a înregistrat o productivitate de 11,6 g/l, mai mult decît în cazul cultivării pe mediul M (Gl) cu 8,41 %.

O productivitatea foarte joasă (1,5 g/l) *T. atrobrunneum* a înregistrat-o în cazul cultivării pe mediul M (Z), ceea ce ne vorbește despre rolul important al glucozei ca sursă de carbon în procesele biosintetice.

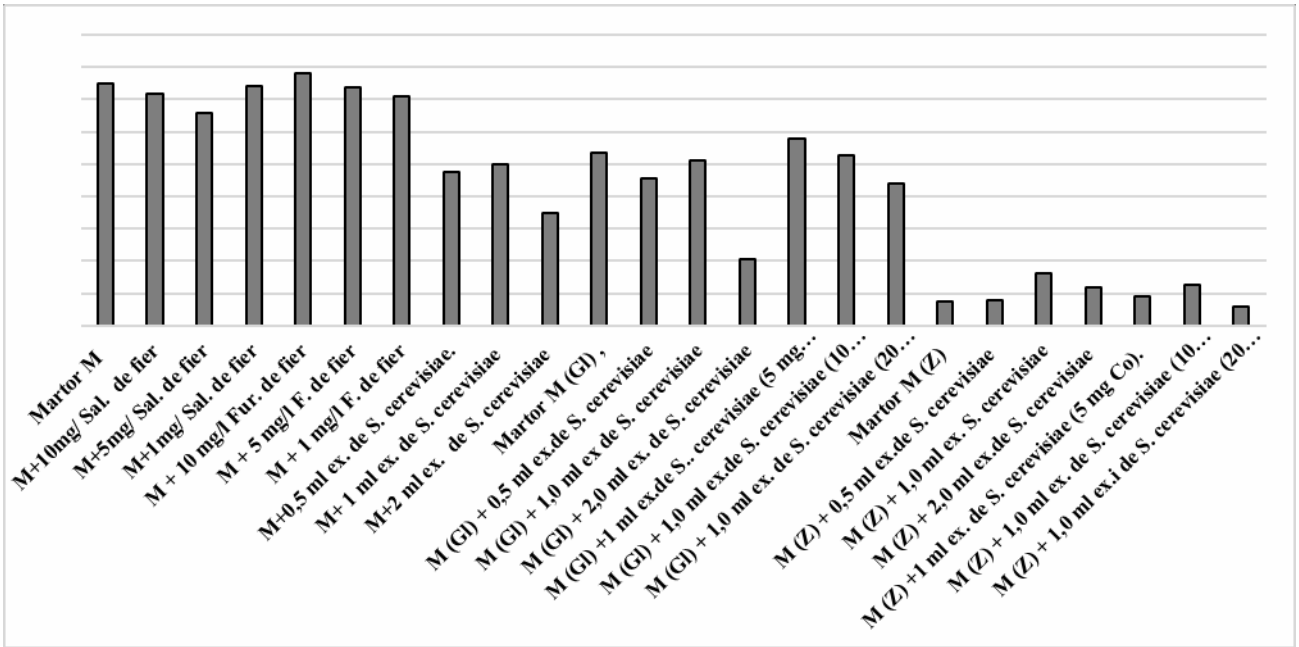


Figura 1. Productivitatea tulpinii *Trichoderma atrobruneum CNMN FD 25* la cultivarea în prezența unor substanțe în calitate de stimulatori

Un alt obiectiv al cercetării a fost studierea activității antifungice a tulpinii *Trichoderma. atrobrunneum* CNMN FD 25 cultivată pe mediile nutritive și suplimentate cu compușii de fier și exometaboliți ai tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* .

În calitate de culturi de testare au servit fungii patogeni: *Alternaria alternata, Botrytis cinerea, Fusarium solani, Fusarium oxysporum* care provoacă boli și daune mari în sectorul agrar.

În rezultatul testării s-a observat (Fig. 2) un efect antagonist pronunțat al *T. atrobrunneum* cultivată pe **mediul M** (compoziția g/l): glucoză – 20,0; zaharoză - 10; $NaNO_3$ –1,0; KH_2PO_4 – 1,0; $MgSO_4x7H_2O$ –1,0; $CaCO_3$ – 1,0; apă distilată până la 1 litru) în care diametrul zonelor de inhibiție a variat de la 20 până la 32 mm față de toți fungi patogeni luați în testare .

Se poate de menționat că *T. atrobrunneum* cultivată pe mediul nutritiv M și suplimentat cu 1 mg/l și respectiv 5 mg/l de salicilat de fier a inhibat creșterea fitopatogenilor *Alternaria alternata* și *Botrytis cinerea* (diametrul zonelor de inhibiție 20-30mm).

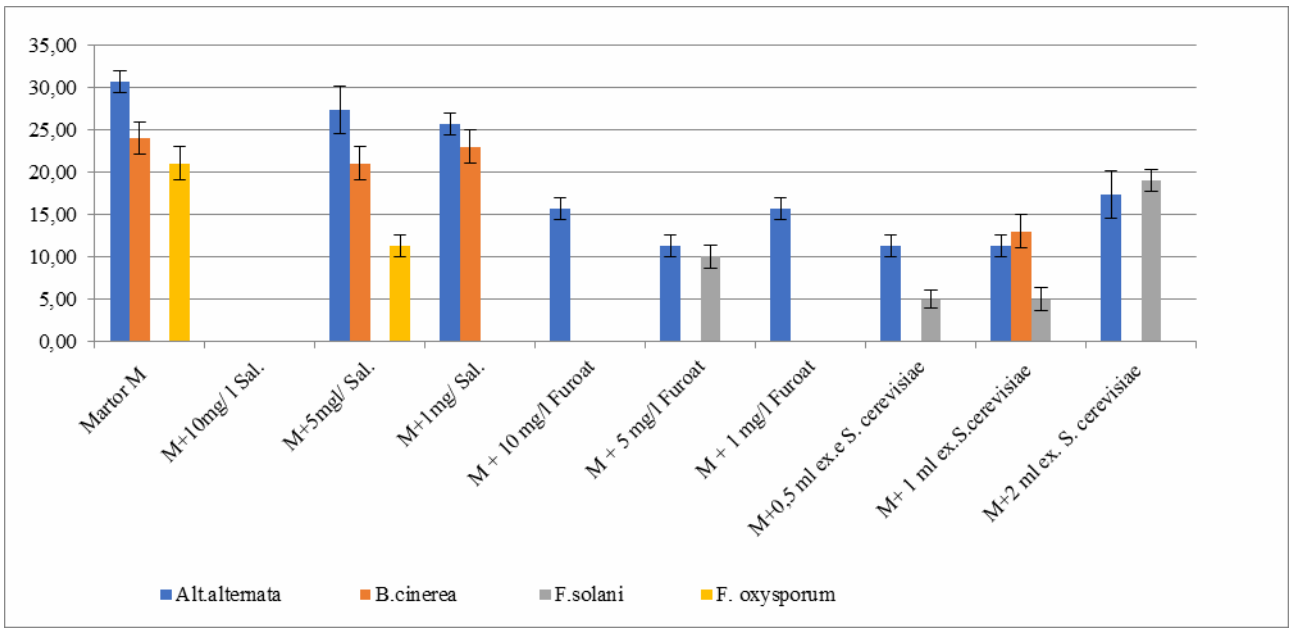


Figura 2 Activitatea antifungică a *Trichoderma atrobruneum CNMN FD 25* cultivată pe mediul M (Gl, Z) și suplimentat cu soluții de exometaboliți de *S.cerevisiae* și compuși ai fierului

În cazul suplimentării în mediul de cultivare a furoatului de fier în concentrații de 1 și 5 mg/l s-a observat o activitate antifungică slabă față de fitopatogenii luați în testare sau chiar deloc. O activitate mai vădită s-a obervat față de *Alternaria alternata*, diametrul zonelor de inhibiție de 15-17 mm. De asemenea suplimentarea mediului de cultivare a *T. atrobrunneum* CNMN FD 25 cu exometaboliți de *S. cerevisiae* nu a prezentat rezultate semnificative asupra acțiunii antifungice, diametrul zonelor de inhibiție nu au depășit valorile de 15-20 mm, față de *Alternaria alternata și Botrytis cinerea,* iar dezvoltarea și creșterea fungilor patogeni *Fusarium solani* și *Fusarium oxysporum* nu a fost inhibată.

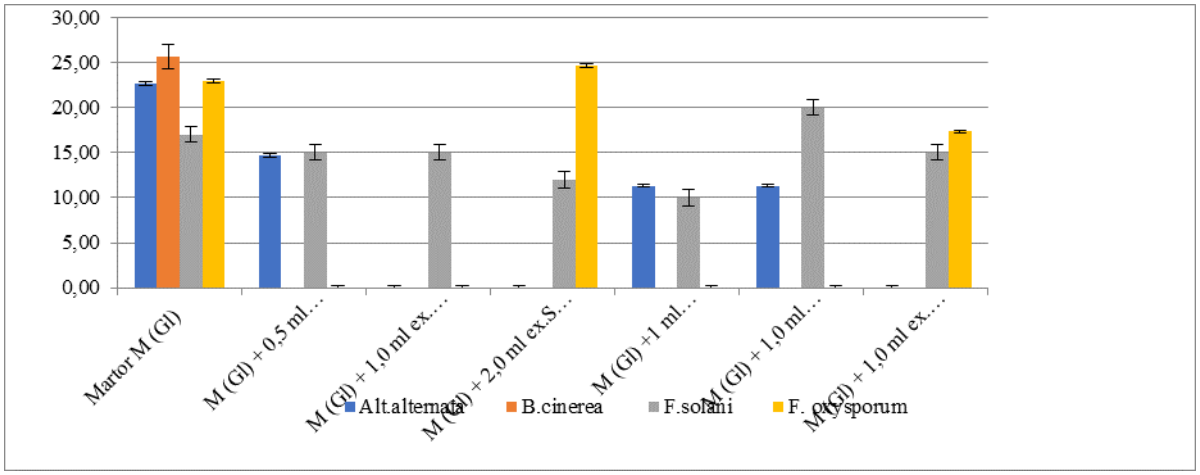


Figura 3 Activitatea antifungică a *Trichoderma atrobruneum CNMN FD 25* cultivată pe mediul M (Gl,) și suplimentat cu soluții de exometaboliți de *S.cerevisiae*

La cultivarea pe mediul M (Gl) cu următoarea compoziție (g/l): glucoză – 30,0; $NaNO_3$ – 1,0; KH_2PO_4 – 1,0; $MgSO_4x7H_2O$ – 1,0; $CaCO_3$ – 2,0; apă distilată până la 1 litru, a *Trichodermei atrobruneum CNMN FD 25* (Fig. 3) s-a dovedit a avea o activitate antifungică vădită, diametru zonelor de inhibiție variind de la 17 - 27 mm asupra culturilor de fitopatogeni luate în testare, în

timp ce tulpina crescută pe mediul M (Gl) suplimentată cu soluție de exametaboliți de *S. cerevisiae* în diferite variante a prezentat valori mai diminuate față de martor sau nu au inhibat deloc creșterea și dezvoltarea fitopatogenilor (*B.cinerea* și *F. oxysporum*).

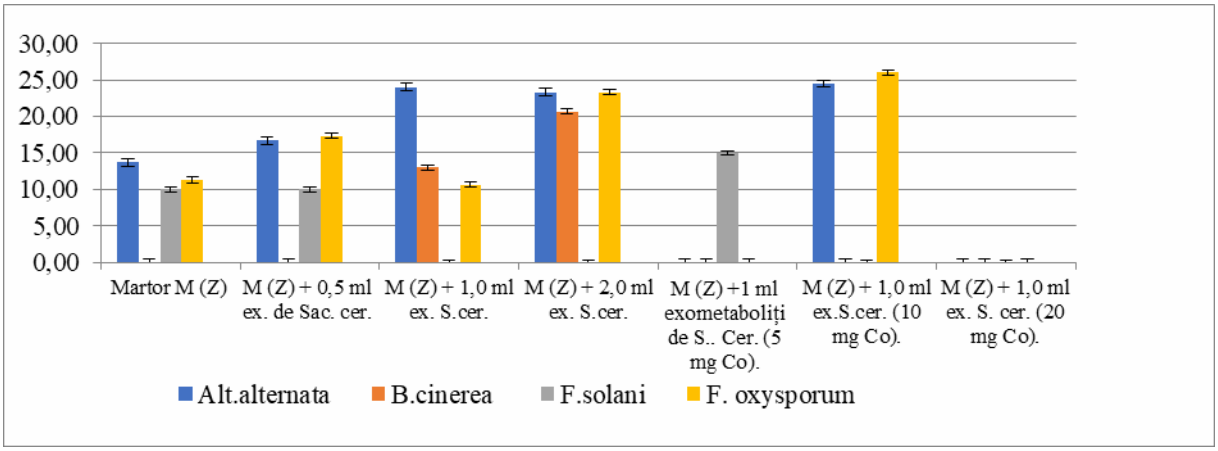


Figura 4. Activitatea antifungică a *Trichoderma atrobruneum CNMN FD 25* cultivată pe mediul M (Z)și suplimentat cu soluții de exometaboliți de *S. cerevisiae*

A fost testată și activitatea antifungică a *Trichoderma atrobrunneum* cultivată pe mediul **M (Z)** care conține zaharoză în calitate de sursă de carbon cu următoarea compoziție (g/l): zaharoză – 30,0; $NaNO_3$ –1,0; KH_2PO_4 – 1,0; $MgSO_4x7H_2O$ – 1,0; $CaCO_3$ – 2,0; apă distilată până la 1 L, și suplimentat de asemenea cu soluție de exometaboliți de *S. cerevisiae*. Datele prezentate în Fig. 4 ne arată prezența activității antifungice semnificative, mai ales în cazul suplimentării în mediul M (Z) a 1,0 ml de exometaboliți de *S. cerevisiae*, unde dimaterul zonelor de inhibiție a fost de 25 mm față de *Alternaria alternata* și 15 mm față de *B.cinerea*, demonstrînd efectul anatagonist asupra fitopatogenilor luați în studiu de către exometaboliții elaborați de *T.atrobrunneum* în asociere cu exometaboliți de *S. cerevisiae.* De asemenea în cazul suplimentării în mediul M (Z) a 2,0 ml de exometaboliți de *S. cerevisiae* au fost înregistrate zone de inhibiție a creșterii fitopatogenilor de 20-25 mm față de *Alternaria alternata, Botrytis cinerea și Fusarium oxysporum.* Este important să subliniem că, suplimentarea în mediul **M (Z)** de cultivare a *T. atrobrunneum* a 1,0 ml de exometaboliți de *S. cerevisiae* ce conține 10 mg de cobalt a prezentat un efect antagonist puternic asupra fitopatogenilor*: Alternaria alternata (*ø zonei de inhibiție – 24 - 25 mm*), Fusarium oxysporum (*ø zonei de inhibiție – 25 - 28 mm*)* etc.

Concluzii

Rezultatele obținute permit a rezuma că din toate variațiile de medii utilizate pentru cultivarea *Trichoderma atrobrunneum*, mediul M(Gl,Z) s-a dovedit a fi cel mai optim, înregistrîndu-se o productivitate de 15 g/l. *Trichoderma atrobrunneum* cultivată pe mediul nutritiv M (Gl, Z) posedă un efect antagonist puternic față fungii fitopatogeni: *Alternaria alternata, Botrytis cinerea, Fusarium solani, Fusarium oxysporum*, diametrul zonelor de inhibiție a variat de la 20 până la 32 mm în raport cu tulpina cultivată pe mediul M (Gl) și M (Z), suplimentat cu compușii fierului și exometaboliți ai *Saccharomyces cerevisiae.*

Notă. Lucrarea a fost realizată în baza proiectului: 020101 InBioS - Soluții biotehnologice inovative pentru agricultură, medicină și protecția mediului. Nu există niciun conflict de interese real sau potențial în legătură cu acest articol.

Referințe bibliografice

1. Brunner K., Zeilinger S., Ciliento R. et al. Improvement of the Fungal Biocontrol Agent. 2005; 71(7): 3959-3965.

2. Druzhinina I.S., Kopchinskiy A.G., Kubicek C.P. The first 100 *Trichoderma* species characterized by molecular. In: *Mycoscience.* Volume 47, Issue 2, April 2006, pp. 55-64 https://doi.org/10.1007/S10267-006-0279-7
3. Fiorentino N., Ventorino V., Woo S.L. et al. *Trichoderma*-based biostimulants modulate rhizosphere microbial populations and improve N uptake efficiency, yield, and nutritional quality of leafy vegetables. In: *Front Plant Sci*. 2018; 9:1-15.
4. Haque M.M., Haque M.A., Ilias G., Molla A.H. *Trichoderma*-Enriched Biofertilizer: A Prospective Substitute of Inorganic Fertilizer for Mustard (*Brassica campestris*) Production. In: *Agric.* 1970; 8(2):66-73.
5. Harman G.E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp*. In*: Phytopathology*. 2006; 96(2):190-194.
6. Hasan S. Bioremediation: A review. 2016; 3(9):776-779.
7. Hermosa R., Viterbo A., Chet I., Monte E. Plantbeneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. In: *Microbiology*. 2012; 158(1):17-25.
8. Kamal R.K. *Trichoderma*: a most common biofertilizer with multiple roles in agriculture. In: *Biomed J Sci Tech Res*. 2018; 4(5):4136-4137.
9. Khan M.Y., Haque M.M., Molla A.H., Rahman M.M., Alam M.Z. Antioxidant compounds and minerals in tomatoes by Trichoderma-enriched biofertilizer and their relationship with the soil environments. In: *J Integr Agric*. 2017; 16(3): 691-703.
10. López Errasquín E., Vázquez C. Tolerance and uptake of heavy metals by *Trichoderma* atroviride isolated from sludge. In*: Chemosphere*. 2003; 50(1):137-143.
11. Mahato S., Bhuju S., Shrestha J. Effect of *Trichoderma viride* as biofertilizer on growth and yield of wheat. Malaysian J Sustain Agric. 2018; 2(2):1-5.
12. Molla A.H., Manjurul Haque M., Amdadul Haque M., Ilias GNM. *Trichoderma*-enriched biofertilizer enhances production and nutritional quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and minimizes NPK fertilizer use. Agric Res. 2012; 1(3):265-272.
13. Muthuraman Yuvaraj, Murugaragavan Ramasamy. Role of fungi in agriculture. In: *Biostimulants in Plant Science* 2020. DOI: 10.5772/intechopen.89718.
14. Ratnam J. , Sye J. Comparative study on production of penicillin by Penicillium notatum and *Penicillium chrysogenum* & its antimicrobial property. In: *International Journal of Biotech Trends and Technology (IJBTT),* Volume 4 Issue 3, 2014, 2249-0183.
15. Rizk, M., Abdel-Rahman, T., Metwally, H. Screening of antagonistic activity in different *Streptomyces* species against some pathogenic microorganisms. In: *J Biological Sciences,* 2007, 7(8): 1418-1423.
16. Samia Ageeb Akladious. Application of *Trichoderma harziunum* T22 as a biofertilizer supporting maize growth. In: *African J Biotechnol*. 2012; 11(35): 8672-8683.
17. Vinale F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E.L. et al. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. In: *Soil Biol Biochem*. 2008; 40(1):1-10.
18. Yao X, Guo H, Zhang K, Zhao M, Ruan J, Chen J. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. In: *Front Microbiol*. 2023 May 3;14:1160551. doi: 10.3389/fmicb.2023.1160551.
19. Tripathi P., Singh P.C., Mishra A. et al. *Trichoderma*: A potential bioremediator for environmental cleanup. In: *Clean Technol Environ Policy*. 2013; 15(4):541-550.
20. Егоров Н.С., 2004. Основы учения об антибиотиках. Изд-во Московского университета, изд-во «Наука», Москва. С. 526.
21. Садовая Т.Н. Исследование микроструктуры сыров с голубой плесенью. Техника и технология пищевых производств. 2010. № 4, с. 45-50.

UDC: 631.8 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.38

THE ROLE OF SILICON IN IMPROVING THE BIOTROPHIC CHARACTERISTICS OF THE SOIL

Zaimenko Natalia[1,*] https://orcid.org/0000-0003-2379-1223,
Rakhmetov Dzhamal [1] https://orcid.org/0000-0001-7260-3263,
Pavliuchenko Nataliia [1] https://orcid.org/0000-0001-8934-7163,
Didyk Nataliya [1] https://orcid.org/0000-0001-8448-7490,
Kharytonova Iryna [1] https://orcid.org/0000-0001-9540-5278,
Yunosheva Olena [1] https://orcid.org/0000-0003-1349-7733,
Zakrasov Oleksandr [1] https://orcid.org/0009-0005-0753-5547,
Dziuba Oksana [1] https://orcid.org/0000-0002-8298-9822,
Slyusarenko Olexandr [2] https://orcid.org/0000-0001-6287-3243
[1] M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv,
[2] National Scientific Center "V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking" of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Tairove, Odessa region, Ukraine
* e-mail: zaimenkoNV@ukr.net

Summary. The role of siliceous fertilizer (based on silt deposits and siliceous minerals) in improving the biotrophic characteristics of the soil and the physiological state of oil crops were clarified. The positive influence of silicon on the microbiological activity and agrochemical properties of the soil, the allelopathic potential of the root environment and the adaptability of false flax (or camelina), Ethiopian mustard and spring rapeseed plants under stressful environmental conditions were established.

Keywords: siliceous fertilizer, soil microorganisms, soil organic matter, laccase, allelopathic activity, secondary metabolites, oil crops.

Introduction

Changing climatic conditions, the spread of diseases and pests pose a major threat to the productivity of agricultural crops worldwide. The rhizosphere zone of plants contains beneficial microorganisms that help plants withstand stressful conditions and promote nutrient absorption. It is known that the interaction of plants and microbes improves the agrophysical condition of the soil, increases its fertility and water-holding capacity [12]. Recently, silicon compounds have been used to optimize the soil-plant-microorganism system, which have a wide range of effects on soil processes, physiological parameters of plants, and microbiocenosis [2, 15, 16]. The study of biotrophic interactions is promising for the development of effective and environmentally safe means of plant protection and fertilizers. At the same time, there is considerable scientific and practical interest in finding ways to increase the adaptability and productivity of valuable oil crops, in particular from the *Brassicaceae* family, which have a powerful allelopathic potential [4, 13].

The purpose of the work is to analyze the effect of siliceous fertilizer on the agrochemical, microbiological, allelopathic characteristics of the soil and the physiological state of oil plants of the *Brassicaceae* family.

Materials and methods

Plant and soil samples were collected at experimental plots of the M.M. Gryshko National Botanical Garden. Siliceous fertilizer (based on silt deposits and siliceous minerals) was applied to

the soil at the rate of 300 kg/ha. The soil was sampled at a depth of 0-20 cm. The soil outside the experimental plots served as a control.

The objects of the study were plants of false flax (or camelina), (*Camelina sativa* (L.) Crantz f. *annua*, cv. Peremoha), Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun) and spring rapeseed (*Brassica napus* f. *annua* D.S., cv. s. Rimal). Plant and soil samples were analyzed during the growing season according to development phases: juvenile, budding-flowering and fruiting.

Allelopathic soil analysis was carried out by the method of direct biotesting using amaranth seedlings (*Amaranthus paniculatus* L.) as test objects [9]. The content of labile organic matter and soluble carbonates was determined in soil samples [9, 10]. Soil laccase activity was determined spectrophotometrically according to P. Baldrian [3]. Microbiological studies were carried out by sowing soil suspensions in appropriate dilutions on selective agarized nutrient media [9]. The directionality of microbiological processes was assessed by the coefficient of mineralization-immobilization of soil organic matter [9]. The physiological state of the plants was assessed by the concentration of secondary metabolites in the leaves. The content of flavonoids and anthocyanins was determined spectrophotometrically [6, 11]. The level of tannins was analyzed according to M. Mardar et al. [8].

Results and discussions

The use of siliceous fertilizer had a positive effect on the content of labile organic matter and laccase activity (Figures 1, 2).

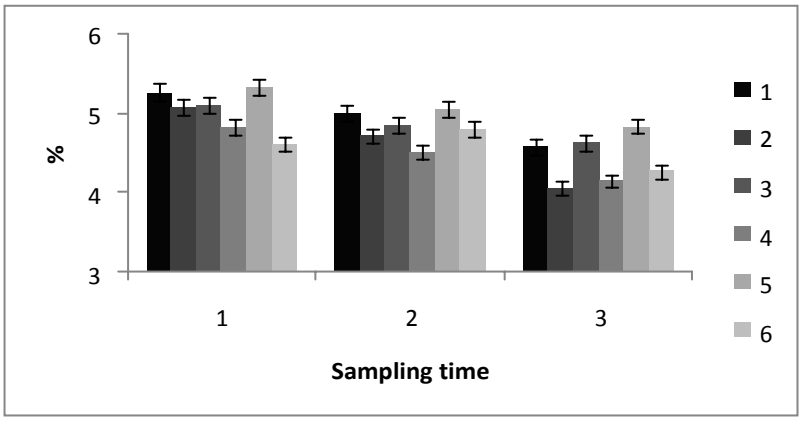


Figure 1. Effect of siliceous fertilizer on the content of labile soil organic matter, %:
1 – camelina + silicon; 2 – camelina, control; 3 – mustard + silicon; 4 – mustard, control; 5 – rapeseed + silicon; 6 – rapeseed, control. Sampling time: 1 – juvenile phase of development; 2 – budding-flowering phase; 3 – fruiting phase. Error bars indicate SD (standard deviation of the mean).

It should be noted that the highest level of organic matter was recorded in the research option with siliceous fertilizer for rapeseed, which, in our opinion, is associated with the highest laccase activity and carbon deposition as a result of nitrogen fixation. In addition, the control plot of the soil, on which there were no experimental plants, was distinguished by very low indicators, in particular: the content of the labile organic matter during the growing season of the plants was in the range of 2.1-3.1%, and the activity of laccase, respectively, was 85.67-92.34 mU/g of soil.

The maximum content of organic matter was observed at the beginning of the growing season of the plants. These results are consistent with the data of laccase determination. Subsequently, there is a gradual decrease in the number of labile organic matter due to the formation of stable forms, which is evidenced by both a decrease in laccase activity and a decrease in the concentration of HCO^3 (Figures 2, 3). The increase in the level of HCO^3 in the phase of budding – flowering (summer) is explained by the increase in air temperature and the activation of the development of soil microorganisms.

The assessment of the number of taxonomic and functional groups of microorganisms in the soil of oil crops with the application of siliceous fertilizer showed an increase in the number of micromycetes that participate in the synthesis of laccase and the destruction of lignin (Figure 4).

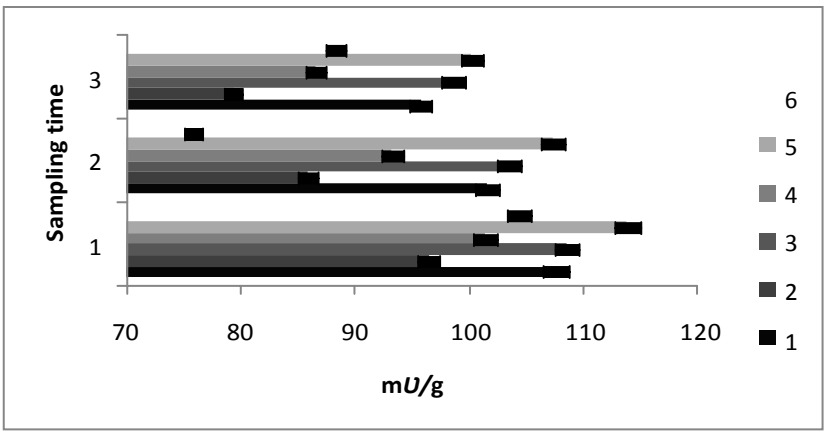


Figure 2. Effect of siliceous fertilizer on the soil laccase activity, mU/g of soil: 1 – camelina + silicon; 2 – camelina, control; 3 – mustard + silicon; 4 – mustard, control; 5 – rapeseed + silicon; 6 – rapeseed, control. Sampling time: 1 – juvenile phase of development; 2 – budding-flowering phase; 3 – fruiting phase. Error bars indicate SD (standard deviation of the mean).

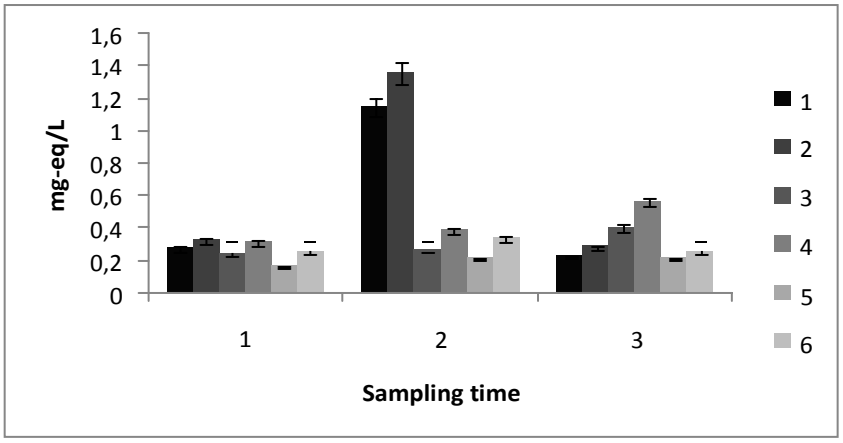


Figure 3. Effect of siliceous fertilizer on concentration HCO_3 in the soil under the oil crops, mg-eq/L: 1 – camelina + silicon; 2 – camelina, control; 3 – mustard + silicon; 4 – mustard, control; 5 – rapeseed + silicon; 6 – rapeseed, control. Sampling time: 1 – juvenile phase of development; 2 – budding-flowering phase; 3 – fruiting phase. Error bars indicate SD (standard deviation of the mean).

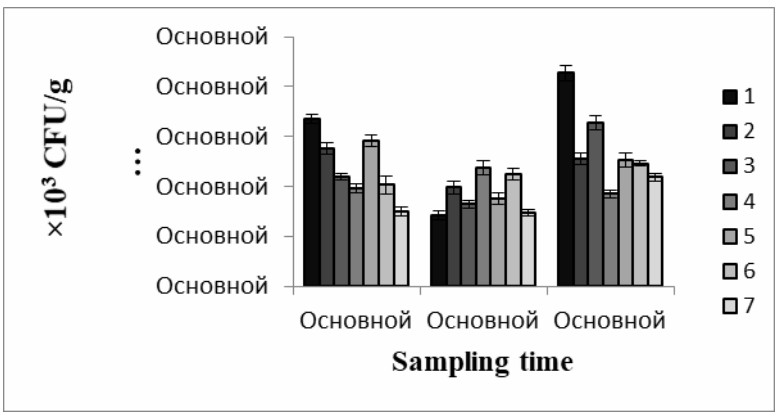


Figure 4. Effect of siliceous fertilizer on the number of micromycetes in the soil under the oil crops, ×10^3 CFU/g of dry soil: 1 – camelina + silicon; 2 – camelina, control; 3 – mustard + silicon; 4 – mustard, control; 5 – rapeseed + silicon; 6 – rapeseed, control, 7 – control soil (soil plot without plants). Sampling time: 1 – juvenile phase of development; 2 – budding-flowering phase; 3 – fruiting phase. Error bars indicate SD (standard deviation of the mean).

Note: CFU – colony-forming unit

The ratio of individual indicators of the number of trophic groups of microorganisms allows determining the direction of microbiological processes of mineralization-immobilization of soil organic matter. The values of the mineralization-immobilization coefficients in the test samples of all experimental crops during the growing season were lower than the control value, which indicates the predominance of organic matter accumulation processes (Table 1). Mineralization processes were most active in soil samples from camelina (juvenile and fruiting phase) and rapeseed (budding-flowering phase) in the absence of silicon.

Table 1

Directionality of microbiological processes of mineralization-immobilization of soil organic matter

Oil crops	Research option	Coefficient of mineralization-immobilization		
		Juvenile phase of development	Budding-flowering phase	Fruiting phase
Camelina	Siliceous fertilizer	0.9	0.69	1.2
Camelina	Control	1.3	1.0	1.6
Mustard	Siliceous fertilizer	0.5	0.8	1.2
Mustard	Control	0.8	1.2	1.3
Rapeseed	Siliceous fertilizer	0.9	1.2	0.8
Rapeseed	Control	1.2	1.5	0.8
Control	Soil without plants	0.9	1.5	0.9

The accumulation of organic matter prevailed in the experimental research options, the most under mustard and camelina, which indicates the positive effect of siliceous fertilizer application.

The analysis of the soil allelopathic activity showed a high sensitivity of the acceptor plants to silicon, which was manifested in the intensification of growth processes during all stages of development of the studied crops (Figure 5). At the same time, the greatest decrease in allelopathic activity in the presence of silicon was found in the phases of budding-flowering (by 27%) and fruiting (by 21%) for mustard, as well as for rapeseed at the end of the growing season (by 25%).

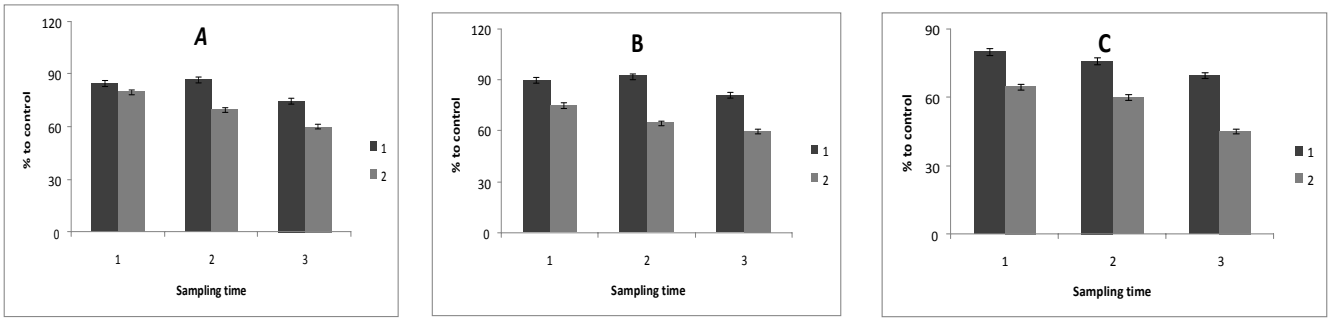


Figure 5. Allelopathic activity of soil under camelina (A), mustard (B) and rapeseed (C) (biotest – root growth of *Amaranthus paniculatus*), % to control (soil plot without plants): 1. – soil + silicon; 2. – soil without silicon. Sampling time: 1 – juvenile phase of development; 2 – budding-flowering phase; 3 – fruiting phase. Error bars indicate SD (standard deviation of the mean).

The improvement of agrochemical, allelopathic and microbiological characteristics of the soil with siliceous fertilizer also had a positive effect on the physiological state of the plants. Secondary metabolites, in particular flavonoids and anthocyanins, are known stress markers, the biosynthesis of which increases in response to adverse environmental conditions [1, 5, 14]. Thus, in the budding-flowering phase (summer season), under the influence of high temperatures and drought, an increase in the content of flavonoids and anthocyanins in leaves was observed (Table 2). This indicates the stress state in the plants. At the same time, the content of flavonoids and anthocyanins in the leaves significantly decreased when siliceous fertilizer was applied.

Table 2

The effect of siliceous fertilizer on the content of secondary metabolites in the leaves of oil crops (mean ± SD)

Oil crops	No	Flavonoids, mg/g of fresh substance		Anthocyanins, %		Tannins, %	
		Control	Silicon	Control	Silicon	Control	Silicon
Camelina	1	8.58±0.32	8.25±0.45	0.11±0.01	0.04±0.01	27.2±1.1	8.0±0.6
	2	11.56±0.24	8.76±0.22	0.13±0.01	0.07±0.01	16.2±0.8	12.4±0.4
Mustard	1	13.86±0.39	12.80±0.32	0.07±0.01	0.05±0.01	11.4±0.9	9.3±0.7
	2	17.64±0.35	15.27±0.22	0.18±0.01	0.08±0.01	8.3±0.6	7.2±0.8
	3	7.99±0.24	5.64±0.31	0.13±0.01	0.06±0.01	7.3±0.5	6.4±0.7
Rapeseed	1	13.90±0.22	13.25±0.44	0.09±0.01	0.04±0.01	17.4±0.8	11.1±0.6
	2	17.83±0.32	18.29±0.52	0.11±0.01	0.06±0.01	15.3±0.9	11.2±0.8

Note: 1 – juvenile phase of development; 2 – budding-flowering phase; 3 – fruiting phase.

Tannins as products of secondary synthesis are also involved in the protective reactions of plants to biotic and abiotic stresses [14]. In addition, tannins are involved in the regulation of plant growth and development processes [7]. Application of siliceous fertilizer significantly reduced the content of tannins in the leaves, which indicates a reducing the intensity of stress and a more active growth processes in the experimental plants (Table 2).

Conclusions

Therefore, the microbiological monitoring of the soil under the oil crops showed that the processes of transformation of organic matter with the application of siliceous fertilizer were more aimed at its accumulation compared to the control options. The positive effect of silicon on the allelopathic potential of the root environment of camelina, mustard and rapeseed during the growing season was proved. The siliceous fertilizer contributed to a decrease in the content of secondary metabolites (flavonoids, anthocyanins, tannins) in the leaves of the oil crops, which indicates a reduction of the stress load on plants under adverse environmental conditions (high temperature, drought).

In general, the application of siliceous fertilizer is effective and promising for improving the agrochemical, microbiological, allelopathic characteristics of the soil and the physiological state of plants.

Acknowledgements. The research was carried out within the framework of the project "Economically important oil crops for improving the food and biological security of the state and the creation of new medicines" financed by the budget program "Support for the development of priority areas of scientific research" (6541230). Section 2. Creation of highly productive oil plants using genetic markers and increasing their productivity due to improvement of biotrophic properties of soil, 2023-2024. https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=9736

References

1. Aguirre-Becerra, H., Vazquez-Hernandez, M.C., Saenz, D., et al. 2021. Role of stress and defense in plant secondary metabolites production. In Pal, D., Nayak, A.K. (eds.). *Bioactive Natural Products for Pharmaceutical Applications. Advanced Structured Materials*, vol. 140. Springer, Cham. p. 151–196. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2_5
2. Artyszak, A. 2018. Effect of silicon fertilization on crop yield quantity and quality – a literature review in Europe. In *Plants*, vol. 7 (3), 54. https://doi.org/10.3390/plants7030054
3. Baldrian, P. 2009. Microbial enzyme-catalized processes in soils and their analysis. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 55 (9), p. 370–378. https://doi.org/10.17221/134/2009-PSE
4. Ghidoli, M., Pesenti, M., Colombo, F., et al. 2023. *Camelina sativa* (L.) Crantz as a promising cover crop species with allelopathic potential. In *Agronomy*, vol. 13 (8), 2187. https://doi.org/10.3390/agronomy13082187
5. Isah, T. 2019. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. In *Biol. Res.* vol. 52, 39. https://doi.org/10.1186/s40659-019-0246-3
6. Komarova, M.N., Nolaikeva, L.A., Regir, V.G., et al. 1998. *Phytochemical analysis of medicinal plant raw materials*: *Methodical instructions for laboratory classes.* SPb.: SPHFA. 60 p.
7. Molino, S., Pilar Francino, M., Ángel Rufián Henares, J. 2023. Why is it important to understand the nature and chemistry of tannins to exploit their potential as nutraceuticals? *Food. Res. Int*., vol. 173, 113329. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113329
8. Mardar, M. R., Serdyuk, L. V. 2008. *Methodical instructions for performing laboratory work from the course "Commodity science of products of plant origin" module VI for students of professional direction* 6.030510. Odesa: ONAKHT, 46 p.
9. Modern methods in allelopathic research. methodical manual. (Ed. Zaimenko N.V.). 2021. Kyiv: Lira-K Publishing House, 200 p. ISBN 978-617-520-070-4.
10. Pecheneva, S. IA. 1998. Agrochemical analysis methods. In *Havrysh*, vol. 4, p. 24–26.
11. Pisarev, D.I., Novikov, O.O., Sorokopudov, V.N., et al. 2010. Chemical study of bioactive polyphenols of some varieties of mountain ash − *Sorbus aucuparia*. In *Sci. Bull. Ser. Medicine.* Pharmacy, vol. 93 (12/2), p. 123−128.
12. Puranik, S., Bundela, V., Shylla, A. al. 2023. “Chapter 10 - Peeking into plant-microbe interactions during plant defense,” In Plant-Microbe Interaction – Recent Advances in Molecular and Biochemical Approaches, eds. P. Swapnil, M. Meena, Harish, A. Marwal, S. Vijayalakshmi, and A. Zehra (Academic Press), p. 167–200. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91876-3.00012-9
13. Rehman, S., Shahzad, B., Bajwa, A.A. et al. 2019. Utilizing the Allelopathic Potential of Brassica species for sustainable crop production: A Review. In J. Plant Growth Regul., vol, 38, p. 343–356. https://doi.org/10.1007/s00344-018-9798-7
14. Shiade, S.R.G., Zand-Silakhoor, A., Fathi, A. Et Al. 2024. Plant metabolites and signaling pathways in response to biotic and abiotic stresses: exploring bio stimulant applications. In Plant Stress, vol. 12, 100454. https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100454
15. Zaimenko, N.V., Didyk, N.P., Ellanska, N.E. et al. 2016. Implementation of new technique for phyto- and chemical melioration of acidic and saline soils. In *Sci. innov*., vol.12 (1), p. 58–68. https://doi.org/10.15407/scine12.01.058
16. Zaimenko, N.V., Pavliuchenko, N.A., Didyk, N.P., Ellanska, N.E., Yunosheva, O.P. 2022. Application of siliceous mineral analcite for optimizing the physiological, biochemical, allelopathic, and microbiological properties of plant-soil system. *Sci. innov.*, vol. 18 (1), p. 44–55. https://doi.org/10.15407/scine18.01.044

UDC: 632.4:635.21 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.39

SPECTROPHOTOMETRY ANALYSIS OF CARCINOGENIC COMPONENTS OF POTATO VARIETIES WHEN INFECTED BY THE WART CASUATIVE AGENT *Synchytrium endobioticum* (Shilbersky) PERCIVAL

Zelya Avrelia[1], *https://orcid.org/0000-0002-1470-7707, e-mail: avrelia.zelya@gmail.com*
Vorobets George[2], *https://orcid.org/0000-0001-8125-2047, e-mail: g.vorobets@chnu.edu.ua*
Zelya George[1], *https://orcid.org/0000-0001-7040-1908, e-mail: george.trexnauk@gmail.com*
[1] *Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS, v. Boyani Chernivtsi district Chernivtsi region, Ukraine*
[2] *Chernivtsi National University named Yuriy Fedkovich*

Summary. The paper proposed a mehod of spectrophotometric analysis for total proteins in various combinations of crossing parent potato forms whith different wart resistance and received after crossing descendants in the scope from 595 - 600 nm. As a result of conducted research after infecting by the wart causative agent of 75 potato samples and spectrophotometric analysis of total proteins, it was found that in resistant potato forms their content(total proteins) was 0.78 – 0.84 mg/ml, in wart - sensitive forms containing pathogenetic proteins – 0.56-0.65 mg/ml. This present spectrophotometric analysis test with a resolution of 1-5 nm in various radiation ranges allows to identify wart compounds in wart formations in the early stages of ontogenesis.

Keywords: potato, infection, wart, pathogenetic proteins, spectroscopy.

Introduction

Spectrometric analysis methods are widely used for research of biological structures, product quality monitoring in pharmacy, ecology, medicine, materials science, scientific research to identify carcinogenic components: carbon complexes -C=O, - C-N-, - C-S-N -, amine nitrogen - (-NH_2), sulfur-containing substances (-S-H-) and other types that can exhibit carcinogenic properties, lead to poisoning of animals and humans.

The wart disease is caused by an intracellular obligate pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival is the most dangerous potato disease [1].

The nature and degree of harmfulness of the disease depends on the weather - climatic conditions of the zone [2], the applied agricultural technology, the level of implementation of advanced technologies, the variety's resistance, soil fertility, the level of seed production, the system of protective techniques and other factors [3].

Potato wart included into the list of quarantine diseases in 38 countries as per data of European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). There were identified 40 pathotypes of casuative agent [3]. The disease spread in 5 regions of Ukraine with a total area of 2337.96 hectares.

The most effective and environmentally friendly technique of combating the wart causative agent is the introduction of wart-resistant potato varieties with a full-sized protein that contains all 8 essential acids and is characterized by high taste qualities [4].

The Ukrainian Academy of Sciences urgently proposed to investigate the possibility of toxic impact of wart affected *Synchytrium endobiotum* (Schilbersky) Percival potato on animals. Such research was started in 1960-1970 at Chernivtsi Medical Institute (now Bukovina State Medical University) by Professor S. P. Zakryvydoroga together with Z. S. Zakryvydoroga [5,6], D. V. Lipsitz [7]. P. I. Lubovsky, V. A. Polatay, M. L. Tarakhovsky, V. L. Fastovsky [6].

It was determined that in animals that were fed wart growths, after the potato defeating by the wart causative agent, the number of hemoglobin and red blood cells decreased (anemia developed) and ESR (erythrocyte sedimentation reaction) accelerated [5]. The degradation sources were noted in the liver lobules. Small – cell infiltration of connective tissue located between the myocardial fibers was detected in the heart, and pronounced peri-vascular edema was detected in the brain. In the cerebral cortex, different degrees of color of nerve cells were noted [6].

Biochemical studies have shown that the most significant decrease in the content of α - globulins in blood serum occurs in rabbits that were fed potato wart (on 0.47%). The content of β – globulins increased on 10-16% [6].

Research by Lipsitz D. B. It was identified that infected potatos by causative agent of wart in tubers, the content of amine nitrogen ($-NH_2$), sulfur-containing substances (-SH-), nitro compounds (- NO-), connected with carbon atoms, which are products of the metabolism of destructive organisms. They belong to the most dangerous carcinogens that cause malignant tumors of the liver, lungs, kidneys, and digestive tract in 40 animal species [7].

Employees of the UkrSRPQS IPP NAAS continued research on quality and quantitatity analysis of various potato varieties healthy and affected by wart causative agent [8,9]. Biochemical methods for wart identifying in various potato varieties have also been developed.

As a result of the analysis of the qualitative composition of proteins by isoelectrofocusing them in a polyacrylamide gel in a pH gradient of 3.5 – 10.0, the protein spectrum is represented by 48 protein components in unaffected potato varieties, and 53 in affected ones. Redox enzymes activity analysis in different potato varieties an original potato parent forms combinations. Amino acid composition analysis in potato wart causative agent affected showed the increase in the content of cystin, methionine (sulfur-containing), lysine (has two amino groups), valine and histidine [10].

Together with scientists of department of computer systems and networks of Chernivtsi National University after Yuriy Fedkovych we started the researches for developing test_methods and using computer equipment for identifying and express-analysis for cancerogenic components in bioactive medium and materials [11]. These studies are still ongoing.

The work purpose was to identify potentially dangerous compounds in potato wart formation by the spectrometric technique.

Materials and methods

Identification of wart on various potato varieties was carried out according to the author's technique by UkrSRPQ IPP NAAS and the Department of Computer Systems and networks of Chernivtsi National University named. Yu. Fedkovich on the basis of the laboratory of quarantine diseases and pests during 2020-2022. Parent potato forms and hybrids received after crossing (75 pieces) were infected by wart causative agent zoospores [12]. Spectrophotometric analysis of total proteins of potato varieties with wart resistance contrast and obtained hybrids after crossing was performed using the Bradford M. method. 0.5% solution Coomassie blue G-250 was used as a dye for proteins [13].

A sample of vegetable material (5g) of potato sprouts was ground in the cold with 0.01g of Tris-glycine buffer + 0.1% EDTA + 0.5% ascorbic acid in 4C0 (1:5). The homogenate was centrifuged for 15 minutes at 12 thousand revolutions per wave, was purified through a column with cefadex G-25. For determining the protein content they were stained with a 0.5% solution of Commassie blue G-250 and at a wavelength of 595 Nm and 600 Nm on a Lomo-46 spectrophotometer (Russia), the light transmission value P (in %) was determined by the formula: P= Ro - PK, where P is the final result of the sample as a percentage of light transmission, or a unit of optical density, Ro is the percentage of light transmission of the prototype, PK is the percentage of light transmission of the lysing buffer. The extinction value was determined: E = -lg P. The protein concentration (in mcg/ml) was determined by the Formula C= E/K, where C is the protein concentration; E is the extinction value, and K is the light transmission ratio [14]. Statistical data processing was carried out according to Maslov Yu. I. [15].

Results and discussion

As a result of spectrophotometric analysis at a wavelength of 595 nm, it was revealed that in resistant potato forms after infection with the cancer pathogen, the amount of total protein was 0.78 – 0.84 mg/ml, in wart – sensitive forms – 0.58-0.65 mg/ml (table).

In the crossing option *resistant x resistant* (Gitte x 81 459c19) the protein content was 0.84 – 0.78 mg/ml (hybrids 2 - 19).

When crossing the original parent forms sensitive x resistant (Poliska rozheva x Ghitte), resistant x sensitive (81.459 C19 x Poliska rozheva) the protein content, containing pathogenic iron proteins with carcinogenic components in sensitive parent forms and in hybrids obtained after crossing was 0.58 – 0.65 mg/ml. In wart-resistant initial forms and received hybrids, 0.78 – 0.84 mg/ml (hybrids 20-58).

Table

Content of total proteins of the original parent forms of potatoes and hybrids received after crossing during infecting by the wart causative agent (in mg/ml)

№ items	Potato varieties and hybrids	Resistance degree	Number of defeated tubers	Protein content (mg/ml)	
				At 595nm	At 600 nm
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1.	Ghitte(♀) (resistant)	1	0	0,84±0,66	0,85±0,66
2.	П94 27–11	1	0	0,81±0,33	0,82±0,33
3.	П94 27–12	1	0	0,78±0,66	0,78±0,66
4.	П94 27–21	1	0	0,80±0,66	0,81±0,66
5.	П94 27–22	1	0	0,79±0,33	0,79±0,33
6.	П94 27–26	1	0	0,80±0,66	0,80±0,66
7.	П94 27–39	1	0	0,84±0,66	0,83±0,66
8.	П94 27–46	1	0	0,82±0,66	0,82±0,66
9.	П94 27–49	1	0	0,79±0,33	0,78±0,33
10.	П94 27–52	1	0	0,78±0,66	0,78±0,66
11.	П94 27-53	1	0	0,79±0,66	0,79±0,66
12.	П94 27-54	1	0	0,81±0,33	0,82±0,33
13.	П94 27-55	1	0	0,84±0,66	0,83±0,66
14.	П94 27-56	1	0	0,82±0,66	0,82±0,66
15.	П94 27-57	2	0	0,83±0,66	0,83±0,66
16.	П 94 27-58	1	0	0,81±0,66	0,81±0,66
17.	П 94 27-59	1	0	0,84±0,66	0,84±0,66
18	П 94 27-60	1	0	0,79±0,66	0,79±0,66
19.	81 459c19 (♂) (resistant)	1	0	0,78±0,33	0,78±0,33
20.	Poliska rozheva (♀) (sensitive)	3	3	0,58±0,66	0,56±0,33
21.	П95 49/3	1	0	0,83±0,66	0,83±0,66
22.	П95 49/5	3	3	0,58±0,33	0,56±0,33
23.	П95 49/21	2	0	0,78±0,33	0,78±0,33
24.	П95 49/25	1	0	0,84±0,66	0,84±0,66
25.	П95 49/28	1	0	0,83±0,66	0,83±0,66
26.	П95 49/35	3	3	0,58±0,33	0,57±0,33
27.	П95 49/48	3	3	0,59±0,33	0,56±0,33
28.	П95 49/53	2	0	0,74±0,66	0,74±0,66
29.	П95 49/54	3	3	0,58±0,66	0,58±0,66
30.	П95 49/55	1	0	0,80±0,33	0,81±0,33
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
31.	П95 49/56	3	3	0,59±0,66	0,60±0,66
32.	П95 49/57	1	0	0,64±0,66	0,64±0,66
33.	П95 49/58	1	0	0,78±0,33	0,78±0,33

34.	П95 49/59	3	3	0,59±0,66	0,60±0,66
35.	П95 49/60	1	0	0,84±0,33	0,84±0,33
36.	П95 49/61	3	3	0,65±0,33	0,65±0,33
37.	П95 49/62	1	0	0,78±0,33	0,78±0,33
38.	П95 49/63	3	3	0,65±0,33	0,65±0,33
39.	81 459c19 (♂) (resistant)	1	0	0,82±0,66	0,82±0,66
40.	Ghitte(♀) (resistant)	1	0	0,84±0,66	0,83±0,66
41.	П95 9–1	3	3	0,65±0,66	0,65±0,66
42.	П95 9–6	2	0	0,58±0,66	0,58±0,66
43.	П95 9–7	2	0	0,63±0,33	0,63±0,33
44.	П95 9–8	3	3	0,60±0,33	0,61±0,33
45.	П95 9–10	3	3	0,62±0,66	0,62±0,66
46.	П95 9–12	3	3	0,63±0,66	0,64±0,66
47.	П95 9–22	3	3	0,61±0,33	0,62±0,33
48.	П95 9–23	3	3	0,59±0,66	0,59±0,66
49.	П95 9-24	1	0	0,84±0,33	0,84±0,33
50.	П95 9-25	1	0	0,83±0,66	0,83±0,66
51.	П95 9-26	1	0	0,84±0,66	0,84±0,66
52.	П95 9-27	1	0	0,83±0,33	0,83±0,33
53.	П95 9-28	1	0	0,80±0,33	0,80±0,33
54.	П95 9-29	3	3	0,65±0,66	0,65±0,66
55.	П95 9-30	3	3	0,63±0,66	0,63±0,66
56.	П95 9-31	1	0	0,80±0,66	0,80±0,66
57.	П95 9-32	2	0	0,78±0,33	0,78±0,33
58.	Poliska rozheva (♂) (sensitive)	3	3	0,58±0,66	0,56±0,33
59.	Poliska rozheva (♀) (sensitive)	3	5	0,58±0,66	0,56±0,33
60.	П95 11/16	3	3	0,62±0,33	0,62±0,33
61.	П95 11/22	3	3	0,65±0,66	0,64±0,66
62.	П95 11/26	3	3	0,64±0,66	0,62±0,66
63.	П95 11/28	3	3	0,61±0,66	0,61±0,66
64.	П95 11/30	3	3	0,59±0,33	0,59±0,33
65.	П95 11/37	3	3	0,58±0,66	0,58±0,66
66.	П95 11/43	3	3	0,60±0,66	0,60±0,66
67.	П95 11/46	3	3	0,58±0,66	0,58±0,66
68.	П95 11/47	3	3	0,58±0,33	0,58±0,33
69.	П95 11/57	1	0	0,78±0,33	0,78±0,33
70.	П95 11/68	3	3	0,59±0,66	0,59±0,66
71	П95 11/70	3	3	0,60±0,66	0,60±0,66
72.	П95 11/75	3	3	0,58±0,33	0,58±0,33
73.	П95 11/76	3	3	0,60±0,66	0,61±0,66
74	П95 11/77	3	3	0,63±0,66	0,63±0,66
75.	Teteriv (♂) (sensitive)	2	0	0,68±0,33	0,68±0,33
S.P.D ≤ 0,6				0,01	0,02

Note: 1, 2, 3 – defeating degree of potato samples by the wart causative agent.

As a result of crossing the original parental forms (Poliska rozheva x Teteriv), sensitive x sensitive in the original forms and the resulting hybrids, the content of total proteins (pathogen-dependent proteins with carcinogenic components) was in the range of 0.56 - 0.65 mg/ml (hybrids 60 - 74) .

Determination of the total protein content by spectrophotometry in 75 potato samples infected with the wart pathogen at a wavelength of 600 nm was slightly changed.

In the variant of crossing the initial parent forms of potatoes *resistant x resistant* (Ghitte x 81. 459c19) protein content was 0.78-0.85 mg/ml (hybrids 2 - 19); in crossbreeding combinations *sensitive x resistant* (Poliska rozheva x Ghitte), *resistant x sensitive* (81.459 C19 x Poliska rozheva) protein content was 0.56-0.85 mg/ml; *sensitive x sensitive (*Poliska rozheva x Teteriv) – 0.56-0.61 mg/ml. Thus, these spectrophotometric analysis tests with a resolution of 1-5 nm in different radiation ranges allow us to determine the content of total proteins, including pathogen-dependent proteins with carcinogenic components in warts in the early stages of ontogenesis.

Conclusions

The researches results for spectrophotometric analysis for identifying potentially dangerous combinations in potato during potato wart causative agent *Synchytrium endobioticum {Schilb.) Perc.*, allows to give principally for foundamentally important conclusions:

- ➢ It was found that in resistant potato forms, the content of total and pathogenic proteins along the wavelength of 595 nm was 0.78 – 0.84 mg/ml, in wart – sensitive forms – 0.58-0.65 mg/ml.
- ➢ At a wavelength of 600 nm, the content of total proteins in resistant potato forms was in the range of 0.78 – 0.85 mg/ml; in sensitive forms, the content of total proteins was lower, since only pathogenic proteins were detected. Their content was in the scope of 0.56 - 0.68 mg/ml.
- ➢ Thus, these spectrophotometric analysis tests with a resolution of 1-5 nm in different radiation ranges allow us to determine the content of total proteins, including pathogen-dependent proteins with carcinogenic components in warts in the early stages of ontogenesis.
- ➢ Spectrophotometric analysis can be relatively easily adapted for the study of complex nanodisperse biointegrated systems.

References

1. Мельник П. О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обгрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці : Прут, 2003. 284 с. (Google scholar).
2. Boberg J., Björklund N. *Synchytrium endobioticum* – pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences. 2018. 38 p. URL: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf (дата звернення: 20.03.2023).
3. Van de Vossenberg B. T. L. H., Prodhomme C., Vossen J. H, Van der Lee T. A. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. In: *Molecular Plant Pathology.* 2022. 23 (4). P. 461-474. DOI: 10.1111/mpp.13183
4. Zelya A. G., Gunchak V. M., Zelya G. V. et al. Screening of potato varieties for multiple resistance to Synchytrium endobioticum in Western region of Ukraine / A. G. Zelya et al. In: *Agricultural Science and Practice*. 2018. No 3. P. 3–11. DOI: 10.15407/agrisp5.03.003.
5. Закриводорога С. П., Закриводорога З. С. О токсичности для животных пораженного раком картофеля. In: *Вопросы питания*. 1961. №5. С.58-66.
6. Закриводорога С. П., Липсиц Д. В. Влияние пораженного раком картофеля на организм животных. In: *Вопросы питания*. 1960. №4. С.8-9.
7. Закриводорога С. П. и др. Картофель, пораженный раком, токсичен для животных. In: *Защита растений от вредителей и болезней.* 1961. №8. С.10.
8. Липсиц Д. В. Биохимические основы болезнеустойчивости картофеля. Аналитический обзор. М.,1972. 59с.

9. Зеля А. Г. Біохімічні методи вивчення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobiotum* (Schilbersky) Percival. In: *Вісник Чернівецького національного університету*. 2007. №343. С.78-90.
10. Зеля А. Г. Діагностика стійкості картоплі проти збудника раку *Synchytrium endobiotum* (Schilbersky) Percival. In: *Карантин і захист рослин.* 2007. №7. С.7-9.
11. Vorobets G et al. Methods and computerized means of identification and express analysis of carcinogenic components in bioactive media and materials. 1X Simpozium Bioinsoired and biointegrated materials fa new frontiers nanomaterials. 16-19 september. 2019.
12. Зеля Г. В. та ін. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС. 2015; Чернівці: Прут, 24 с
13. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. In: *Analyt. Biochem.*, 1976. *72*(1- 2), 248–254.
14. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Наукова думка. 1976. С. 165-175.
15. Маслов Ю. И. Методы биохимического анализа растений. Л. 1978. С. 163 - 178.

Section B: *Principles and proceedings of increasing and quantification of genetic variability*

UDC: 633.11:632.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.40

VARIABILITATEA ATACULUI BOLILOR FOLIARE LA FORME DE PERSPECTIVĂ DE GRÂU COMUN

Cristea Nicolae, *https://orcid.org/0009-0008-7259-3884*
Gavzer Svetlana, *https://orcid.org/0000-0001-9435-1159*
Lupaşcu Galina, *https://orcid.org/0000-0003-3363-3595*
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, USM, Chişinău, Republica Moldova
e-mail: galina.lupascu@sti.usm.md

VARIABILITY OF LEAF DISEASE ATTACK IN COMMON WHEAT PERSPECTIVE FORMS

Summary. The aim of the present research was to establish the attack characteristics of foliar diseases (septoriosis, brown rust, yellow rust, powdery mildew) in 25 prospective genotypes of common winter wheat in years with different climatic conditions (2023, 2024). It was found: i) the strong dependence of the disease of wheat plants on climatic factors (the intensity of yellow rust in 2023 and of powdery mildew in 2024); ii) significant variability in susceptibility of wheat populations / genotypes. Common winter wheat populations/lines with reduced complex disease susceptibility have been identified, that can be implemented in breeding programs.

Keywords: wheat, genotype, *Alternaria alternata*, variability, heritability, resistance.

Introducere

Grâul comun de toamnă (*Triticum aestivum* L.) este o cultură cerealieră importantă în alimentaţia umană, formată conform unor date cu circa 8500-9000 ani în urmă. Foarte curând, după domesticirea ei în Semiluna Fertilă, s-a răspândit rapid în noi habitate şi clime, pentru a deveni un aliment de bază al umanităţii. Boabele sale nutritive contribuie cu o parte importantă din aportul caloric zilnic în multe ţări ale lumii, de exemplu, 40% - 50% în Egipt şi Turcia, 20% în Marea Britanie. De-a lungul evoluţiei, grâul a suportat multe schimbări de mediu, dar cu toate acestea încă nu este complet adaptat la schimbările climatice recente, motiv pentru care este necesară o mai bună utilizare a vastului bazin genetic al biodiversităţii grâului de care depinde securitatea noastră alimentară [9, 10]. Grâul este şi o sursă importantă de proteine, fibre alimentare, vitamină B şi alţi componenţi fitochimici din dieta umană. În anii 2020, 2021, producţia mondială anuală de grâu a atins un record de ~770 mt [6], China şi India fiind doi producători de top.

Cele mai frecvente boli foliare ale grâului sunt de origine fungică care depind în mare măsură de rezistenţa plantei gazdă la schimbările de mediu. Printre acestea pot fi menţionate septorioza [1, 2, 8], rugina brună [11], rugina galbenă [3], făinarea [13]. Fiecare din aceste boli necesită niveluri ridicate de umiditate (ploi frecvente, rouă abundentă şi prelungită, umiditate relativ înaltă). Cerinţele faţă de temperatură şi timpul de apariţie variază pentru fiecare boală [4].

Septorioza frunzelor, cauzată de *Septoria tritici* Blotch se manifestă prin pete, iniţial mici şi galbene care ulterior devin maro-deschise sau roşcate. Frunzele grav afectate devin galbene, se ofilesc şi mor prematur. Cele mai mari pierderi de producţie sunt atunci când se infectează frunzele stindard. Dacă acestea se usucă înainte de etapa lapte-ceară, boabele vor fi şiştăvite, cu greutate redusă. Agresivitatea septoriozei este mai puternică când predomină o perioadă prelungită de vreme răcoroasă, umedă la începutul şi mijlocul primăverii, ceea ce conduce la reduceri semnificative de producţie [2].

Rugina brună a frunzelor, agent cauzal *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, poate fi cea mai răspândită boală şi ameninţare constantă pentru grâul comun. Simptomele ruginii brune sunt pustulele mici, rotunde spre ovale, de culoare oranj-roşietic, împrăştiate în principal pe suprafaţa

superioară a frunzei sau pe teaca acesteia. Fiecare pustulă conține mii de urediospori roșu-oranj care sunt ușor împrăștiați de vânt spre alte frunze sau plante. Infecțiile provoacă reducerea numărului de boabe, dar și a greutății lor. La soiurile susceptibile, pierderile pot fi severe daca patogenul începe sa se dezvolte devreme și continuă până la maturizarea culturii [14].

Rugina galbenă (***liniară***) cauzată de *P. striforms* f. sp. *tritici* (Pst) este o boală serioasă a grâului, cea mai gravă amenințare biotică pentru producția durabilă de grâu. Epidemiile de rugină galbenă, o boală fungică transmisă prin aer, sunt frecvente în întreaga lume și adesea duc la pierderi serioase de producție datorită distrugerii funcției fotosintetice a frunzei la începutul antezei sau în stadiul incipient de umplere a boabelor, ceea ce duce la importante pierderi de biomasă și la scăderea ratei de umplere a boabelor [7]. Apare ca o masă de urediniospori galbeni până la oranj care erup din pustule aranjate în dungi luniare și înguste pe frunze (de obicei între nervuri), teaca frunzelor, glume la plantele sensibile. Soiurile de grâu rezistente, se caracterizează prin diferite tipuri de infecție – de la lipsă de simptome vizuale până la mici pete hipersensibile, la uredinie înconjurată de cloroză sau necroză cu producție limitată de urediniospori [3].

Făinarea, agent cauzal *Erysiphe graminis*, are o serie de forme specializate (f.sp.) care atacă doar anumite cereale. Formele specializate care atacă grâul nu pot infecta orzul, iar agentul patogen al orzului nu poate infecta grâul. Agentul patogen al grâului este *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*.

Ciuperca *Erysiphe* privează planta de grâu de nutrienți, reduce fotosinteza, intensifică respirația și transpirația ceea ce duce la pierdere de apă a gazdei. Pătrunde în celulele epidermice și retrage nutrienții prin intermediul unor structuri specializate numite haustorii. Infecțiile cu făinare pot reduce vigoarea plantelor, provoca pătulirea plantei, reduce producția, dimensiunea și greutatea bobului. Mucegaiul prăfos este cel mai frecvent în zonele în care mișcarea aerului este redusă și se instalează condiții umede și răcoroase. De obicei, este prima boală majoră raportată după reluarea creșterii de primăvară. Daunele sunt cele mai severe dacă infecțiile apar în perioadele de creștere rapidă: formarea și alungirea tulpinii, dezvoltarea spicului. Rezistența plantei-gazdă este foarte importantă în controlul făinarei la cereale [5, 11, 12].

Scopul prezentelor cercetări a constat în stabilirea particularităților de atac al bolilor foliare la genotipurile de perspectivă de grâu comun de toamnă în anii cu condiții climatice diferite (2023, 2024).

Materiale și metode

În calitate de material pentru studiu, au servit 25 populații hibride și linii de perspectivă de grâu comun de toamnă. Pe sectoarele experimentale ale Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM în anul 2023, s-au manifestat septorioza, rugina brună și rugina galbenă, iar în anul 2024 – septorioza, rugina brună și făinarea. Aprecierea gradului de atac al bolilor foliare menționate s-a efectuat în scara de 5 trepte (0, 1, 2, 3, 4). Este de menționat că anul 2023 s-a caracterizat prin iarnă blândă, primăvară rece și umedă, ceea ce a favorizat dezvoltarea ruginii galbene, iar a. 2024 – primăvară cu perioade mari de rouă îndelungată și nopți reci care au condus la dezvoltarea puternică a făinarei. Menționăm că inițial simptomele de făinare s-au manifestat la etapa juvenilă a plantei, septorioză – în perioada preanteză, rugină brună – anteză, rugină galbenă – anteză-postanteză. Aprecierea gradului de atac s-a efectuat în prima decadă a lunii iunie în anii 2023-2024. Datele au fost prelucrate statistic conform analizei clusteriene centroide (metodă *k*-medii) în pachetul de soft STATISTICA 7, ca criterii/cazuri servind gradul de atac al bolilor menționate.

Rezulate și discuții

Pe baza analizei clusteriene care a înregistrat că varianța interclusteriană a fost mult mai înaltă ca cea intraclusteriană în cazul ruginii brune și ruginii galbene, putem concluziona că populațiile / genotipurile de grâu s-au clasificat reușit în clustere în anul 2023 pe baza acestor boli,

și nu s-au deosebit semnificativ în ceea ce privește septorioza care a fost cea mai puternică, dar totodată și mai uniformă (tab. 1, Fig. 1).

Tabelul 1

Analiza varianței bolilor fungice foliare la grâul comun de toamnă pe sectoarele de selectare și multiplicare, 2023

Boală foliară	Varianță interclusteriană (1)	df	Varianță intraclusteriană (2)	Raport 1/2	df	F	p
Rugină brună	3,75	3	1,05	3,57	2	25,01	0,00
Rugină galbenă	3,06	3	1,48	2,07	21	14,49	0,00
Septorioză	0,82	3	2,24	0,36	21	2,54	0,08

*-<0,05.

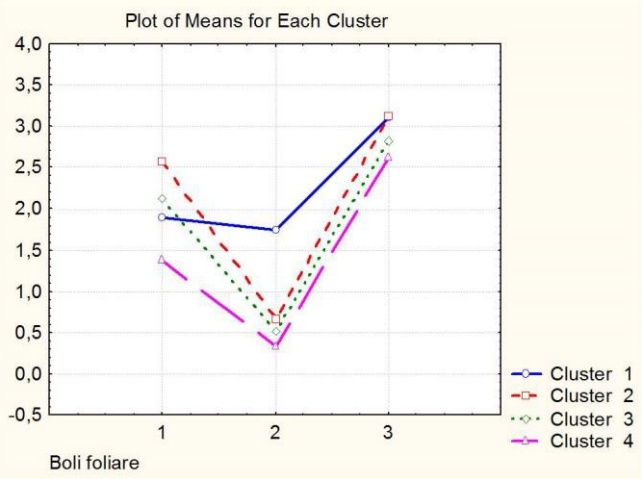


Figura 1. Capacitatea bolilor foliare de diferențiere a genotipurilor din sectorul de selecție și de multiplicare de grâu în clustere (grad), 2023

Boli foliare: 1 – rugină brună, 2 – rugină galbenă, 3 – septorioză

Conform mediilor gradului de atac în clustere, 4 populații/genotipuri care au format clusterul 4 – Bas./M x M/M3/5, F_4 M16 x Cuialnic, S.i.Basarabeanca, M16 x L Bas./M/6 au manifestat cea mai scăzută sensibilitate la bolile menționate (tab. 2).

Tabelul 2

Analiza clusterială (*k*-medii) a repartiției genotipurilor de grâu comun în clase pe baza atacului de boli fungice foliare, 2023

Clus-ter	Boală foliară	x	σ	Num. genoti-purilor	Membrii clusterelor
1	Rugină brună, grad	1,90	0,14	2	9 – BC (L M/M3 x M16) x M16, 17 – M/M3 x Select/6
	Rugină galbenă, grad	1,75	0,35		
	Septorioză, grad	3,10	0,14		
2	Rugină brună, grad	2,57	0,32	7	5 – BC (Bas. x LM/M3) x Bas., 6 – BC (Bas.x M16) x M16, 7 – F_5 M16 x L M/M3, 10 – BC (M16 x LM/M3) x LM/M3, 12 – BC (Cub.101/Bas. x M30) x L Cub.101, 21 – Bas. x M 30/13, 22 – Cub.101 x Bas/15.
	Rugină galbenă, grad	0,66	0,26		
	Septorioză, grad	3,13	0,26		
3	Rugină brună, grad	2,13	0,15	12	1 – F_3 M16 x M11, 2 – F_3 Bas./M x

	Rugină galbenă, grad	0,51	0,25		M/M3, 4 – L M/M3 x Bas., 8 – BC (LM/M3 x M16) x L M/M3, 11 – L Cub.101/Bas. x M30/6, 15 – Bas./L M/M3/6, 18 – L Bas./L 101 x M/M3 /7, 19 – Cub.101/Bas. x M66/7, 20 – L Selania/Accent/9, 23 – L 1/3 x M30/14, 24 – L Cub.101 x Bas., 25 – L Sel./BT.43-42/Sel.
	Septorioză, grad	2,83	0,32		
4	Rugină brună, grad	1,38	0,25	4	3 – F_5 Bas./M x M/M3, 13 – F_4 M16 x Cuialnic, 14 – S.i.Basarabeanca, 16 – F_6 M16 x L Bas./M
	Rugină galbenă, grad	0,33	0,29		
	Septorioză, grad	2,63	0,48		

S-a constatat că în anul 2024, la repartiția populațiilor și genotipurilor de grâu în 4 clustere pe baza gradului de atac al bolilor foliare, varianța interclusteriană (1) a fost semnificativ mai înaltă ($p<0,05$) decât cea intraclusteriană (2) pentru cele 3 boli aflate în studiu, ceea ce denotă o bună diferențiere clusteriană. Totodată, raportul ½ relevă că cea mai înaltă capacitate de diferențiere în clustere a revenit ruginii brune, după care au urmat septorioza și făinarea (tab. 3, Fig. 2).

Tabelul 3

Analiza varianței bolilor fungice foliare la grâul comun în câmpurile de selectare și multiplicare, 2024

Boală foliară	Varianță interclusteriană (1)	df	Varianță intraclusteriană (2)	Raport 1/2	df	F	p
Septorioză	4,70	3	3,30	1,42	21	9,97	0,00
Rugină brună	8,61	3	1,55	5,56	21	38,88	0,00
Făinare	7,83	3	6,18	1,27	21	8,87	0,00

*-<0,05.

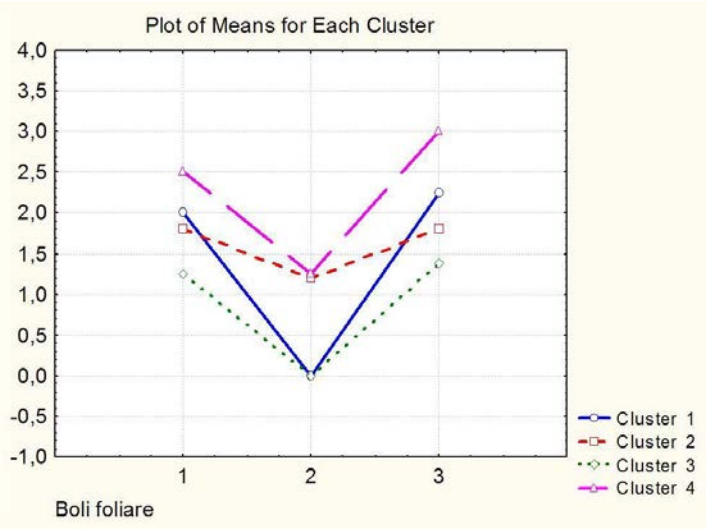


Figura 2. Capacitatea bolilor foliare de diferențiere a genotipurilor de grâu în clustere (grad), 2024. *Boli foliare*: 1 – septorioză, 2 – rugină brună, 3 – făinare

Conform datelor obținte (tab. 4), 8 populații și linii create prin selectări repetate din generații segregante, clasificate în clusterul 3 – F_4 M16 x M11, F_4 Bas./M x LM/M3, BC (Bas.x M16) x M16, BC (L M/M3 x M16) x LM/M3, BC (L Cub.101/Bas. x M30) x L Cub.101, L Cub.101/Bas. x

M66/8, L Cub.101/Bas./16, L Cub.101/Bas., au înregistrat cele mai joase medii de atac de septorioză, rugină brună, făinare – 1,25; 0,0; 1,38, respectiv.

Tabelul 4

Analiza clusterianã (*k*-medii) a repartiţiei genotipurilor de grâu comun în clase pe sectoarele de selectare, multiplicare pe baza atacului de boli fungice foliare, 2024

Clus-ter	Boală foliară	x	σ	Num. genoti-purilor	Membrii clusterelor
1	Septorioză, grad	2,00	0,00	8	4 – LM/M3 x Bas., 7 – LM16 x L M/M3/6, 11 – LCub.101/Bas/7. x M30, 13 – F_5 M16 x Cuialnic, 16 – L M16 x L Bas./M30/7, 17 – L M/M3 x Select/7, 20 – L Select x Accent/10, 25 – Moldova 11.
	Rugină brună, grad	0,00	0,00		
	Făinare, grad	2,25	0,46		
2	Septorioză, grad	1,80	0,45	5	5 – BC (Bas. x LM/M3) x Bas., 9 – BC (Bas. x M16) x M16, 10 – BC (M16 x LM/M3) x LM/M3, 21 – L Bas. x M30/14, 23 – L1/3 x M30/15.
	Rugină brună, grad	1,20	0,45		
	Făinare, grad	1,80	0,45		
3	Septorioză, grad	1,25	0,46	8	1 – F_4 M16 x M11, 2 – F_4 Bas./M x LM/M3, 6 – BC (Bas.x M16) x M16, 8 – BC (L M/M3 x M16) x LM/M3, 12 – BC (L Cub.101/Bas. x M30) x L Cub.101, 19 – L Cub.101/Bas. x M66/8, 22 – L Cub.101/Bas./16, 24 – L Cub.101/Bas.
	Rugină brună, grad	0,00	0,00		
	Făinare, grad	1,38	0,74		
4	Septorioză, grad	2,50	0,58	4	3 – L Bas./Moldova x LM/M3, 14 – Basarabeanca, 15 – L Bas./L M/M3/7, 18 – L Bas./L101 x LM/M3/8
	Rugină brună, grad	1,25	0,56		
	Făinare, grad	3,00	0,00		

Concluzii

Analiza atacului formelor de perspectivă (populații, linii) de grâu comun de toamnă de boli foliare în condițiile R. Moldova a demonstrat: i) dependența puternică a îmbolnăvirii plantelor de grâu de factorii climatici (intensitatea ruginii galbene în a. 2023 și a făinarei în a. 2024); ii) variabilitatea semnificativă a sensibilității populațiilor / genotipurilor de grâu; iii) capacitatea diferențiatoare a bolilor foliare de a influența organizarea clusteriană a formelor de grâu pe baza rezistenței complexe.

Au fost identificate populații / linii de grâu comun de toamnă cu sensibilitate complexă redusă la: i) *septorioză, rugină brună, rugină galbenă* – Bas./M x M/M3/5, F_4 M16 x Cuialnic, S.i.Basarabeanca, M16 x L Bas./M/6; ii) *septorioză, rugină brună, făinare* – F_4 M16 x M11, F_4 Bas./M x LM/M3, BC (Bas.x M16) x M16, BC (L M/M3 x M16) x LM/M3, BC (L Cub.101/Bas. x M30) x L Cub.101, L Cub.101/Bas. x M66/8, L Cub.101/Bas./16, L Cub.101/Bas., care pot fi implementate în programele de ameliorare în calitate de potențiale surse de rezistență.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011102 "Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice", finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Aoun, M., Carver, B. Septoria Nodorum Blotch: A New Challenge to Wheat Production in Oklahoma. https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/p/septoria-nodorum-blotch-a-new-challenge-to-wheat-production-in-oklahoma-pss-2125-a.pdf
2. Binalf, L., Shifa, H. Septoria Tritici Blotch (*Septoria tritici*) of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect and Management Options – A Review. In: *Journal of Natural Sciences Research*, 2018, No 22, Vol.8. www.iiste.org ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online)
3. Chen, W., Wellings, C., Chen, X. et al. Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. In: *Mol Plant Pathol*., 2014, 15(5), p. 433-46.
4. Controlul genetic al caracterelor de rezistență și productivitate la grâul comun / Coord. G. Lupașcu, Chișinău: Tipografia AȘM, 2015. – 176 p. ISBN 978-9975-62-385-8.
5. Cowger, C., Brown, J.K.M. *Blumeria graminis* (powdery mildew of grasses and cereals), In: *CABI Compendium***,** 2019. https://doi.org/10.1079/cabicompendium.22075
6. FAO (2021) FAO cereal supply and demand brief. http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/ (consultat: 04.02.2022)
7. He, C., Zhang, Y., Zhou, W. et al. Study on stripe rust (*Puccinia striiformis*) effect on grain filling and seed morphology building of special winter wheat germplasm Huixianhong. In: *PLoS One*, 2019 May 21; 14(5): e0215066. doi: 10.1371/journal.pone.0215066. PMID: 31112545; PMCID: PMC6528950.
8. Langlands-Perry, C., Cuenin, M., Bergez, C. Et al. Resistance of the Wheat Cultivar 'Renan' to Septoria Leaf Blotch Explained by a Combination of Strain Specific and Strain Non-Specific QTL Mapped on an Ultra-Dense Genetic Map. In: *Genes* (Basel), 2021, 13(1), p.100. doi: 10.3390/genes13010100.
9. Levy, A.A., Feldman M. Evolution and origin of bread wheat. In: *Plant Cell.,* 2022, 34(7), p. 2549–2567. https://doi.org/10.1093/plcell/koac130
10. Mosletha, E.F., Lillehammera, M., Pellnyb, T.K. et al. Genetic variation and heritability of grain protein deviation in European wheat genotypes. In: *Field Crops Research*, 255, 2020, 107896. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107896
11. Peksa, K., Bankina, B. Characterization of *Puccinia recondita*, the causal agent of brown rust: A Review In: *Research for rural development*, 2019, Vol. 2, p.70-76. Doi: 10.22616/rrd.25.2019.051
12. Pietrusińska, A., Tratwal, A. Characteristics of powdery mildew and its importance for wheat grown in Poland. In: *Plant Protection Science*, 56, 2020 (3), p. 141–153. doi: 10.17221/99/2019-PPS
13. Sotiropoulos, A.G., Arango-Isaza, E., Ban, T. et al. Global genomic analyses of wheat powdery mildew reveal association of pathogen spread with historical human migration and trade. In: *Nat. Commun*., 2022, 13(1), p. 4315. doi: 10.1038/s41467-022-31975-0
14. Telenko**,** D. The development of rust-resistant wheat varieties has substantially reduced the yearly losses to rust. In: *Foliar Diseases Of Wheat And Fusarium Head Blight* (Scab) Management, 2024 (5). https://extension.entm.purdue.edu/newsletters/pestandcrop/article/foliar-diseases-of-wheat-and-fusarium-head-blight-scab-management-4/ (vizitat: 15.07.2024)

UDC: 575.224:633.16:535-36 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.41

DETERMINAREA RADIOSENSIBILITĂȚII ȘI DOZELOR OPTIME MUTAGENE A RAZELOR X LA ORZUL DE TOAMNĂ

Grigorov Tatiana
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0003-1906-4322, e-mail: tatiana.grigorov@sti.usm.md

Summary. The impact of ten X-ray doses (150, 170, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, and 530 Gy) on seed germination, survivability, and seedling length of winter barley varieties Igri, Ciuluc, Strălucitor, and hybrid lines *Ciuluc x Igri - 5As*, *Strălucitor x Igri - 9B* has been evaluated. All winter barley genotypes exhibited germination rates between 70% and 93.3% across all X-ray doses. ANOVA revealed significant differences between genotypes, X-ray doses, and the genotype by dose interaction for seedling length. The irradiation doses that led to a 30-50% reduction in seedling growth (GR 30-50) were 150 Gy for cv. Igri, 300-350 Gy for cv. Strălucitor and cv. Ciuluc, and 200-250 Gy for hybrid lines *Strălucitor x Igri - 9B* and *Ciuluc x Igri - 5As*. Based on the evaluation of radiosensitivity curves and considering the specific genotype response to X-ray doses, doses of 200-250 Gy were selected as optimal.

Keywords: winter barley, X-rays, radiosensitivity, optimal mutagenic dose, LD_{30-50}, GR_{30-50}.

Introducere

Seceta este constrângerea principală a mediului care deseori are efect drastic asupra culturilor cerealiere, inclusiv orzul. Rata soiurilor mutante de cerealiere tolerante la secetă, obținute prin implicarea radiațiilor ionizante constituie 51% din numărul total de soiuri ce prezintă toleranță, ceea ce demonstrează eficiența acestor factori mutageni [9]. În același timp, cota soiurilor de orz tolerante la secetă constituie 13% din numărul total de soiuri cerealiere realizate prin intermediul razelor ionizante (radiația gama și raze X), ceea ce denotă necesitatea de a eficientiza procedeele de obținere a soiurilor de orz cu toleranță la stresul hidric prin intermediul acestor agenți mutageni. În plus, toate soiurile mutante de orz cu toleranță la secetă sunt soiuri de orz de primăvară. Astfel, prezintă interes evaluarea potențialului destabilizant al radiațiilor ionizante, precum sunt razele X în evidențierea răspunsului diferențiat al genotipurilor de orz de toamnă în condiții de deficit hidric. Pentru obținerea unei variabilități eficiente la 3 soiuri și 2 linii hibride de orz de toamnă prin intermediul iradierii cu raze X este necesar de a determina radiosensibilitatea și dozele optime mutagene de radiație. Ulterior, dozele identificate vor fi utilizate pentru obținerea plantelor mutante de orz de toamnă care vor fi implicate în programe de ameliorare a toleranței la deficitul hidric și secetă.

Materiale și metode

În calitate de material biologic au fost utilizate 3 soiuri de orz de toamnă (*Hordeum vulgare* L., 2n=14): Igri (spic cu 2 rânduri, Marea Britanie, 2/0129), Ciuluc, Strălucitor (spic cu 4 rânduri, Republica Moldova) și 2 linii hibride: *Ciuluc x Igri - 5As(CxI-5As), Strălucitor x Igri - 9B*(*SxI-9B*), spice cu 2 rânduri de boabe.

Pentru determinarea dozelor optime mutagene a razelor X au fost aplicate scheme de pretratament și iradiere conform *protocolul de testare a radiosensibilității* [6]. Prin urmare, semințele de orz de toamnă (câte 30 de boabe per doză) au fost plasate în pachete de hârtie permiabile pentru apă și puse în desicator cu soluție de glicerol 60% pentru ajustarea gradului optim de umiditate (12-14%), timp de 4 zile. Umiditatea relativă de 73% a fost monitorizată cu ajutorul unui higrometru. Gradul de umiditate în boabele de orz a fost determinat cu ajutorul aparatului Radwag și a constituit 12,3%.

Ulterior, semințele au fost ambalate în pungi impermeabile pentru menținerea umidității optime și expediate la instalația de iradiere cu raze X-RS-2400, unde au fost iradiate conform procedurii standard [8]. Boabele au fost expuse iradierii în 10 doze (150, 170, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 și 530 Gy) selectate în dependență de dozele letale (DL 50) recomandate pentru orz în literatura de specialitate [6].

În aceeași zi, semințele de orz au fost dezinfectate în soluție de hipoclorit de Na de 10% cu adaos de soluție de Tween 20 (2-3 picături), timp de 10 minute și clătite în apă distilată sterilă (de 3 ori), pentru a evita contaminarea cu fungi. Apoi, boabele de orz au fost puse la germinat în cutii Petri sterile, (preventiv pregătite, etichetate, cu două straturi de hârtie de filtru), în apă distilată, în condiții controlate de temperatură (20 ± 2^0C) la întuneric, în termostat.

La a 8-a zi de când semințele au fost puse la germinat, au fost înregistrate: numărul de semințe germinate (formarea radiculei și coleoptilului), numărul de plantule și lungimea medie a lor în faza Z 7-11 (faza de apariție a coleoptilului și răsărire a primei frunze) conform scării Zadocks.

Pentru fiecare variantă au fost estimate: rata germinării (RG,%), rata plantulelor în stadiul Z11 (RP,%) și lungimea medie a plantulelor în stadiu Z11 și Z7-11 (LMPZ7-11, LMPZ11, cm), reducerea creșterii cu 30, 50% (RC 30, 50) și doza letală a 30%, 50% la etapa de plantulă (DLP 30, 50).

Rezultate și discuții

Inducerea eficientă a mutagenezei prin intermediul razelor ionizante, este determinată de echilibrul între probabilitatea înaltă de a induce mutații și letalitatea redusă. Conform datelor din literatură, [1,5,6,7,8] pentru a obține o variabilitate eficientă este necesară determinarea dozelor de iradiere X care sunt asociate cu mortalitatea a 30, 50% din plante (DL30, 50), precum și dozele ce reduc indicii de creștere a plantelor cu 30, 50% comparativ cu varianta martor (RC 30, 50), ori estimarea diferenței lungimii plantulelor dintre variantele experimentale și martor, exprimate ca procent din varianta control (%). Astfel, în scopul stabilirii DL30 și 50 a razelor X, la etapa germinării a boabelor de orz de toamnă a fost estimat parametrul RG, care a atins valori înalte pentru toate dozele selectate, la 5 din 6 genotipuri evaluate. Valorile RG au variat de la 70,0-100,0% pentru s. Igri; 93,3-100,0% pentru s. Ciuluc, s. Strălucitor, forma hibridă *CxI-5As* și 80,0-100,0% pentru linia hibridă *SxI-9B* (Figura 1, Tabelul 1).

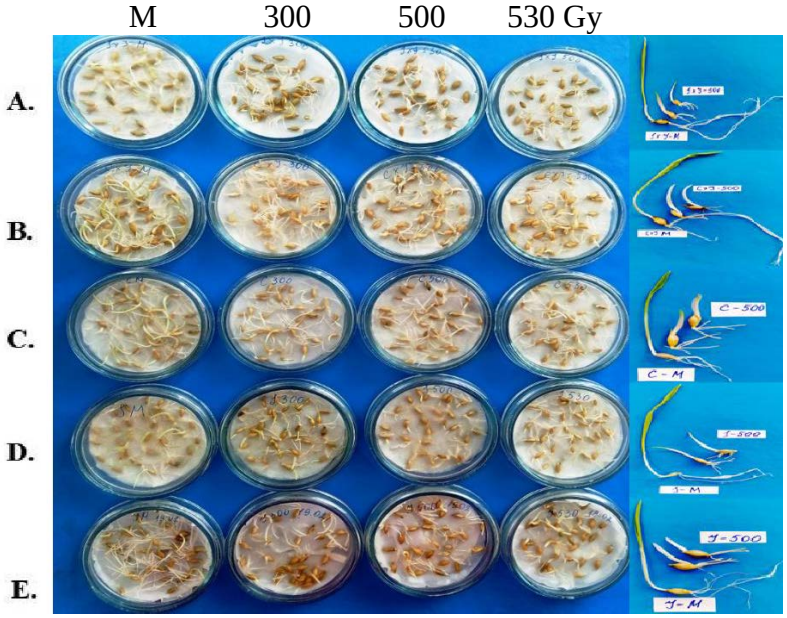


Figura 1. Germinarea boabelor de orz la diferite doze ale radiației X (300, 500, 530 Gy) și dezvoltarea plantulelor (Martor, 500 Gy): A – *S x I-9B*; B – *C x I-5As*; C – Ciuluc; D – Strălucitor; E – Igri.

Acest fapt, nu a permis stabilirea dozei letale a 30-50% (DL30,50) la etapa respectivă și indică despre necesitatea stabilirii indicelui *RP* și estimarea DLP 30, 50 la etapa de plantulă. De menționat că, valori înalte ale indicelui de germinare a semințelor iradiate cu diferite doze de radiație gama au fost relatate la două soiuri de grâu de toamnă [4] similar rezultatelor noastre, în timp ce alți autori menționează despre diferențe semnificative ale valorilor RG la alte soiuri de grâu [2]. Aceste date indică despre faptul că efectul radiației ionizante și gradul de sensibilitate depinde de specie, soi, mărimea boabelor, gradul de umiditate a semințelor iradiate și alți factori [6, 8].

În rezultatul analizei parametrului *RP* s-a remarcat reacția specifică de genotip la acțiunea diferitelor doze de raze X, determinată de sensibilitatea diferită a soiurilor de orz de toamnă supuse iradierii. Cea mai mică valoare a indicelui *RP* a fost estimată pentru s. Igri și a constituit 9,52% la 350 Gy, iar la doza de 400 Gy nu au fost înregistrate plantule în faza Z11. Acest rezultat denotă faptul că acest genotip este mai sensibil la acțiunea radiației X comparativ cu celelalte genotipuri, s. Ciuluc, unde la doza de 450 Gy valorile RP a constituit 13,33%, s. Strălucitor – 28,57% la doza de 500 Gy, forma hibridă *CxI-5As*– 16,67% (400 Gy). Iar pentru hibridul *SxI-9B* parametru *RP* a atins valoarea de 11,54% la doza de 530 Gy (Tabelul 1).

Tabelul 1

Acțiunea diferitelor doze de raze X asupra ratei germinării (RG), ratei plantulelor (RP) și lungimii medii a plantulelor (LMP) la orzul de toamnă

Genotip/ Indici calculați		Dozele de iradiere cu raze X, Gy										
		0	**150**	**170**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**	**530**
Igri	**RG,%**	100,0	96,7	100,0	86,7	96,7	90,3	70,0	90,0	80,0	76,7	**90,0**
	RP,%	**79,3**	**35,7**	**26,7**	**38,5**	**20,7**	**10,7**	**9,5**	0,0	0,0	0,0	0,0
	DLP, %	20,7	**66,7**	73,3	66,7	80,0	90,3	90,3	100,0	100,0	100,0	100,0
	LMPZ11, cm	7,0	4,7	4,2	5,4	4,2	3,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Ciuluc	**RG,%**	96,7	93,3	100	93,3	96,7	100	96,7	100,0	100,0	100,0	**100,0**
	RP,%	**89,7**	**79,3**	**93,1**	**92,9**	**93,1**	**86,7**	**73,3**	**33,3**	**13,3**	0,0	0,0
	DLP, %	13,3	23,3	10,0	13,3	10,0	13,3	**26,7**	**66,7**	86,7	90,0	100,0
	LMPZ11, cm	9,0	7,46	8,1	8,1	6,9	5,6	5,4	4,1	3,9	0,0	0,0
Strălucitor	**RG,%**	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	100,0	100,0	100,0	93,3	**100,0**
	RP,%	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**96,5**	**76,7**	**46,7**	**20,0**	**28,6**	0,0
	DLP, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	**23,3**	**53,3**	80,0	73,3	100,0
	LMPZ11, cm	9,1	8,4	8,8	7,8	7,4	5,4	5,1	4,2	3,6	3,9	0,0
SxI-9B	**RG,%**	96,7	100,0	96,7	93,3	80,0	100,0	90,0	90,0	93,3	93,3	**86,7**
	RP,%	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**81,5**	**0,00**	**69,2**	**18,7**	**29,6**	**11,5**
	DLP, %	3,3	6,7	16,7	6,7	10,0	**23,3**	**73,3**	83,3	100,0	100,0	100,0
	LMPZ11, cm	10,9	9,4	7,0	6,9	6,8	5,4	0,0	5,0	3,9	3,8	3,7
CxI-5As	**RG,%**	100,0	100,0	90,0	93,3	96,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	**100,0**
	RP,%	**96,7**	**93,3**	**92,6**	**100,0**	**93,1**	**76,7**	**26,7**	**16,7**	0,0	0,0	0,0
	DLP, %	3,3	0,0	3,3	6,7	20,0	**26,7**	100,0	40,0	90,0	73,3	90,0
	LMPZ11, cm	12,5	9,2	8,8	8,9	7,1	5,1	4,6	3,9	0,0	0,0	0,0

De asemenea, s-a evidențiat că indicele RP a corelat negativ cu creșterea treptată a dozei de radiație doar pentru s. Igri, unde valorile au scăzut de la 2,2 până la 8,3 ori (150-350 Gy) în comparație cu varianta martor. La soiurile Ciuluc, Strălucitor și formele hibride *CxI-5As*, *SxI-9B* s-a atestat reducerea graduală a acestui parametru doar pentru dozele 300-450 Gy, iar pentru dozele de 150-250 Gy, RP a constituit – 79,3-93,1% (s. Ciuluc), 93,1-100% (*CxI-5As*) și 100% (s. Strălucitor, *SxI-9B*) (Tabelul 1). Prin urmare, s. Strălucitor și linia hibridă *SxI-9B* prezintă toleranță înaltă la acțiunea razelor X (150-250 Gy), la etapa de plantulă, în comparație cu celelalte genotipuri.

Ulterior, în baza RP a fost calculată DLP 30, 50 și s-au stabilit dozele optime mutagene care au variat de la 150-400 Gy în dependență de genotipul evaluat. Astfel, pentru s. Igri, doza optimă este cea de 150 Gy (DLP 66,7%); pentru s. Ciuluc (DLP 26,7; 66,7%) și s. Strălucitor (DLP 23,3; 53,3%) – 350-400Gy, iar pentru liniile hibride *CxI-5As* și *SxI-9B* dozele de 300-400 (DLP 23,3; 73,3% și respectiv, DLP 26,7%) (Tabelul 1). Este necesar de menționat că, dozele optime stabilite în baza indecelui RP, coincid cu cele relatate de alți cercetători pentru semințele de orz iradiate cu raze gama (150-400 Gy) și nu sunt în concordanță cu dozele estimate pentru razele X (60-200 Gy) [6,7]. Cele menționate confirmă importanța estimării indicilor LMPZ11, RC 30, 50 recomandați anterior și de a determina dozele optime mutagene ale razelor X în dependență de soiul de plante, tipul și stadiul de dezvoltare a materialului biologic în care este măsurată stabilită letalitatea. Prin urmare, în rezultatul estimării LMP în faza Z11 obținute din boabele iradiate cu raze X, s-a evidențiat scăderea graduală a indicelui în dependență de doza radiației la toate genotipurile de orz evaluate, în comparație cu varianta martor (Tabelul 1).

De remarcat că în dependență de sensibilitatea genotipului, s-a evidențiat creșterea numărului de plantule în fazele de vegetație Z7-10 (Faza de apariție a coleoptilului), care ulterior rămân blocate în această fază. Astfel, pentru s. Igri, numărul de plantule în faza de coleoptil a constituit valori înalte la dozele 150-300 Gy (64,3-90,5%) și la doza 400 Gy – 100 %, iar la celelalte genotipuri analizate, la doza de 300 Gy. Aceasta ne-a determinat să calculăm indicele RC 30, 50 în baza LMP Z 7-11 și estimarea diferenței dintre variantele experimentale și martor, exprimată ca procent din varianta control. Diferența LMP Z 7-11 în variantele iradiate exprimate ca procent din varianta martor a constituit 49,92% pentru doza de 150 Gy la s. Igri, 48,96-61,60% pentru dozele de 300-350 Gy la s. Strălucitor și s. Ciuluc, și 55,10-73,85% pentru dozele 200-250 Gy la formele hibride *SxI-9 și CxI-5As,* ceea ce corespunde cu RC 30, 50% (Figura 2).

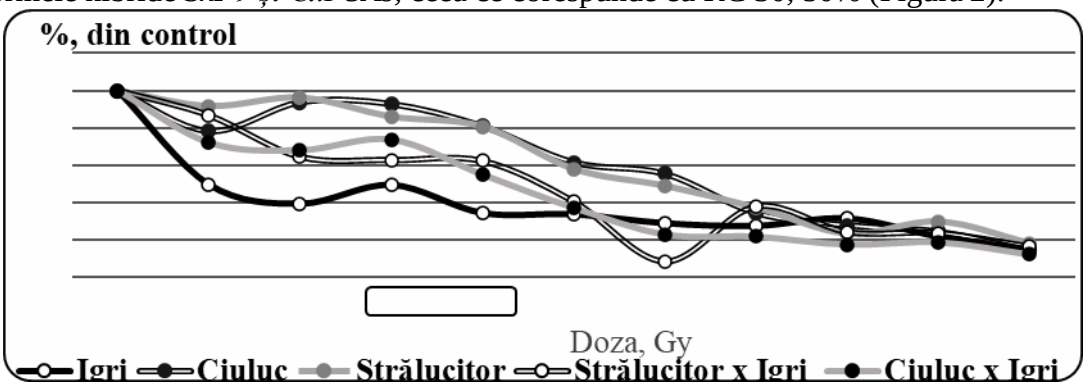


Figura 2. Reprezentarea grafică a curbelor radiosensibilității a 3 genotipuri și 2 linii hibride de orz de toamnă în baza lungimii medii a plantulelor în faza Z7-11 (varianta control = 100%)

În plus, analiza datelor experimentale prin aplicarea testului ANOVA denotă că genotipul, dozele aplicate ale razelor X și interacțiunea lor au influențat semnificativ (la nivel de 99,9%) asupra indicelui de creștere a plantulelor în baza LMPZ7-11 la orzul de toamnă (Tabelul 2). Acțiune maximă a manifestat dozele de radiație (PI=37,56%) indicând despre impactul major al dozelor de iradiere cu raze X asupra LMPZ7-11.

Tabelul 2

Analiza variantei a lungimii plantulelor în faza Z 7-11 la orzul de toamnă obținute din semințe iradiate cu raze X în 10 doze (ANOVA)

Sursa variației	GL	SP	F	PI,%
Genotip	4	915,047	23,96***	7,40
Doza radiației	10	4641,62	48,61***	37,56
Genotip x Doza radiației	40	1024,26	2,68***	8,29
Rezidual	605	5776,86		
Total	659	12357,8		

*** - diferența semnificativă pentru P ≤ 0,001; SP – suma pătratică; GL– grad de libertate; F – test Fisher

În rezultatul evaluării curbelor de radiosensibilitate, luându-se în considerare reacția specifică de genotip și de doza razelor X au fost selectate dozele optime mutagene de 200-250 Gy. Rezultate asemănătoare au fost obținute prin testarea radiosensibilității orzului de primăvară și orzului golaș la acțiunea razelor gama, unde au fost stabilite dozele de 210-253 Gy [3, 4].

Concluzii

În rezultatul analizei comparative a fost demonstrat impactul semnificativ al razelor X asupra indicilor de creștere a plantulelor la trei soiuri și două linii hibride de orz de toamnă și selectate dozele optime mutagene, dozele 200-250 Gy.

În scopul selectării eficiente a dozelor optime mutagene la orzul de toamnă se recomandă estimarea indicilor: rata plantulelor în stadiul Z11, lungimea medie a plantulelor în stadiu Z11 și Z7-11; reducerea creșterii cu 30, 50% (RC 30, 50) în baza LMPZ7-11 și doza letală a 30%, 50% la etapa de plantulă (DLP 30, 50).

Rezultatele obținute confirmă importanța efectuării testului de radiosensibilitate în dependență de genotipurile implicate în cercetare și a evaluării acțiunii razelor X la diferite stadii de dezvoltare a plantulelor de orz de toamnă în condiții de laborator, în cutii Petri.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de către Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Álvarez-Holguína., A, Morales-Nietob., R., et al. Mean lethal dose (LD50) and growth reduction (GR50) due to gamma radiation in Wilman lovegrass (Eragrostis super-ba). In: *Rev Mex CiencPecu*., 2019, vol. 10, no.1, p. 227-238. DOI:10.22319/rmcp.v10i1.4327
2. Chakraborty, S., Mahapatra, S., et al. Determination of Median Lethal (LD50) and Growth Reduction (GR50) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. In: *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2023, vol.66., p.1-10. DOI: 10.1590/1678-4324-2023220294.
3. Ergün, N, Akdoğan, G. et al. Determination of optimum gamma ray irradiation doses for hulless barley (*Hordeum vulgare* var. *nudum* L. Hook. f.) genotypes. In: *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. 2023, vol 33, no.2, p. 219-230. DOI: https://doi.org/10.29133/yyutbd.1248710
4. Glogovac, S., Trkulja, D., et al. Determination of the optimal doses of gamma irradiation for induced mutation in wheat and barley. In: *Ratarstvo i povrtarstvo*. 2024, no. 1, p. 1-8. DOI: https://doi.org/10.5937/ratpov61-48887
5. Ghosh, S., Ganga, M. Induction of mutation in Jasminum grandiflorum with gamma rays and EMS and identification of novel mutants using molecular markers and SEM imaging. In: *Indi-an Journal of Horticulture*. 2020, Vol. 77, no. 4, 695 pp. DOI:10.5958/0974-0112.2020.00101.2
6. Spencer-Lopes, M. M., Forster, B. P., et al. Manual on Mutation Breeding (3rd ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2018, 301 pp.
7. Suprasanna, P., Mirajkar, S.J. et al. Induced mutations and crop improvement. In: Bahadur, B., Venkat Rajam, M., Sahijram, L. & Krishnamurthy K. (Eds.), *Plant Biology and Biotechnology*. 2015, vol.23 p. 593-616.
8. Protocol for X-ray mutagenesis of plant material: seed. https://www.iaea.org/sites/default/files/21/07/nafa-pbg-manual-protocol-x-ray-mutagenesis-plants.pdf
9. http://mvd.iaea.org/, vizitat 08.02.2024.

UDC: 635.922:574.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.42

FOREIGN AND DOMESTIC EXPERIENCE OF USING MISCELLANEOUS HERBS IN URBOECOSYSTEMS

Ishchuk Liubov[1], *e-mail: ishchuk29@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-2150-0672*
Hrabovyj Volodymyr[2], *e-mail: konf_sofievka2011@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-7623-1874*
Ishchuk Halyna[3], *e-mail: sobaka.kot2011@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-4969-0933*
Didenko Inna [2], *e-mail: fritillaria2007@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-4198-3432.*
[1]Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine,
[2]National Dendrological Park "Sofiyivka," National Academy of Sciences of Ukraine, Uman City,
[3]Uman National University of Horticulture, Uman City, Ukraine,

Summary. The foreign and domestic experience of using ornamental grasses in lawns and urban landscape design has been analyzed. The research aimed to analyze the experience of utilizing ornamental grasses in urban ecosystems in Ukraine. Examples of ornamental grass application in flowerbeds and decorative plantings in urban ecosystems of Lviv and Bila Tserkva are provided. The taxonomic composition has been analyzed on a sample site in Bila Tserkva, where a lawn has been replaced with ornamental grasses. It was determined that the vegetative cover consists of 14 species, with 10% belonging to the *Poaceae* family. The layer of each species, flowering period, and decorative terms have been established. The conclusion has been drawn that ornamental grasses consume less water, trap harmful dust and smog, reduce air temperature in summer, and contribute to biodiversity conservation. Areas with ornamental grasses require systematic maintenance as stronger species gradually displace weaker ones, leading to reduced diversity and increased fire risk.

Keywords: grasses, lawns, herbaceous perennials, nature-oriented solutions, flowerbed and decorative plantings, biodiversity, native species.

Introduction

Global trends are focused on the maximum reproduction of natural landscapes within cities through the planting of native plant species. According to S. Polomanyi (2020), among the primary challenges faced by nearly every modern city in the coming decades will be the ability to survive during climate catastrophes and withstand competition in the struggle for urban comfort. Adapting urbanized systems to the challenges of nature will be aided by resilient landscapes and nature-oriented solutions (Riabyka, et al, 2021; Ishchuk, & Ishchuk, 2022). One of the directions for bringing urban ecosystems closer to sustainable natural landscapes is the replacement of lawns with ornamental grasses of native species that are most resistant to biotic and abiotic factors of the urban environment (Pol', 2021; Ishchuk, & Ishchuk, 2021; Ishchuk, et al. 2022).

The experience of Western European cities is worth spreading, where flower beds and perfectly manicured lawns are being replaced with flower meadows. The Berlin project named "Closer to Nature" has been ongoing for five years, initiated by activists from the Nature and Biodiversity Conservation Union of Germany (NABU). The Berlin government has allocated almost 1.5 million euros to create over 50 patches of wildflower meadows and fields with field flowers, along with their maintenance (Pysans'ka, 2021). The use of flower meadows in urban landscaping is widely adopted in Hamburg, where the trend originated, as well as in Berlin and Erfurt. In particular, in Erfurt in 2021, additional "flower strips" covering about 16 hectares were planted along the city roads. For this purpose, 11 local farmers allocated their lands for blooming strips in collaboration with the city authorities, where species and varieties like Tagetes L., Echinacea Moench., Alcea rosea L., Papaver rhoes L., and others were sown (Pol', 2021). Similar research on the implementation of native perennial grasses in urban ecosystems was conducted by a

group of scientists in the United Kingdom (Hoyle, et al., 2017). In the Swiss resort town of Interlaken, the Heimette Park with an area of 14 hectares is located along the Höheweg boulevard, where undisturbed herbaceous vegetation is carefully preserved (Figure 1).

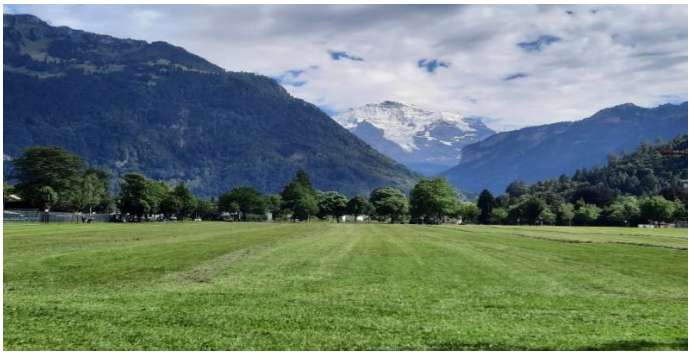


Figure 1. Heimette Park with native vegetation in the center of the resort town of Interlaken (Switzerland)

In Ukraine, the classical, still Soviet approach to landscaping has persisted, involving completely mowed lawns, precisely trimmed hedges, and lush flowerbeds with specially cultivated flowers. However, as Ukraine integrates into the European community, such projects are becoming relevant within the country. The goal of our research is to analyze the experience of using ornamental grasses in Ukrainian urban ecosystems.

Material and methods

The analysis of the taxonomic composition of ornamental grasses in urban ecosystems was conducted in accordance with the checklist provided by S. Mosyakin and M. Fedoronchuk (1999) and World Flora Online (2021). The morphological characteristics and decorative qualities of native herbaceous plants, as well as the experience of their utilization in plantings of various functional purposes, were analyzed based on the works of U. Leyhe (2014), N.J. Ondra (2014), L.P. Ishchuk et al. (2014), and A.A., E. Rönnblom (2019). The phytocenotic features of the sampled area were assessed following the recommendations of I. Hryhori and V. Solomakha (2002). Typically, such artificial flowering communities are stratified into three layers by height: the first layer up to 30-40 cm, the second layer from 40-80 cm, and the third layer from 80-100 cm and higher.

Results and discussion

In Ukraine, areas with ornamental grasses in urban ecosystems are rare. Their presence is usually linked to a lack of funds for mowing lawns. However, in flowerbed and decorative design, species and varieties of grasses and perennials are increasingly being introduced, including *Salvia nemorosa* L. 'Compact Violet' and 'Compact Bright Rose,' Artemisia dracunculus L., Calamagrostis acutiflora 'Karl Foerster,' among others. An example of such areas can be found in the planting of *Rudbeckia hirta* L., *Stipa capillata* L., *Calamagrostis acutiflora*, *Briza media* L., *Lavandula angustifolia* Mill. along Horodotska Street near the railway station in Lviv (Fig. 2). A mixture of *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., *Stipa capillata* L., *Salvia nemorosa* L. 'Compact Violet,' *Festuca ovina* L., *Coreopsis lanceolata* L., and *Papaver rhoeas* L. is seen on a traffic junction at Soborna Square in Bila Tserkva (Fig. 3). Although a decade ago, annual plants dominated the flowerbeds in Bila Tserkva, they were more costly to cultivate and maintain (Ishchuk, 2012).

However, the most significant drawback of these locations is the use of red-listed plants of the *Stipa* L. genus, all of which are listed in the Red Data Book of Ukraine (2009). Since the utilization of species from the Red Data Book in landscaping is clearly regulated by Article 19 of the Law of Ukraine on the Red Data Book of Ukraine (as of the current revision dated August 8,

2021), where the conditions for the special use of objects from the Red Data Book of Ukraine are precisely defined.



Figure 2. Planting of Rudbeckia hirta, Stipa capillata, Calamagrostis acutiflora, Briza media, Lavandula angustifolia along Horodotska Street near the railway station in Lviv.



Figure 3. Ornamental grasses on a traffic junction at Soborna Square in Bila Tserkva.

According to the Article 19, "Special use (extraction, collection) of objects listed in the Red Data Book of Ukraine is carried out in exceptional cases solely for scientific and breeding purposes, including propagation, resettlement, and cultivation under artificially created conditions, as well as for population restoration with the permission of the central executive authority responsible for implementing state policy in the field of environmental protection, based on decisions of the National Commission on the Red Data Book of Ukraine, made within its competence. Special use (extraction, collection) of objects listed in the Red Data Book of Ukraine with the aim of generating profit is prohibited and is punishable by fines. At the same time, decorative nurseries, garden centers, and landscaping companies offer red-listed plants for sale. In the public space, species of the *Stipa* genus are planted in less favorable conditions, such as on median strips of roads with two-way traffic, where soil salinity is elevated due to winter road treatment with a mixture of salts, and air pollution levels are high. Moreover, these species are even planted under tree canopies in squares and parks."

The foundation of Mauritian lawns in squares and parks is composed of *Bellis perennis* L., as seen in the historical and cultural reserve "Kachanivka" in Chernihiv Oblast (Fig. 4). Over the past 2-3 years, flowerbeds of native herbaceous perennials have emerged in the historic part of Bila Tserkva. For instance, on Castle Hill, *Lythrum salicaria* L. and *Briza media* L. have been planted; near the Novus supermarket, the Chernobyl disaster memorial on Levanevskoho Street, and Soborna Square, *Salvia nemorosa* and *Artemisia dracunculus* have been introduced (Figs. 4-5). Currently, the use of permaculture is gaining popularity in landscape design, with one of its directions involving the integration of native ornamental grasses into urban ecosystem flowerbeds (Ishchuk, & Ishchuk, 2023).

According to the principles of landscaping in Ukraine, flowering meadows are created by sowing or planting flowering plants on a lawn, carefully selected based on their flowering periods, which collectively create the predominant color scheme of the meadow (Kucheriavyj, 2005; Ishchuk, et al., 2014). On the other hand, flowering meadows in horticulture are considered to be large-sized, typically ranging from 500 to 2000 m² or more, and are seen as systems of equally sized groups and arrays (Kucheriavyj, 2005; Ishchuk, et al., 2014). Usually, they are composed of a single plant species, such as *Matricaria chamomilla* L., *Phlox paniculata* L., etc. To achieve a colorful effect in a meadow, vivid plants can be incorporated, but in very small quantities, evenly dispersed among the main components. For instance, next to *Matricaria chamomilla* L., *Coreopsis grandiflora* Hogg. ex Sweet or *Papaver rhoeas* L. could be planted to enhance the overall appearance.



Figure 4. Mauritian lawn with Bellis perennis L. in the historical and cultural reserve "Kachanivka" in Chernihiv Oblast.

In Bila Tserkva, a trial area has also been established where the lawn has been replaced with ornamental grasses on Levanevskoho Street near the EpiCentre hypermarket (Fig. 6). The taxonomic composition of the ornamental grasses includes native species that are resilient in urban ecosystems, such as *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., *Achillea millefolium* L., *Trifolium medium* L., *Plantago lanceolate* L., *Medicago lupulina* L., *Echium vulgare* L., *Poa trivialis* L., *Poa pratensis* L., *Poa annua* L., *Papaver rhoeas* L., *Convolvulus arvensis* L. (Table 1).



Figure 5. Mixed grass flowerbed near the monument to the victims of the Chernobyl disaster on Levanevskoho Street in Bila Tserkva.

Thus, on the trial plot, we identified 14 species of native plants, 10% of which belong to the Poaceae family. If we do not pay particular attention to weeding, this flowering meadow will develop naturally: wild species will migrate, and the strongest species from the seed mixture will begin to dominate over the weaker ones. However, the lifespan of these "meadows" can be extended if we control natural competition and spread through regular weeding. When selecting plants from ornamental grasses, it's important to avoid using invasive species.

The advantage of medium-height plantings is the result of a compromise between the increased aesthetic value of taller, more natural vegetation, which holds significant importance for biodiversity, and concerns that high vegetation might appear "unkempt," showing signs of neglect and potentially becoming a fire safety issue in the latter half of the year – during autumn.



Figure 6. Test plot in Bila Tserkva where lawn has been replaced with ornamental grasses along Levanivs'koho Street near the "Epicenter" hypermarket

Table 1

Taxonomic composition of herbaceous plants on the test plot with ornamental grasses in Bila Tserkva

Species Name	Height, cm	Layer	Flower or inflorescence color	Decorative period, months
Achillea millefolium L.	20-100	III	white	VI-X
Agropyron cristatum (L.) Gaertn.	20-60	II	pale green	V-VI
Cichorium intybus L.	40-120	III	blue	VI-IX
Convolvulus arvensis L.	3-5	I	white, pink	IV-X
Echium vulgare L	30-70	III	blue	VII-IX
Festuca rubra L.	30-80	III	green or pink-purple	V-VI
Lotus corniculatus L.	30-40-80	II	yellow	VI-VIII
Medicago lupulina L.	10-50	II	yellow	
Papaver rhoeas L.	25-80	II	bright red	VI-VIII
Plantago lanceolate L.	40-50	I	pale brown	VII-IX
Poa trivialis L.	20-100	III	green-yellow	V- VI
Poa pratensis L.	20-80	III	salad-yellow	V- VI
Poa annua L.	5-35	I	pale green	VI-IX
Trifolium medium L.	20-50	II	bright red	V-VI

Conclusions

Thanks to its well-developed root system, ornamental grasses retain twice as much water, reducing the dependence on manual watering both during flood periods and droughts. Ornamental grasses consume less water and do not require frequent irrigation. The height advantage of ornamental grasses over lawns allows for better absorption of dust and harmful substances, which could potentially form smog, and also helps to lower the air temperature. Meadow grasses contribute to the preservation and propagation of small mammals and pollinating insects. Proper zoning using ornamental grasses enhances the appearance and naturalizes any landscape. Experimental ornamental grass areas for educational purposes can be established near educational institutions and cultural sites.

References

1. Chervona Knyha Ukrainy. Roslynnyj Svit. Ya. P. Didukh (red.).2009. Kyiv, 2009. 911 p. ISBN 978-966-97059-0-7
2. Hryhora, I.M., Solomakha, V.A. Osnovy fitotsenolohii. Kyiv: 2000. 240 p. ISBN 966-7459-65-9.
3. Ischuk L.P. Analiz stanu kvitnykovykh nasadzhen' m. Bila Tserkva ta shliakhy joho polipshennia In: Ahrobiolohiia: Zbirnyk naukovykh prats' / Bilotserkiv. nats. ahrar. un-t. Bila Tserkva, 2012.

Vyp. 8 (94). P. 78–82.
4. Ishchuk, L.P. & Ishchuk, H.P. (2022). Doschovyj sad iak element suchasnoho ekodyzajnu. In: Aktual'ni problemy, shliakhy ta perspektyvy rozvytku landshaftnoi arkhitektury, sadovo-parkovoho hospodarstva, urboekolohii ta fitomelioratsii. Bila Tserkva, 29 septem. 2022. Bila Tserkva: 2022, pp. 79-82.
5. Ishchuk, L.P. & Ishchuk, H.P. Perspektyvy vykorystannia aboryhennoi flory v ozelenenni urbanizovanykh prostoriv. In: Aktual'ni problemy, shliakhy ta perspektyvy rozvytku landshaftnoi arkhitektury, sadovo-parkovoho hospodarstva, urboekolohii ta fitomelioratsii. Bila Tserkva, 16-17 septemb. 2021. Bila Tserkva, 2021, pp. 38-40.
6. Ishchuk, L. & Ishchuk, H. Principles of Permaculture in landscape design. In: Ethnobotanical traditions in agronomy, pharmacy and garden design. July 5–8, 2023, Uman. Uman, 2023, P. 128-136.
7. Ishchuk, L.P., Didenko, I.P., Ischuk, H.P. & Myroniuk, T. M. Perspektyvy vykorystannia aboryhennoi flory u stalykh landshaftakh urbanizovanykh prostoriv Ukrainy. In: Hraal' nauky. 2022. no 12-13. pp. 242-249.
8. Ishchuk, L.P., Oleshko, O.H., Cherniak, V.M., Kozak, L.A. *Kvitnykarstvo.* za red. kand. biol. nauk L.P. Ischuk. Bila Tserkva, 2014. 292.p ISBN 978-966-2122-42-8
9. Hoyle, H., Jorgensen, A., Warren, P., Dunnett, N., &Evans, K. “Not in their front yard” The opportunities and challenges of introducing. perennial urban meadows: A local authority stakeholder perspective. In: Urban Forestry and Urban Greening [online]. 2017. 25, pp. 139-149. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.009 [accessed 22 march 2024]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866716305489?via%3Dihub
10. Kucheriavyj, V.P. *Ozelenennia naselenykh mists*. 'L'vi: Svit, 2005 450 p. ISBN 978-617-7519-23-1
11. Leyhe, U. Blumenbeete: Einfache Pflanzrezepte zum Nachgestalten. Munchen: BLV Buchverlag GmbH & Co KG, 2014. 96 pp. ISBN 978-3-8354-1232-3
12. Mosyakin, S. & Fedoronchuk, M. Vascular Plants of Ukraine. A Nomenclatural hecklist. Kiev, 1999. 345 p. DOI:10.13140/2.1.2985.0409.
13. Ondra, N. J. Five-Plant Gardens. 52 Ways to Grow a Perennial Garden with Just Five Plants. North Adams, MA: Storey Publishing, 2014. 184 pp. ISBN 978-1-61212-004-1
14. Pol', O. Prosto dajte hazonu rosty, abo chomu za nyz'kyj hazon maie buty soromno, ale ne mistu Erfurt. [online]. Rivne, 2021. [accessed 20 Juli. 2024]. Available: URL: https://ecoclubrivne.org/miski_luky/
15. Polomanyj, S. Stali landshafty iak umova vyzhyvannia mista. [online]. Kyiv, 2020. [accessed 25 Juli. 2023]. Available: URL: https://pragmatika.media/stali-landshafti-jak-umova-vizhivannja-mista/
16. Pysans'ka, N. Nimechchyna – luky dlia liudej … i bdzhil. [online]. Kyiv, 2021. [accessed 15 Juli. 2024]. Available: URL: http://www.golos.com.ua/article/347969
17. Riabyka M., Husakova O., Zozulia A. et al. Kataloh pryrodooriientovanykh rishen' [online]. L'viv, 2021, 116 p. [accessed 20 may 2024]. Available: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/katalog-pryrodoorient-rishen1.pdf
18. Rönnblom, E. Pielegnacja Ogrodu. Praktyczne porady na caly rok: wiosna, lato, jesien, zima. Wydawnictwo REA SJ, 2019. 272 pp. ISBN 978-83-7993-394-5.
19. World Flora Online 2021. [online] [accessed 16 may. 2024]. Available: URL: http://www.worldfloraonline.org/
20. Zakon Ukrainy Pro Chervonu knyhu Ukrainy. Current version dated 08.08.2021. [online] [accessed 13 may. 2024]. Available: https://ips.ligazakon.net/document/view/t023055?an=94&ed=2022_12_13

UDC: 575.222.7:635.62 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.43

A PROSPECTIVE METHOD OF INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION IN THE *CUCURBITA* GENUS

Kondratenko Serhii, *https://orcid.org/0000-0002-8859-1604, e-mail: shtirlitsmail@gmail.com*
Serhiienko Oksana, *https://orcid.org/0000-0002-2754-306X, e-mail: oksana.sergienko777@gmail.com*
Krutko Roman, *https://orcid.org/0000-0002-8809-7622, e-mail: rvkrutko@gmail.com*
Linnik Zakhar, *https://orcid.org/0000-0003-0364-3522, e-mail: linnik.zp@gmail.com.*
Institute of Vegetable and Melon Growing of National Academy of Agrarian Science of Ukraine, Ukraine

Summary. A new method of interspecies crossing representatives of the *Cucurbita* genus was tested, which involves simultaneously applying an aqueous mixture of growth regulators to the base of the pistil of female flowers during the pollination of the maternal hybridization partner. This experimental method made it possible to carry out a successful crossing and obtain a full-fledged hybrid F_1 progeny (*Cucurbita pepo* var. *giraumtonia* Duch. / *Cucurbita maxima* Duch.). From the hybrid seeds planted in the field, it was possible to obtain hybrid forms of plants, which, according to the morphology of the leaf and the shape of the fruit, had intermediate traits of the hybridization partners. It was established that interspecific F_1 hybrids had a bushy plant form inherited from the maternal component. The fruits of interspecies hybrids had either an elliptical or broadly elliptical shape of green color with small and dense dots and with a darker and denser color of the ribs. Leaf blades in interspecific hybrid plants were characterized by heart-shaped or triangular shapes, with a complete absence or very shallow incisions, intense green color, sometimes with the presence of silver spots on the upper side. The procedure of artificial pollination of each hybrid plant was carried out. The final results regarding the analysis of hybrid plants will be carried out after the completion of all phenological phases of development.

Keywords: zucchini (*Cucurbita pepo* var. *giraumontia* Duch.), large-fruited pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.), interspecific hybridization, hybrid progeny, bushy form, growth regulators.

Introduction

Three types of pumpkins are grown in Ukraine: large-fruited (*C. maxima* Duch.), nutmeg (*C. moschata* Duch.) and hard-skinned (*C. pepo* L.). Although, the genus *Cucurbita* (2n = 40) is quite diverse in the *Cucurbitaceae* family and has 27 different species. The crossing of different species and genera of pumpkins is used in cases where within one species there is a shortage of certain traits and properties that are desirable for combination in one variety or hybrid, but which are manifested in other species, even if they are not used as cultivated plants. The practical value of remote hybridization lies in the recombination of genetic material from different genotypes – both cultivated and wild. In exceptional cases, the appearance of outstanding transgressive forms is possible, that is, combinations of genes that have not previously been found in nature. Such forms play an important role in the evolution of species and are of considerable value in practical breeding, on their basis fundamentally new varieties and F_1 hybrids are created. Attempts to enrich the gene pool of some pumpkin species at the expense of the gene pool of other species have a long history.

It was established that the species *C. moschata* and *C. maxima* cross most easily and these species with *C. pepo* are more difficult [1]. Hybridization between different species often leads to the emergence of embryonic lethal mutants due to a failure in the formation of the endosperm. The endosperm of flowering plants plays a vital role in providing nutrients and transferring hormones from the tissues of the maternal form to the embryos [2]. Various mechanisms, such as the endosperm

stable maternal and paternal count (2:1) [3], polar nuclei activation index [4], and genomic imprinting [5], contribute to hybridization barriers associated with abnormal endosperm differentiation. Crossbreeding between representatives of the genus *Cucurbita* also faces problems related to overcoming incompatibility barriers during interspecific hybridization, abortion of seed hybrid embryos, and low seed viability [6]. These obstacles prevent the use of desirable genetic traits of wild and exotic pumpkin species and limit the genetic diversity available for increasing yield and resistance to biotic and abiotic factors of cultivation [7]. The biotechnological method of growing (rescuing) immature embryos *in vitro* allows to partially improve the situation of overcoming incompatibility barriers during interspecies hybridization in the genus *Cucurbita*. Several conducted studies have demonstrated the high efficiency of this method on pumpkins, demonstrating its high potential in solving the problems of transgressive dreeding and expanding genetic diversity [8, 9, 10]. This method not only helps to obtain valuable genetic material, but also makes it possible to create interspecies hybrids with a complex of desired traits that cannot be obtained by traditional breeding methods [11]. For example, Rakha et al. successfully used the biotechnological method of growing hybrid embryos in in vitro culture to overcome the barriers of incompatibility between three species of *Cucurbita* (*C. moschata*, *C. ficifolia* and *C. martinezii*), which ultimately gave researchers the opportunity to create new varieties of pumpkin with improved fruit quality characteristics [12]. Sisko et al. reported a variable rate of regeneration success among embryos obtained from different combinations of crosses: the success in regeneration of interspecific hybrids in vitro culture obtained from the cross of *C. maxima* and *C. pepo* was 15.5%, for *C. pepo* and *C. moschata* it was 20 %, and for *C. pepo* and *C. moschata* it was 37.5% [13].

Based on the above, the goal of our research was to develop an experimental approach that allows obtaining viable seeds from interspecies hybridization of representatives of the genus *Cucurbita* under the conditions of full maturation of hybrid seed embryos in planta. The basis of the conducted search experiment was the method of inducing the growth of apomictic seeds, which involved the combined treatment of formed female flowers with growth regulators and pollination by another plant species that is phylogenetically close, but incompatible with the recipient species of foreign pollen. A similar approach was successfully applied at the Institute of Vegetable and Melon Growing of the NAAS for the formation of apomictic seeds *in planta* of sweet pepper and cucumber [14, 15].

Materials and methods

The experiment on interspecies hybridization was laid in 2023 at the experimental base of the Institute of Vegetable and Melon Growing of NAAS, located in the agro-climatic zone of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine (Selektsiyne village, Kharkiv region, Ukraine). A large-fruited pumpkin (*C. maxima* Duch.) of the Narodnyi variety of Ukrainian breeding was used as the paternal form. To obtain hybrid seeds, zucchini plants (*C. pepo* var. *giraumtonia* Duch.) were used as the maternal form. In particular, 3 hybrids of foreign breeding Defender F_1, Patriot F_1 and Rimini F_1 (A.L. Tozer Ltd, Great Britain) were involved in the experiment.

The experiment was conducted in field conditions. Sowing seeds of hybrids F_1 of zucchini and large-fruited pumpkin was carried out manually according to the scheme of 70 x 70 cm, 30 pieces each. a certain type of plant. The area of the accounting plot is 9.8 m^2, repetition is one time. Plant care was carried out according to the technology of growing zucchini for the above-mentioned agro-climatic zone of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine [16].

In the experiment, two options for crossing zucchini and pumpkin plants were studied. The first, experimental option, provided for the production of hybrid seeds by the combined application of an aqueous mixture of growth regulators on the base of the pistil and pumpkin pollen on the stigma of female zucchini flowers. The second, control option, involved only applying pumpkin pollen to the stigma of female zucchini flowers. In more detail, two variants of interspecies hybridization consisted of the following manipulations for crossing squash and pumpkin plants:

- a day before opening, isolation of female zucchini flowers was carried out with parchment insulators;

- the next day, insulators were removed and pollen taken from pumpkin plants was applied to the stigma (experimental and control options);

- with the help of a micropipette, up to 50 μl of an aqueous mixture of growth regulators was applied to the base of the pistil of female flowers (experimental version only);

- female zucchini flowers processed by the above methods were isolated from the rest with parchment insulators for 5 days – a sufficient period of time, after which the stigmas lost their ability to perceive pollen from plants of their species.

At the end of the reproductive phase of plant development, an accounting of the obtained seed-fruits in the biological phase of development was carried out, the seeds were extracted from the fruits, the number, weight and appearance of the formed seeds were counted.

Results and discussions

In 2023, squash plants were pollinated with large-fruited pumpkin pollen 36 times for each hybrid genotype. As a result of the application of the experimental variant of interspecies crossing with the additional application of a mixture of growth regulators, fully formed seeds were found in all three hybrid samples. Namely, the Defender F_1 hybrid formed 4 fruits with a total number of 183 seeds, the Patriot F_1 hybrid formed 2 fruits with a total number of 100 seeds, and the Rimini F_1 hybrid formed only 1 fruit with the presence of 8 seeds. The percentage of formed fruits with potentially hybrid seeds for the parent form of the Defender F_1 hybrid was 11.11 %, for the Patriot F_1 hybrid – 5.56 %, and for the Rimini F_1 hybrid – 2.78 %. Therefore, there was a different reaction of the genotype of the maternal form to the applied conditions of pollination with pumpkin pollen. In the control version of crossing, which involved only applying pumpkin pollen to the receptacles of the mother forms, the formation of one fruit was found in the Defender F_1 hybrid with the presence of 145 seeds and the Rimini F_1 with the presence of 95 seeds. The formed seeds were incomplete, with missing endosperm and lacked the ability to germinate both in the laboratory and in the field.

In 2024, at the time of writing theses (August 1, 2024), the plants of the original parental forms and interspecific hybrids derived from them were in the phase of beginning fruit formation. This phase made it possible to conduct a comparative analysis of the differences between the plants of the maternal and paternal components and the F_1 hybrids obtained on their basis according to the morphological and identification features of fruits, leaves and the shape of the bush.

The plants of the maternal forms – squash-zucchini hybrids Defender F_1, Patriot F_1 and Rimini F_1 are characterized by a compact form with a bushy habit. The stems are green with no branching. The morphology of the leaf blade is distinguished by its triangular shape, green color, silvery patche and medium incisions. Zucchini plants of the above hybrid genotypes were characterized by a high load of plants with an ovary and a friendly yield. Fruits in the phase of technical ripeness are characterized by a cylindrical shape, elongated, smooth, very weak ribbed, dark green in technical ripeness. The parental form, the Narodnyi large-fruited pumpkin variety, is characterized by the following morphological and identification features: the plants are long-veined, the main stem is cylindrical in shape with stiff hairs (pubescence is characteristic of the species) and reaches a length of 2.5–3.0 m; leaves are green, round-heart-shaped, large (25–30 cm), not incised; in the phase of biological maturity, the fruits are transverse elliptical or globular (fruit index 0.8–1.0), medium or large (35–60 cm) in size. The surface of the fruit is weakly segmented, the color of the fruit when fully ripe is pink with an orange tint, with a pattern in the form of cream intersegmental stripes, the skin is thin (4–6 mm).

As an example, Figures 1 and 2 show the morphological features of the fruits and leaves of the original forms and the hybrid form obtained as a result of interspecific crossing of the zucchini hybrid Defender F_1 with the large-fruited pumpkin variety Narodnyi. It was established that the F_1 hybrids

(*Cucurbita pepo* var. *giraumontia* Duch. / *Cucurbita maxima* Duch.) had a bushy plant form inherited from the maternal component.

The fruits of interspecific hybrids had either an elliptical or broadly elliptical shape of green color with small and dense dots and with a darker and denser color of the ribs. Leaf blades in interspecific hybrid plants were characterized by heart-shaped or triangular shapes, with a complete absence or very shallow incisions, intense green color, sometimes with the presence of silver spots on the upper side.

Self-pollination of each hybrid plant was carried out. The final results regarding the analysis of hybrid plants will be carried out after the completion of all phenological phases of development.



1 2

Figure 1. Morphological peculiarities of leaves and fruits of the original hybridization partners – the zucchini hybrid Defender F_1 and the large-fruited pumpkin variety Narodnyi: *1* – phenotype of the leaf blade of zucchini (left) and pumpkin (right) plants; *2* – the shape of the zucchini fruit in the phase of technical ripeness; *3* – the shape of the pumpkin fruit in the phase of biological maturity.

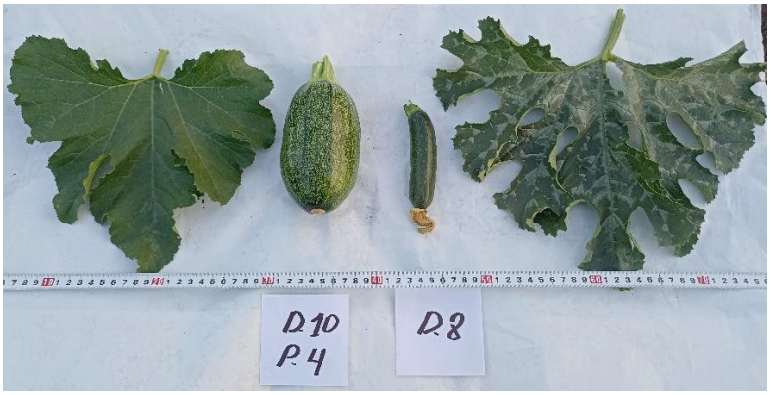


Figure 2. Morphological peculiarities of the structure of the leaves and the shape of the fruits of interspecific hybrid F_1 (*Cucurbita pepo* var. *giraumtonia* Duch. / *Cucurbita maxima* Duch.) compared to the maternal form – the zucchini hybrid Defender F_1 (*Cucurbita pepo* var. *giraumtonia* Duch.): hybrid sample D-10 (left) and zucchini hybrid D-8 (right)

Conclusions

It was established that carrying out a modified procedure of interspecies crossing between a zucchini (maternal form) and a large-fruited pumpkin (parental form) with the additional application of an aqueous mixture of growth regulators to the base of the pistil of female flowers of the zucchini during pollination with the pollen of the parental component contributed to the formation of viable hybrid seeds *in planta*. The preservation of hybrid seed embryos did not require the use of a biotechnological method of saving hybrid embryos by growing them on artificial nutrient media *in vitro*. From the hybrid seeds planted in the field, it was possible to obtain hybrid forms of plants, which, according to the morphology of the true leaf and the shape of the fruits, had intermediate signs of hybridization partners. From the seven fruits obtained as a result of interspecies crossing in 2023 with the participation of three zucchini hybrids Defender F_1, Patriot F_1 and Rimini F_1, seven

families of plants of interspecies hybrids F_1 were grown. Within a separate family, there were certain differences in the shape and color of fruits and leaves in hybrid plant populations compared to hybridization partners. It is likely that during hybridization there was recombinational variability within the combination of genetic material from both crossing partners. Preliminary cuttings of the fruits of hybrid plants obtained as a result of free pollination confirmed the presence of formed seeds with traits of a well-formed endosperm.

References

1. Zhang, Q., Yu, E., & Medina, A. (2012). Development of Advanced Interspecific-bridge Lines among Cucurbita pepo, C. maxima, and C. moschata. In: *HortScience horts*, *47*(4), 452-458. Retrieved Jul 30, 2024, from https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.4.452
2. Rogo, U., Fambrini, M., & Pugliesi, C. (2023). Embryo Rescue in Plant Breeding. In: *Plants (Basel, Switzerland)*, *12*(17), 3106. https://doi.org/10.3390/plants12173106
3. Johnston, S.A., den Nijs, T.P.M., Peloquin, S.J., Hanneman, R.E. (1980). The significance of genic balance to endosperm development in interspecific crosses. In: *Theoret. Appl. Genetics, 57*, 5–9. https://doi.org/10.1007/BF00276002
4. Nishiyama, I., & Yabuno, T. (1978). Causal Relationships between the Polar Nuclei in Double Fertilization and Interspecific Cross-incompatibility in Avena. In: *Cytologia, 43*, 453–466. https://doi.org/10.1508/cytologia.43.453
5. Dilkes, B. P., & Comai, L. (2004). A differential dosage hypothesis for parental effects in seed development. In: *The Plant cell*, *16*(12), 3174–3180. https://doi.org/10.1105/tpc.104.161230
6. Grumet, R., McCreight, J. D., McGregor, C., Weng, Y., Mazourek, M., Reitsma, K., Labate, J., Davis, A., & Fei, Z. (2021). Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. In: *Genes*, *12*(8), 1222. https://doi.org/10.3390/genes12081222
7. Xanthopoulou, A., Paris, H.S., Tsompanoglou, I., Polidoros, A.N., Mellidou, I., Ganopoulos, I. (2022). Genomic Designing for Abiotic Stress Tolerance in Cucurbits. In: Kole, C. (eds) Genomic Designing for Abiotic Stress Resistant Vegetable Crops. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-03964-5_6
8. Metwally, E.I., Haroun, S.A. & El-Fadly, G.A. (1996). Interspecific cross between *cucurbita pepo* L. and *Cucurbita martinezii* through *in vitro* embryo culture. *Euphytica, 90*, 1–7. https://doi.org/10.1007/BF00025153
9. De Oliveira, A., Maluf, W., Pinto, J., & Azevedo, S.M. (2003). Resistance to papaya ringspot virus in summer squash *Cucurbita pepo* L. introgressed from an interspecific *C. pepo* × *C. moschata* cross. In: *Euphytica*, *132*, 211–215. https://doi.org/10.1023/A:1024650910031
10. Nuñez-Palenius, H. G., Ramírez-Malagón, R., & Ochoa-Alejo, N. (2011). Muskmelon embryo rescue techniques using *in vitro* embryo culture. In: *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, *710*, 107–115. https://doi.org/10.1007/978-1-61737-988-8_9
11. Rogo, U., Fambrini, M., & Pugliesi, C. (2023). Embryo Rescue in Plant Breeding. In: *Plants (Basel, Switzerland)*, *12*(17), 3106. https://doi.org/10.3390/plants12173106
12. Rakha, M. T., Metwally, E. I., Moustafa, S. A., Etman, A. A. & Dewir, Y. H. (2012). Production of *Cucurbita* interspecifc hybrids through cross pollination and embryo rescue technique. In: *World Applied Sciences Journal*, *20*, 1366–1370. http://dx.doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.20.10.299
13. Sisko, M., Ivancic, A., Bohanec, B. (2003). Genome size analysis in the genus Cucurbita and its use for determination of interspecific hybrids obtained using the embryo-rescue technique. In: *Plant Science*, *165*(3), 663-669. http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00256-5
14. Kondratenko S. I., Samovol O. P., Serhiienko O. V., Dulniev P. H., & Zamytska T. M. (2018). Metod vyroshchuvannia apomiktychnoho nasinnia selektsiino-tsinnykh henotypiv ohirka posivnoho (*Cucumis sativus* L.) [The method of growing apomictic seeds of breeding-valuable

genotypes of cucumber (*Cucumis sativus* L.)]. In: *Scientific reports of NULES of Ukraine, 1*(71), 12. [in Ukrainian]. http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.006
15. Hart O.Iu., Krutko R.V., & Kondratenko S.I. (2015). Minlyvist biometrychnykh pokaznykiv roslyn selektsiino-tsinnykh zrazkiv pertsiu solodkoho za umov statevoho ta kombinovanoho apomiktychno-statevoho rozmnozhennia [Variability of biometric indices of plants of breeding forms of sweet pepper under condition of sexual and combined apomictically-sexual reproduction]. In: *Plant Breeding and Seed Production, 107*, 19–25. [in Ukrainian]. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2015.54026
16. Bondarenko, G. L. and Yakovenko, K. I. (eds.) (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methodology of experimental research in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osnova, 369 p. [in Ukrainian].

UDC: 575.22:633.11:632.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.44

ROLUL VARIABILITĂȚII GENETICE ÎN INTERACȚIUNEA GRÂULUI CU *ALTERNARIA ALTERNATA*

Lupașcu Galina, *https://orcid.org/0000-0003-3363-3595*
Cristea Nicolae, *https://orcid.org/0009-0008-7259-3884*
Gavzer Svetlana, *https://orcid.org/0000-0001-9435-1159*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
e-mail: galina.lupascu@sti.usm.md

THE ROLE OF GENETIC VARIABILITY IN THE INTERACTION OF WHEAT WITH *ALTERNARIA ALTERNATA*

Summary. The article presents data on the reaction of 10 common winter wheat genotypes to culture filtrates of *Alternaria alternata* isolates. Through factorial analysis, the role of wheat genotype (42.2 ... 51.1%) in the source of variation in radicle length, stem length, seedling length was found. The *A. alternata* isolate factor presented a higher weight for germination (48.9%) and vigor index (49.0%). The association of the high level of the coefficient of heritability with the advanced genetic progress shows that in the control of growth and development characters additive factors are involved.

Keywords: wheat, genotype, *Alternaria alternata*, variability, heritability, resistance.

Introducere

Bolile cauzate de *Alternaria* spp. sunt printre cele mai comune boli ale diverselor culturi din întreaga lume [4, 5]. La grâu, fungii *A. tenuisima, A. alternata, A. infectoria, A. triticina, A. chlamidospora* sunt o componentă comună a florei boabelor [8].

Majoritatea izolatelor Alternaria produc putrezirea semințelor și a plantulelor tinere, coleoptilul în curs de dezvoltare fiind infectat de hifele ciupercii din pericarp. Boabele atacate reprezintă o sursă primară de infectare prin care aceste microorganisme pot declanșa epidemii la grâu și dispersa tulpinile fungice în noi zone [8].

Cercetarea a 9 izolate de *A. alternata* din grâu și 8 izolate din orz cu privire la capacitatea de dezvoltare a bolilor de rădăcină și foliare a demonstrat variabilitatea lor înaltă, reprezentând o gamă largă de fenotipuri de agresivitate. Analiza genetică prin metoda RAPD a demonstrat că unele izolate au manifestat o corelație bună între profilul benzilor ADN și agresivitate [10]. Prin utilizarea tehnicilor de amprentare iPBS s-a constatat o diversitate genetică largă a speciilor *Alternaria* [12].

Conform datelor din anul 2019, în Ucraina situația fitosanitară în agrofitocenozele de grâu s-a înrăutățit în special datorită intensificării putregaiului de rădăcină, ca agenți cauzali de bază fiind *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. S-a constatat că ploile calde în perioada generativă de dezvoltare a grâului a favorizat dezvoltarea fungilor Alternaria care produc activ asemenea micotoxine ca alternariolul, acidul tenuazonic, etc. [7].

Fungii Alternaria, de rând cu *Bipolaris sorokiniana, Fusarium equiseti* sunt printre cei mai frecvenți agenți cauzali ai *black point*-ului la grâu, determinat în mare măsură de umiditatea ridicată, rezistența la îngheț (r = -0,613) și etapa de umplere a boabelor (r = 0,652) [9].

În cercetările noastre anterioare, s-a constatat că *A. alternata* este o prezență constantă în complexul fungic care provoacă putrezirea bazei tulpinii la grâul comun de toamnă, frecvența acestuia fiind mai înaltă în condiții de umiditate ridicată [6]. Pornind de la cele menționate, ***scopul*** prezentelor cercetări a constat în stabilirea influenței fungului *A.alternata* asupra capacității de transmitere ereditară a caracterelor de creștere și dezvoltare la plantule juvenile de grâu comun.

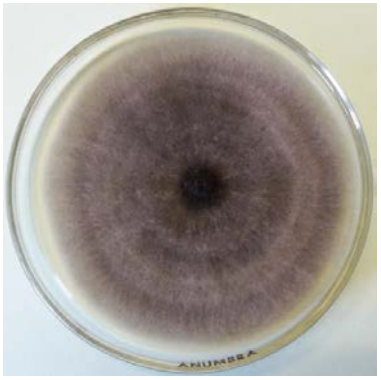
Materiale şi metode

Cercetările au fost efectuate în condiţii de laborator. În calitate de material au fost utilizate 10 genotipuri ce prezintă linii şi soiuri de grâu comun de toamnă – Amor, Centurion, Miranda, L.Select/BȚ43-42/Select, L M/Od.27/M79, Moldova 16, Moldova 66, Moldova 55, M79/M/Od.27, Moldova 614.

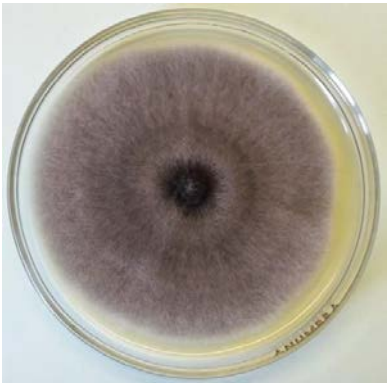
Izolatele *A. alternata* din plante de grâu comun de toamnă cu semne de putrefacţie la baza tulpinii, au fost obținute pe mediul nutritiv *Potato Dextrose Agar* [11] şi identificate pe baza caracterelor morfo-culturale și microscopice [3] (Fig.1, 2).



A.alternata 1



A.alternata 2



A.alternata 3

Figura 1. Colonii de *A. alternata*



Figura 2. Conidii de *A. alternata* (300x)

Filtratele de cultură (FC) a 3 izolate *A. alternata* (FC1, FC2, FC3) s-au preparat pe baza mediului lichid Cszapek [11].

Boabele de grâu au fost tratate cu FC timp de 18 ore, după care au fost clătite cu apă distilată şi menţinute timp de 6 zile în cutii Petri pe hârtie de filtru umectată. În calitate de caractere metrice au servit germinația (%), lungimea radiculei (mm), tulpiniţei (mm), plantulei (cm), indicele de vigoare *(germinație, % x lungimea plantulei, cm*), asociate cu adaptarea la stresul biotic la etape timpurii ale ontogenezei plantelor.

Pentru analiza variabilității, heritabilității și progresului genetic ale caracterelor de creștere a plantulelor de grâu, au fost utilizate metodele de calcul în care σ^2_g – varianța genotipică; σ^2_{ph} – varianța fenotipică; σ^2_e (*error variance*, sau VE) = MSE; h^2 – coeficientul de heritabilitate în sens larg; PCV – coeficientul de variație fenotipic; GCV – coeficientul de variație genotipic; X – media generală a caracterului; GAM (%) – avantajul genetic; K – diferențialul de selecție = 2,06 la

presiunea de selecție de 5%; σ_{ph} – deviația standard, generală a caracterului [1, 2]. Datele au fost prelucrate în pachetul de soft STATISTICA 7.

Rezulate și discuții

Germinația boabelor. În majoritatea cazurilor, FC *A.alternata* n-au afectat capacitatea de germinare, cu excepția soiurilor Miranda și M 614, la care s-au înregistrat diminuări de 11,2 și 17,8% comparativ cu martorul (Fig. 3).

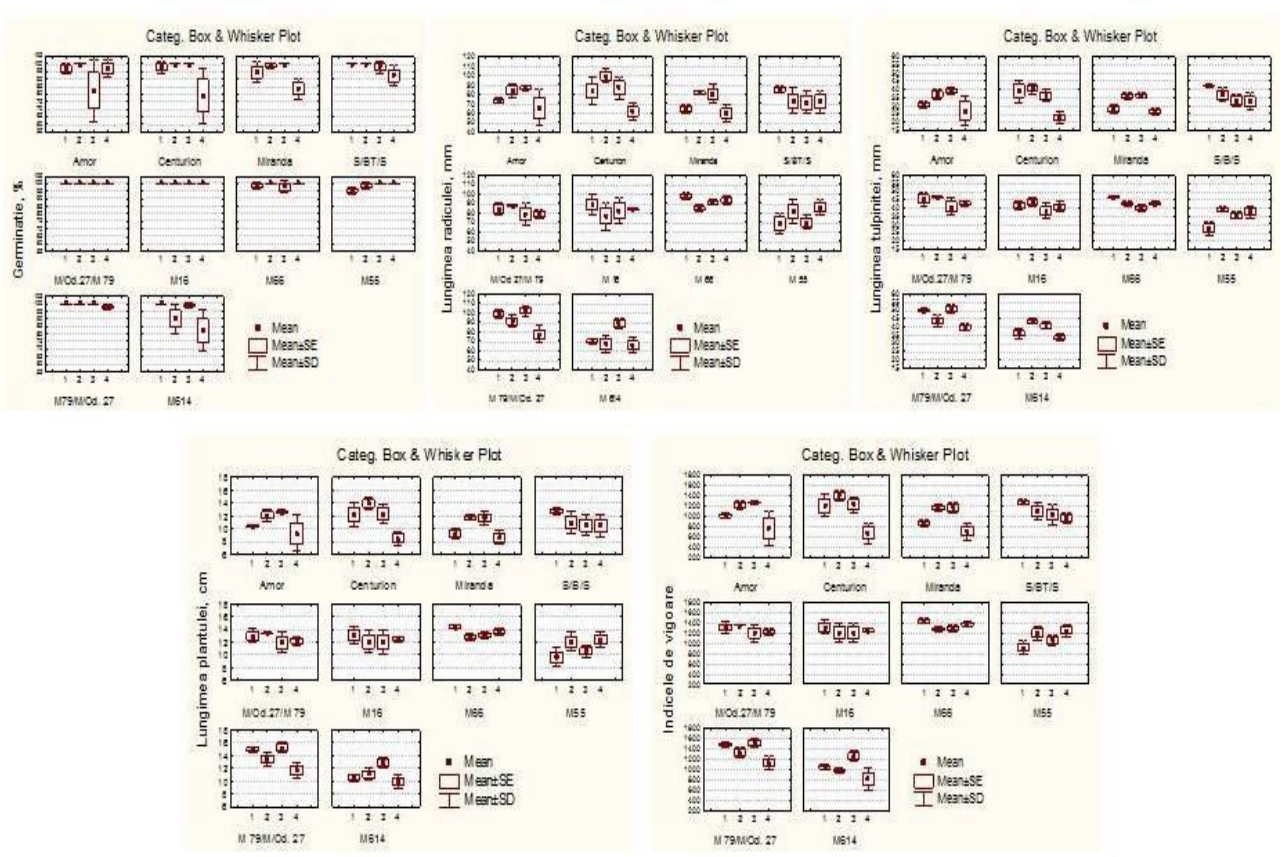


Figura 3. Influența filtratelor de cultură *A. alternata* asupra caracterelor de creștere a plantulelor de grâu comun

Lungimea radicului embrionare. FC au produs cele mai diferite reacții: inhibare – sub influența FC3 la Centurion și M79/M/Od.27 (-22,4 … -26,6%), FC1 – la M66 (-13,3%); stimulare – acțiunea FC2 la M614 (+26,5%). În majoritatea cazurilor, genotipurile n-au reacționat la tratarea boabelor cu FC *A.alternata*.

Lungimea tulpiniței. Sub influența FC *A.alternata* a avut loc inhibare în variantele Centurion – FC3 (-41,2%), S/BT/S – FC2, FC3 (-21,0; -23,1%), M66 – FC1, FC2 (-8,8; -14,7%), M79/M/Od.27 – FC3 (-20,8%). S-au constatat și stimulări ale creșterii tulpiniței: Amor – FC1, FC2 (+20,5%; +28,2%), Miranda – FC1, FC2 (+29,3%, +30,8%), M55 – FC1, FC2, FC3 (+28,1 … +41,3%%), M614 – FC1 (+21,3%).

Lungimea plantulei. S-au înregistrat inhibări ale creșterii în cazul genotipurilor Centurion, M79/M/Od.27 sub influența FC3 (-21,9%; -31,0%), M66 – FC1, FC2 (-9,4%; -11,9%). Stimulări ale creșterii plantulei s-au constatat la soiurile Miranda în variantele FC1, FC2 (+27,4; +26,4%) și M614 – FC2 (+21,9%).

Indicele de vigoare. FC3 a manifestat activitate inhibitoare semnificativă în cazul genotipurilor Centurion și M79/M/Od.27: -44,3%; -23,5%, respectiv. S-a înregistrat stimulare la genotipurile Miranda sub influența FC1, FC2: +35,4%; +35,8% și M614 – la acțiunea FC2: +20,6% în raport cu martorul.

Deci, reacția fenotipică a caracterelor de creștere și dezvoltare a grâului a manifestat o specificitate pronunțată, funcție de genotip și izolata *A.alternata*.

Analiza factorială a demonstrat că cea mai mare pondere a genotipului de grâu în sursa de variație a caracterelor s-a manifestat în cazul lungimii radiculei, tulpiniței, plantulei – 42,2 … 51,1% (tab. 1).

Tabelul 1

Ponderea factorilor de genotip și izolată *A. alternata* în capacitatea de creștere a grâului comun de toamnă

Sursă de variație	Grad de libertate	Suma medie a pătratelor	F	p	Ponderea în sursa de variație, %
Germinație					
Genotip de grâu	9	100*	3,11	0,003	23,87
Izolata fungului	3	205*	6,37	0,001	48,93
Genotip x izolată	27	82*	2,56	0,001	19,57
Efecte aleatorii	80	32			7,63
Lungimea radiculei					
Genotip de grâu	9	629,1*	7,880	0,000	42,22
Izolata fungului	3	540,5*	6,771	0,000	36,28
Genotip x izolată	27	240,5*	3,013	0,000	16,14
Efecte aleatorii	80	79,8			5,36
Lungimea tulpiniței					
Genotip de grâu	9	289,2*	25,39	0,000	51,07
Izolata fungului	3	210,0*	18,44	0,000	37,08
Genotip x izolată	27	55,7*	4,89	0,000	9,84
Efecte aleatorii	80	11,4			2,01
Lungimea plantulei					
Genotip de grâu	9	15,84*	11,27	0,000	44,36
Izolata fungului	3	13,65*	9,71	0,000	38,23
Genotip x izolată	27	4,81*	3,43	0,000	13,47
Efecte aleatorii	80	1,41			3,95
Indicele de vigoare					
Genotip de grâu	9	219940	13,010	0,000	36,07
Izolata fungului	3	298897	17,680	0,000	49,02
Genotip x izolată	27	73992	4,377	0,000	12,14
Efecte aleatorii	80	16906			2,77

*- $p<0,05$.

Ponderea mai mare a izolatei *A.alternata* (48,9%) comparativ cu cea a genotipului în cazul germinației s-a reflectat asupra indicelui de vigoare (care are ca componentă *germinația*, %), în cazul căruia rolul izolatei a constituit 49,0% – mai înalt decât al genotipului.

Diferențele semnificative de raport al variației genotipice la varianta fenotipică a organelor de creștere și dezvoltare s-au reflectat asupra diferențelor de valori ale coeficientului de heritabilitate (h^2) care a variat în limitele 0,42 … 0,89, cele mai mici fiind înregistrate în cazul germinației, iar cele mai înalte – a lungimii tulpiniței. Pornind de la faptul că coeficientul de

heritabilitate semnifică nu doar capacitatea de transmitere ereditară, dar și dependența caracterului de factorii ambientali, putem observa că izolatele fungului *A.alternata* au avut un impact mai mare asupra germinației (0,42), dar mai mic – asupra celorlalte caractere (0,70 … 0,89) (tab. 2).

Tabelul 2

Heritabilitatea și variabilitatea caracterelor de creștere și dezvoltare ale grâului comun de toamnă la interacțiunea cu *A. alternata*

Parametru	Germinație	Lungimea radiculei	Lungimea tulpiniței	Lungimea plantulei	Indicele de vigoare
σ^2_G	22,7	183,1	92,6	4,81	67678
σ^2_{Ph}	54,67	262,9	104,0	6,22	84584
h^2	0,42	0,697	0,890	0,77	0,80
GCV, %	4,91	16,79	25,15	18,45	22,43
PCV, %	7,62	20,11	26,66	20,98	25,08
GAM, %	6,50	23,19	33,02	25,21	32,51

Valorile GCV, % denotă un determinism genetic relativ slab pentru germinație (4,91%), mediu – lungimea radiculei și lungimea plantulei (16,79-18,45%), înalt – indicele de vigoare și lungimea tulpiniței (22,43-25,15%). Asocierea nivelului înalt al heritabilității (0,70-0,89) cu progresul genetic (23,2-33,0%) relevă existența controlului aditiv al creșterii plantelor de grâu și indicelui de vigoare și, totodată, oportunitățile înalte de selecție reușită a plantelor rezistente de grâu comun la interacțiunea cu *A.alternata*.

Concluzii

Tratarea boabelor a 10 genotipuri de grâu comun de toamnă cu filtrate de cultură a 3 izolate de *A.alternata* a demonstrat manifestări fenotipice specifice ale virulenței acestora, funcție de genotip și caracter de creștere a plantei. Genotipurile M16, M66, M55, L M/Od.27/M79 au demonstrat indici de vigoare stabili, la nivelul martorului în variantele cu filtratele de cultură.

Prin analiză factorială s-a constatat rolul mai important al genotipului de grâu (42,2 … 51,1%) în sursa de variație a lungimii radiculei, lungimii tulpiniței, lungimii plantulei. Factorul de izolată *A.alternata* a prezentat o pondere mai înaltă pentru germinație (48,9%) și indicele de vigoare (49,0%).

Cercetarea determinanților genetici ai variabilității și heritabilității caracterelor de creștere și dezvoltare ale plantelor de grâu comun la interacțiunea cu izolatele *A.alternata* a demonstrat rolul important al factorilor aditivi în controlul acestora. Asocierea coeficientului de heritabilitate relativ înalt (0,70 … 0,89) și a progresului genetic (23,2 … 33,0%) denotă oportunitățile înalte de creare a genotipurilor rezistente în termene restrânse.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 23.70105.5107.04 "*Identificarea și valorificarea genitorilor valoroși de culturi agricole în crearea unei baze genetice autohtone de interes socio-economic*" (2024-2025), finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Referințe

1. Adeniji, O.T. Genetic variation and heritability for foliage yield and yield component traits in edible *Amaranthus cruentus* [L.] genotypes. In: *Bangladesh J. Agril. Res.*, 2018, 43(3), pp. 513-524. DOI: https://doi.org/10.3329/bjar.v43i3.38397
2. Balkan, A. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and quality traits in M2-4 generations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. In: *Turkish Journal of Field Crops*, 2018, 23, pp. 173-179. DOI: 10.17557/tjfc.485605

3. Barnett, H.L., Hunter, B.B. Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Fourth Edition. APS Press,1998, 218 pp. ISBN 0-89054-192-2
4. Fei Wang, Seiya Saito, Themis J. Et Al. Fungicide Resistance in *Alternaria alternata* from Blueberry in California and Its Impact on Control of Alternaria Rot. In: *Plant.Dis*., 2022, 106(5), p. 1446-1453. https://doi.org/10.1094/PDIS-09-21-1971-RE
5. Fonseca-Guerra, I.R., Beltrán Pineda, M.E., Benavides Rozo, M.E. Characterization of *Alternaria alternata* and *Alternaria scrophulariae* Brown Spot in Colombian quinoa (*Chenopodium quinoa*). In: *J. Fungi*, 2023, 9, 947. https://doi.org/10.3390/ jof9090947
6. Lupașcu G. Putregaiul de rădăcină la grâul comun de toamnă. Chișinău: Prin-Caro, 120. ISBN 978-9975-56-801-2.
7. Mykhalska, L.M., Zozulia, O.L., Hrytsev, O.A. et al. Distribution of species of *Fusarium* and *Alternaria* genera on cereals in Ukraine. In: *Biosyst. Divers*., 2019, 27(2), 186–191 doi: 10.15421/01192 ISSN2519-8513 (Print) ISSN 2520-2529 (Online)
8. Perelló, A., Larran, S. Nature and effect of Alternaria spp. Complex from wheat grain on germination and disease transmission. In: *Pakistan Journal of Botany*, 2013, 45(5), p. 1817-1824, ISSN: 2070-3368
9. QIAO-YUN LI, QIAO-QIAO XU, YU-MEI JIANG et Al. The correlation between wheat black point and agronomic traits in the North China Plain. In: *Crop Protection*, Vol. 119, p. 17-23. *DOI: 10.1016/j.cropro.2019.01.004*
10. Shazia, I., Iftikhar, A. Analysis of variation in Alternaria alternata by pathogenicity and RAPD study Analysis of variation in *Alternaria alternata* by pathogenicity and RAPD study. In: *Pol. J. Microbiol*., 2005, 54(1), p. 13-9. PMID: 16209090.
11. Tuite, J. Plant pathological methods (Fungi and Bacteria). USA: Burgess Publishing Company, 1969, 239 p.
12. Turzhanova A., Khapilina O.N., Tumenbayeva A. et al. Genetic diversity of *Alternaria* species associated with black point in wheat grains. In: *PeerJ*, 2020, https://doi.org/10.7717/peerj.9097.

UDC: 575.224.4:633.15:535-36 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.45

INFLUENȚA RAZELOR X ASUPRA UNEI LINII HOMOZIGOTE DE PORUMB

Micu Alexandru, Bucor Nicolae
IP Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul „Porumbeni”
Chișinău, Republica Moldova

Rezumat. Semințele din linia homozigotă AG07-2008 din grupa de germoplasmă Lacaune au fost expuse la doze de radiație X de la 25 la 500 Gray(Gy), cu o diferență de 25Gy dintre variante. Variantele au fost semănate pe parcele cu suprafața de 5m^2, câte 30 de semințe iradiate. Controlul a fost reprezentat prin 2 parcele, în total 22 parcele (110m^2). În perioada de vegetație a fost măsurată înălțimea plantei, diametrul și lungimea știuletelui. Rezultatele arată o corelație inversă puternică între doza de iradiere și înălțimea plantei și o influență mai scăzută a dozei de iradiere asupra parametrilor știuletelui.

Summary. Seeds from the homozygous line AG07-2008 in the Lacaune germplasm group were exposed to X radiation doses from 25 to 500 Gray (Gy), with a difference of 25Gy between the variants. The variants were sown on plots with an area of 5 m^2, 30 irradiated seeds each. The control was represented by 2 plots, in total 22 plots (110 m^2). During the vegetation period the height of the plant, the diameter and length of the corn cob was measured. The results show a strong negative correlation between irradiation dose and plant height and a lower influence of irradiation dose on maize cob parameters.

Keywords: maize, inbred line, gamma radiation, mutagenesis.

Introducere

Mutageneza este o metodă utilizată pe larg în ameliorarea plantelor, pentru obținerea noilor varietăți sau caractere valoroase cum ar fi rezistența la boli sau dăunători, condiții nefavorabile de mediu. Primele cercetări în domeniu au fost inițiate în anii ’50 ai secolului XX și vizau efectele radiației cu raze gamma asupra germinației și vigorii de creștere, mai târziu (începutul secolului XXI), având drept scop inducerea de noi caractere, importante în ameliorarea plantelor. În dependență de dozele aplicate, efectele iradierii semințelor cu unde gamma sunt: decontaminarea semințelor (12), germinația îmbunătățită (10, 13, 15, 16), mărirea productivității (5, 8, 9, 13, 14, 15), îmbunătățirea valorii nutritive (5, 11, 14, 15), mărirea numărului de știuleți (8, 15), reducerea germinației (6, 7, 9, 10, 13, 16, 17), talia redusă a plantelor (6), reducerea numărului de boabe în spic (6), reducerea productivității (8, 9), stimularea apariției mutațiilor (10), scăderea valorilor nutritive (11).

Materiale și metode

În scopul identificării dozelor optime pentru inducerea unor mutații benefice și îmbunătățirii caracterelor agronomic importante, în 2023 a fost inițiată o experiență de studiere a influenței razelor X asupra liniilor homozigote de porumb. Ca material a fost folosită linia AG07-2008, ce aparține grupei de germoplasmă Lacaune (linia reprezentativă F_2). Experiența a constat din 21 de variante de iradiere, dozele de iradiere fiind de la 0 Gray (Gy) la 500 Gy, fiecare variantă având o doză cu 25Gy mai mare decât precedenta. Semințele au fost iradiate la Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor (aparatul RS 2400 Q). Semințele au fost semănate la Institutul de Fitotehnie ”Porumbeni”, în cadrul Laboratorului de Genetică și Genofond. Fiecare variantă a fost semănată pe 5m^2, 30 boabe iradiate per variantă. În perioada de vegetație au fost efectuate observații fenologice, măsurată talia plantelor, lungimea, diametrul, numărul de rânduri și numărul de boabe pe rând ale știuletelui (s-a recoltat și al doilea știulete). Prelucrarea datelor experimentale a

fost efectuată prin metoda ANOVA (ANOVA single test), cu ajutorul versiunii online a programei Excel (www.office.com), unealta XLMiner Analysis ToolPak.

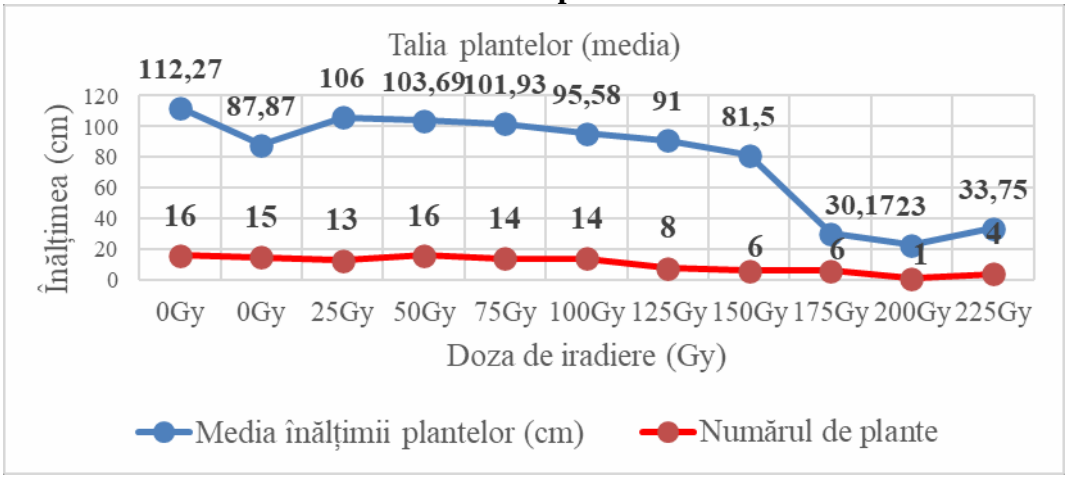
Rezultate și discuții

În rezultatul efectuării măsurărilor s-a constatat o reducere semnificativă a germinației și taliei plantei la variantele iradiate cu doze mai mari de 100Gy, variantele ce au fost iradiate cu doze mai mari de 225Gy nu au germinat deloc. În tabelele prezentate, primul martor are valori mai înalte datorită efectului influenței marginilor, fiind semănat între variantele care nu au germinat deloc. Ignorând înălțimea variantei parcelei-control expusă la influența marginilor, înălțimea medie a plantelor a crescut, apoi s-a micșorat odată cu creșterea expunerii la dozele de iradiere – de la 87,87cm al martorului la 106 cm în varianta iradiată cu 25Gy și până la 23cm în varianta iradiată cu 200Gy (tabelul 1). Cea mai înaltă plantă a fost înregistrată în varianta cu doza de iradiere de 25Gy – 127cm, iar cea mai pitică (23cm) în varianta cu doza de iradiere de 200Gy.

Au fost obținuți știuleți doar în variantele iradiate cu doze de până la 125Gy inclusiv, a fost recoltat și cel de-al doilea știulete de pe plantă, după caz. Astfel lungimea medie a știuletelui (tabelul 2) a variat de la 81mm(50 și 75Gy), la 71,88mm (martor) și până la 66,88mm (125Gy). Cel mai lung știulete a fost constatat în varianta de iradiere de 50Gy (115mm), iar cel mai scurt în varianta de iradiere de 125Gy (25mm).

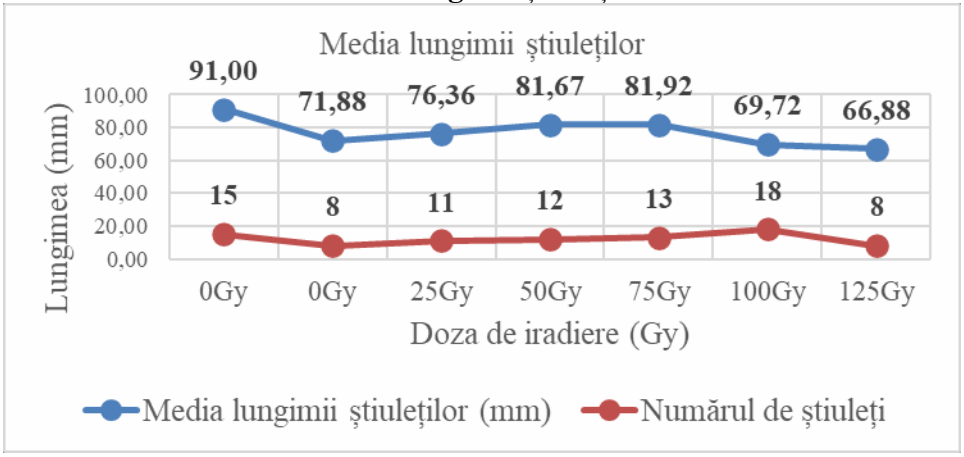
Tabelul 1

Media taliei plantelor



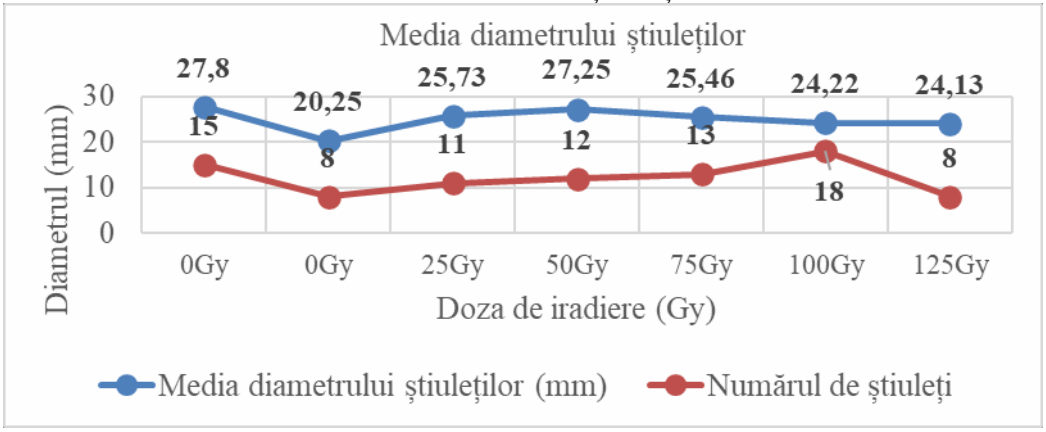
Tabelul 2

Media lungimii știuleților



Tabelul 3

Media diametrului ştiuleţilor



Media diametrului ştiuleţilor (tabelul 3) a variat de la 20,25mm (martor) la 27,25mm (varianta de 50Gy). În varianta de iradiere de 125Gy media diametrului ştiuleţilor a fost de 24,13mm. Cel mai mare diametru al ştiuletelui a fost depistat în varianta martor (32mm) şi în variantele de iradiere de 25, 50 şi 75Gy (31mm în toate cele 3 variante).

Prelucrarea statistică a datelor a arătat o diferenţă statistic semnificativă dintre variante în cazul înălţimii plantelor (F-statistic = 20,85; F critic = 1,98; valoarea P = 0) şi diametrului ştiuletelui(F-statistic = 3,31; F critic = 2,35; valoarea P = 0,0099). În cazul lungimii ştiuletelui nu a fost depistată o diferenţă statistic semnificativă (F-statistic = 1,25; F critic = 2,35; valoarea P = 0,29).

În timpul perioadei de vegetaţie, în variantele iradiate cu doze de la 125Gy inclusiv, au fost observate mutaţii cum ar fi: plante pitic (*d*), tulpină dublă (*dib*), frunze ”gofrate”, panicul neramificat (*ub*), panicul redus (*tls*).

Concluzii

Odată cu creşterea dozei de iradiere înălţimea medie a plantelor creşte (până la 20,6% la iradierea cu doza de 25Gy) şi apoi se reduce semnificativ(până la -74% la iradierea cu doza de 200Gy) faţă de varianta martor. Este o diferenţă statistic semnificativă.

Media lungimii ştiuletelui creşte cu până la 13% (variantele de iradiere de 50Gy şi 75Gy) şi scade cu 8% (varianta de iradiere de 125Gy) faţă de varianta martor. Este o diferenţă statistic nesemnificativă.

Media diametrului ştiuletelui se măreşte cu până la 34% (varianta de iradiere de 50Gy) faţă de varianta martor, diferenţa fiind statistic semnificativă.

Începînd cu variantele expuse la doze de iradiere de 125Gy, numărul plantelor care au ajuns în perioada de recoltare este de 2 ori mai mic comparativ cu varianta martor, iar în cazul variantelor expuse la doze de iradiere de peste 225Gy nu a supravieţuit nici o plantă.

Referinţe

1. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.
2. https://www.statista.com/statistics/263977/world-grain-production-by-type/.
3. https://statistica.gov.md/ro/activitatea-agricola-in-anul-2023-9515_60969.html.
4. https://statistica.gov.md/ro/activitatea-agricola-in-ianuarie-iunie-2023-9515_60608.html.
5. https://esp.md/ru/podrobnosti/2023/02/07/gamma-pole-kak-v-moldove-pri-sssr-vyrashchivali-kukuruzu-podsolnechnik-i.
6. https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-malyh-doz-gamma-izlucheniya-tseziya-137-na-izmenenie-geneticheskih-priznakov-pshenitsy-i-yachmenya.
7. https://www.academia.edu/27140634/The_Effect_of_Gamma_Radiation_on_the_Growth_of_Corn?uc-g-sw=22799291.

8. http://doi.org/10.15580/GJPNS.2017.1.122116217.
9. https://www.academia.edu/76418385/Impact_of_gamma_irradiation_on_growth_yield_and_physiological_attributes_of_maize?uc-g-sw=22799291.
10. https://www.academia.edu/104131155/Germination_Viability_of_Maize_M1_Seeds_Zea_mays_L_after_Gamma_Ray_Irradiation?uc-g-sw=22799291.
11. https://www.academia.edu/62851858/Agrophysiological_Characterization_of_Maize_Zea_mays_Plants_from_EV_8728_Seeds_Irradiated_to_Gamma_Radiation?uc-g-sw=22799291;
12. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17537639/.
13. https://www.ejfood.org/index.php/ejfood/article/view/434.
14. https://ijasr.um.ac.ir/article_42670.html?lang=en.
15. https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:22072681.
16. https://biozoojournals.ro/oscsn/cont/30_1/07_Marcu_pp41-46.pdf.
17. https://ksascholar.dri.sa/en/publications/studies-on-the-effect-of-different-doses-of-gamma-radiation-on-se-2.

UDC: 635.64:581.19 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.46

VARIABILITATEA CARACTERELOR BIOCHIMICE LA SOIURILE ŞI LINIILE NOI DE TOMATE

Mihnea Nadejda*, *https://orcid.org/0000-0002-7632-2562*
Rusu Vadim, *https://orcid.org/:0009-0000-7822-4061*
Rudacova Angela, *https://orcid.org/: 0000-0001-9638-2151*
Cherdivară Ala, *https://orcid.org/ 0000-0003-1276-4959*
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, USM, Chişinău, Republica Moldova
e-mail: nadejda.mihnea@sti.usm.md

Rezumat. În lucrare sunt prezentate rezultatele testării a 3 soiuri şi 8 linii de tomate pe baza conţinutului de substanţă uscată, zăharuri, aciditate, vitamina C, licopen şi *β* – caroten în fructe. Datele biochimice ale fructelor de tomate au fost diferenţiate – specifică genotipului şi caracterului analizat. Prin analiza corelaţională (r) a indicilor de calitate a fructelor de tomate s-a demonstrat că pe baza materialului aflat în studiu, pot fi obţinute noi genotipuri de tomate cu asociere reuşită a caracterelor *substanţă uscată – aciditate, zahăr – vitamina C*, între care a existat o dependenţă semnificativă: 0,77* şi 0,88* ($p < 0.05$). Analiză clusteriană (*k*-medii) a făcut posibilă identificarea soiul Dargen şi liniei L 304 de tomate cu valori înalte ale caracterelor biochimice (substanţă uscată – 6,58%, zaharuri – 3,91%, aciditate – 0,52, vitamina C – 26,68 мг%, licopen – 1,59), care pot fi implementate în programele de ameliorare la crearea soiurilor cu proprietăţi gustative înalte.

Cuvinte cheie: tomate, soiuri, linii, caractere biochimice.

VARIABILITY OF BIOCHEMICAL CHARACTERS IN NEW TOMAT VARIETIES AND LINES

Summary. The paper presents data on the results of testing 3 varieties and 8 tomato lines based on the content of dry matter, sugars, acidity, vitamin C, lycopene and *β*-carotene in fruits. Biochemical analysis of tomato fruits was differentiated – specific to the analyzed genotype and character. Through the correlational analysis (r) of the quality character indices of tomato fruits, it was demonstrated that, based on the material under study, new tomato genotypes can be obtained with a successful association of the characters dry matter – acidity, sugar – vitamin C, for which a there was a significant dependence: 0.77* and 0.88* ($p < 0.05$). By cluster analysis (*k*-means) the Dargen variety and the L 304 tomato line were identified with high values of biochemical characters (dry substance – 6.58%, sugars – 3.91%, acidity – 0.52, vitamin C – 26.68 mg%, lycopene – 1.59), which can be implemented in breeding programs to create varieties with high taste properties.

Keywords: tomato, varieties, lines, biochemical characters.

Introducere

Calitatea înaltă a fructelor de tomate este una dintre obiectivele de bază ale ameliorării acestei culturi, fiind considerată la fel de importantă ca şi ameliorarea caracterelor de producţie si rezistenţă la factorii de mediu. În acest context, având in vedere utilizarea largă a produselor de tomate, intensificarea cercetărilor pentru acest obiectiv pe plan naţional se justifică din plin [8, 9]. Pentru industria de conserve sunt solicitate soiuri cu conţinut ridicat de substanţă uscată, zahăr, vitamine, pigmenţi şi alte însuşiri, ceea ce adesea nu se înregistrează la soiurile omologate [1]. Din punct de vedere biochimic, fructele trebuie să fie bogate în vitamine, la tomate rata cea mai înaltă fiind prezentată de vitaminele C. Vitaminele, conţinutul de substanţe uscate, aciditatea, raportul zahăr/aciditate determină gustul şi aroma fructelor. Tomatele nu sunt doar o cultură importantă din punct de vedere economic, ci şi un produs alimentar valoros în dieta umană. Calităţile gustative

inalte ale tomatelor, prețul relativ scăzut și beneficiile incontestabile pentru sănătate le fac atât populare cât și cele mai solicitate legume din lume în rândul populației. Consumul de roșii și produse din tomate este asociat cu un risc redus de cancer de prostată și boli cardiovasculare [2, 3, 10, 13].

Carotenoizii din tomate sunt principala sursă de licopen în dieta umană [12] ce conferă culoarea roșie a fructelor și prezintă prin ingerare, o serie de efecte biologice benefice asupra organismului, inclusiv antiinflamatorii, antialergenice, antimicrobiene, vasodilatatoare, antitrombotice, cardioprotectoare și antioxidante [5, 7]. Carotenoizii și compușii polifenolici sporesc valoarea nutritivă a tomatelor și îmbunătățesc proprietățile funcționale senzoriale, inclusiv gustul, aroma și textura [7, 11].

Scopul cercetărilor noastre a fost evaluarea soiurilor și liniilor noi de tomate pe baza parametrilor biochimici ai fructelor și selectarea celor mai valoroase pentru includerea lor în procesul de ameliorare la crearea noilor soiuri cu proprietăți gustative înalte.

Materiale și metode

Materialul biologic de cercetare a fost reprezentat de 3 soiuri: Mary Gratefully, Dargen, Dorința și 8 linii – L304, L305, L306, L307, L308, L309, L310, L 311 create în Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM (Tab.1).

Experiențele au fost efectuate în condiții de laborator și câmp. Tomatele au fost crescute prin cultură de răsad în trei repetiții după metodă standard [14].

Substanța uscată s-a determinat prin uscare [20], conținutul de zăharuri – prin metoda antronului [21], vitamina C în fructe și aciditatea – conform standardelor în vigoare [16, 17]. Cantitatea de carotenoizi în fructele a fost stabilită prin metodă spectrofotometrică [15, 22].

Analizele clusteriene au fost efectuate prin construirea dendrogramelor (algoritm aglomerativ-iterațional, metoda Ward) [4, 6]. Datele obținute au fost prelucrate statistic cu ajutorul softului STATISTICA 7.

Rezultate și discuții

Una dintre principalele condiții la cultivarea tomatelor atât în spații închise, cât și în câmp deschis neprotejat este calitatea fructului. Un indicator important al calității fructelor este compoziția lor biochimică. Fructele cu o concentrație mare de substanțe uscate sunt mai gustoase, asigură un randament mare la procesare, o transportabilitate și termen de valabilitate înalt. În ceea ce privește compoziția chimică, soiurile și liniile evaluate în a. 2023 demonstrează o valoare și calitate înaltă a fructelor, în special în ceea ce privește conținutul de substanță uscată și raportul zahăr/aciditate. În cazul genotipurilor studiate, conținutul de substanță uscată se încadrează în intervalul valoric de 4,68-7,07%, conținutul maxim fiind constatat la soiul Dargen și linia L 311 (Tabelul 1).

Cea mai mare parte din substanța uscată a fructelor de tomate sunt carbohidrați, dintre care principalii sunt zaharurile solubile. Conform datelor obținute de A.V. Kuzemensky [19] conținutul de zahăr din fructele hibrizilor F_1 de tomate a variat între 2,81–4,41%, iar Ignatova și colab. [18] au înregistrat un conținut de zahăr între 2,12–6,00%. În studiile noastre, conținutul de zaharuri totale în formele cultivate a fost de 2,88–4,13% (tab. 1). Cel mai ridicat conținut al zaharurilor s-a înregistrat la linia L 304 (4,13 %).

Gustul tomatelor depinde mult de raportul zahăr/aciditate. Acest indice s-a incadrat în limitele 5,36-7,65. Din punct de vedere al echilibrului zahăr-aciditate pot fi evidențiate soiurile Dargen și lina L 304 – 7,38 și 7,65, respectiv.

Valoarea nutritivă a fructelor de tomate este determinată, în primul rând, de conținutul ridicat de vitamine, printre care acidul ascorbic (vitamina C) ocupă unul dintre primele locuri. Analizele privind conținutul de vitamina C pun în evidență valori mai ridicate la soiul Dargen (25,6 mg/%) și linia 307 (23,4 mg/%).

Tabelul 1

Variabilitatea caracterelor biochimice la tomate (anul 2023)

Soi, linie	Substanță uscată, %	Zaharuri, %	Aciditate	Vitamină C, mg/%	Indice zahăr / aciditate	Conținut (mg/100 g)	
						β-caroten	licopen
Mary Gratefully	5,43	3,09	0,42	21,19	7,36	2,14	1,91
Dargen	7,06	3,69	0,50	25,57	7,38	1,9	1,35
Dorința	5,43	3,02	0,50	21,76	6,04	1,78	1,41
L 304	6,10	4,13	0,54	22,80	7,65	2,33	1,83
L 305	6,39	3,39	0,51	21,58	6,65	2,04	1,65
L 306	4,68	2,88	0,42	18,48	6,86	1,71	1,77
L 307	5,06	3,19	0,44	23,40	7,25	3,68	0,22
L 308	6,21	3,25	0,53	19,19	6,13	4,18	0,88
L 309	4,71	3,05	0,45	22,03	6,78	2,88	0,92
L 310	6,30	3,41	0,47	19,99	7,25	0,95	0,47
L 311	7,07	3,16	0,59	20,58	5,36	2,11	0,34

Analiza rezultatelor obținute demonstrează că liniile evaluate se deosebesc esențial și în baza conținutului de licopen și caroten. Conținutul de licopen a variat în limitele 0,22-1,91 mg/100 g masă umedă în dependență de genotip și culoarea acestora. Este necesar de menționat, că cel mai înalt conținut de licopen a fost înregistrat la formele de culoare roșie. Un conținut sporit de licopen s-a constatat la soiurile: Mary Gratefully, Dargen, Dorința și liniile L 304, L 305, L 306 care au înregistrat valori de 1,91; 1,35; 1,41; 1,83; 1,65; 1,77 mg/100 g masă umedă, respectiv. Datele obținute denotă că soiurile și liniile evaluate au înregistrat o variabilitate înaltă în ceea ce privește conținutul de *β*-caroten care se încadrează în intervalul valoric de 0,95-4,18 mg/100 g masă umedă. Un conținut sporit de *β*-caroten a fost înregistrat la liniile 307 (3,68 mg/100 g) și 308 (4,18 mg/100 g).

Prin analiză corelațională s-a demonstrat o dependență semnificativă între conținutul de substanță uscată și aciditate, zaharuri totale și vitamină C (r = 0,77* și r =0, 88*, respectiv), precum și o relație medie pozitivă între conținutul de substanță uscată și zahăr (r = 0,55), aciditate și zahăr (r = 0,45) și slab pozitivă între substanță uscată și vitamina C (r = 0,23); aciditate și vitamina C (r = 0,22); licopen și vitamină C (0,21). S-a constatat o corelație slab negativă între conținutul de substanță uscată și *β*-caroten (r = -0,20); licopen și β-caroten (r = -0,29) (Tabelul 2).

Tabel 2

Dependențe corelaționale (r) între calitatea biochimică a fructelor de tomate

Substanță uscată, % – Zahăr,%	0,55
Substanță uscată, % – Aciditate, %	0,77*
Zahăr,% – Vitamină C, mg/%	0,88*
Aciditate, % – Zahăr,%	0,45
Substanță uscată, % – Vitamina C, mg/%	0,23
Substanță uscată, % – *β*-caroten	-0,20
Licopen, mg/100 g – *β*-caroten, mg/100 g	-0,29

*-p<0,05.

Dendrograma de repartiție a soiurilor și liniilor luate în srudiu, demonstrează existența similitudinilor sau deosebirilor semnificative pe baza unui complex de caractere – conținutul de

substanță uscată (%), zahar (%), acidicate (%), indicele zahăr / aciditate, vitamină C (mg/%), luate ca criterii de clasificare (Figura1).

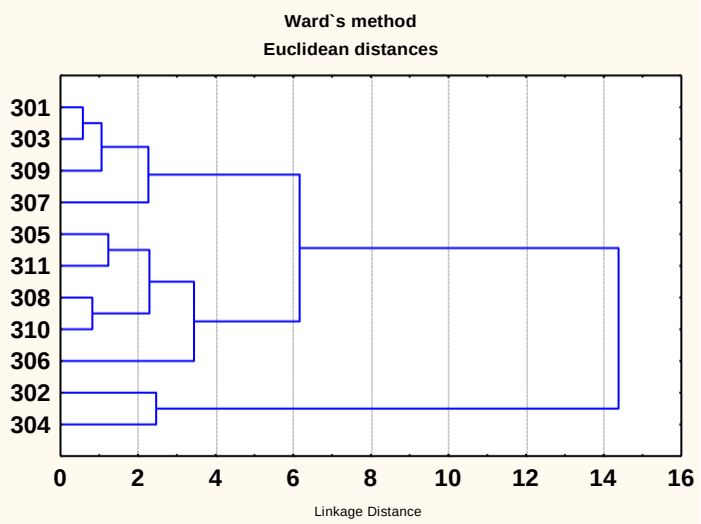


Figura 1. Dendograma de repartiție a soiurilor și liniilor de tomate pe baza caracterelor biochimice: 301 – Mary Gratefully, 302 – Dargen, 303 – Dorința, 304 – L 304, 305 – L 305, 306 – L 306, 307 – L 307, 308 – L 308, 309 – L 309, 310 – L 310, 311 – L 311

Pentru identificarea genitorilor de tomate cu însușiri comlexe valoroase, s-a aplicat metoda clusteriană *k*-medii. Datele obținute, denotă că clusterizarea în 3 grupuri de similitudine a fost mai reușită pe baza conținutul de vitamină C și zăharuri, demonstrată prin faptul că varianța interclusteriană a fost mult mai mare decât cea intraclusteriană (Tabelul 3).

Tabelul 3

Analiza varianței caracterelor biochimice la tomate

Variantă	Varianță interclusteriană	df	Varianță intraclusteriană	df	F	p
Substanță uscată	2,24	2	5,04	8	1,78	0,23
Zăharuri	0,92	2	0,33	8	11,02	0,01
Aciditate	0,01	2	0,02	8	0,99	0,41
Vitamină C	67,70	2	7,87	8	34,43	0,00
β-caroten	0,28	2	8,21	8	0,13	0,87
Licopen	0,74	2	3,15	8	0,93	0,43

Prin clasificarea genotipurilor pe baza caracterelor evaluate se poate observa că clusterele 1 și 2 se caracterizează prin indici înalți ai conținutului de vitamină C – 21,99-26,68 mg/%, iar clusterul 3 (L 306, L 308, L 310, L 311) înregistrează o medie înaltă (6,06/%) a conținutului de substanță uscată (Tabelul 4).

Valori înalte ale caracterelor biochimice (substanță uscată – 6,58%, zaharuri – 3,91%, aciditate – 0,52, vitamină C – 26,68 mg/%, licopen – 1,59 mg/100 g) au înregistrat soiul Dargen și linia L 304, ele prezentând astfel interes în procesul de ameliorare la crearea soiurilor cu proprietăți gustative înalte.

Tabelul 4

Analiza clusterianã (*k*-medii) a repartiţiei genotipurilor de tomate în clase pe baza caracterelor biochimice, 2023

Cluster	Caracter	x	Genotip
1	Substanță uscată, %	5,40	Mary Gratefuly, Dorința, L 305, L 307, L309
	Zăharuri, %	3,15	
	Aciditate, %	0,46	
	Vitamină C, mg/%	22,0	
	Licopen, mg/100 g	2,50	
	β-caroten, mg/100 g	1,22	
2	Substanță uscată, %	6,58	Dargen, 304
	Zăharuri, %	3,91	
	Aciditate, %	0,52	
	Vitamină C, mg/%	26,68	
	Licopen, mg/100 g	2,11	
	β-caroten, mg/100 g	1,59	
3	Substanță uscată, %	6,06	L 306, L 308, L 310, L 311
	Zăharuri, %	3,17	
	Aciditate, %	0,50	
	Vitamină C, mg/%	19,56	
	Licopen, mg/100 g	2,24	
	β-caroten, mg/100 g	0,86	

Concluzii

Analiza biochimică a fructelor de tomate – conținutul de substanță uscată (%), zahar (%), acidicate (%), indice zahăr / aciditate, vitamină C (mg/%), licopen (mg/100 g), *β*-caroten (mg/100 g) la soiurile și liniile de perspectivă a demonstrat dependența caracterelor de genotipul plantei.

Analiza corelațională (r) a indicilor caracterelor de calitate a fructelor de tomate a demonstrat că pe baza materialului aflat în studiu, pot fi obținute noi genotipuri de tomate cu asociere reușită a caracterelor *substanță uscată – aciditate, zahăr – vitamină C,* pentru care a existat o dependență semnificativă: 0,77* și 0,88* ($p < 0.05$).

Au fost identificați soiul Dargen și linia L 304 de tomate cu valori înalte ale caracterelor biochimice (substanță uscată – 6,58%, zaharuri – 3,91%, aciditate – 0,52, %, vitamina C – 26,68 mg/%, licopen – 1,59 mg/100 g), care pot fi implementate în programele de ameliorare la crearea soiurilor cu proprietăți gustative înalte.

Notă. Cercetările au fost efectuate în cadrul proiectului Programului de Stat 011102 "Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice", finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe

1. Botnari, V. Problemele actuale în ameliorarea şi organizarea producerii seminţelor de legume. În: *Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii*, 2015, 2(326), p. 70-75.
2. Chandra, H.M., Ramalingam, S. Antioxidant potentials of skin, pulp, and seed fractions of commercially important tomato cultivars. In: *Food Sci. Biotechnol*., 2011, 20(1), p. 15-21. doi:10.1007/s10068-011- 0003-z.
3. Friedman, M. Anticarcinogenic, cardioprotective, and other health benefits of tomato compounds lycopene, α-tomatine, and tomatidine in pure form and in fresh and processed tomatoes. In: *J. Agric. Food Chem*., 2013, 61(40), p,9534-9550. doi: 10.1021/jf402654e.

4. Kanavi, M. S. P., Prakash, K., Somu, G. et al. Genetic Diversity Study through K-means Clustering in Germplasm Accessions of Green gram [*Vigna radiata* (L.)] Under Drought Condition. In: *Int Journal of Bio-resource and Stress Management,* 2020, 11(2), p. 138-147.
5. Li, Y., Wang, H., Zhang, Y. Et Al. Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites? In: *Plant Cell Rep*., 2018, 37, p. 1443-1450. doi:10.1007/s00299-018-2283-8.
6. Lupaşcu, G., Mogîlda, A., Ganea, A. Variability of *Sesamum indicum* L. germoplasm in the reaction to *Alternaria alternata* fungus. In: *Romanian Journal of Biology - Plant Biology,* 2019, 64 (1), p. 49-59.
7. Marti, R., Rosello, S., Cebolla-Cornejo, J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. In: *Cancers (Basel)* 2016, 8, E58. doi:10.3390/cancers8060058.
8. Mihnea, N., Brinza, L., Buceaceaia, S. et al. Variability of some biochemical characteristics in the perspective tomato varieties. In: *Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences,* 2017, Tom 33, No. 2, p. 35-38.
9. Mihnea, N., Rudacova, A., Cherdivara, A. et al. Variabilitatea conținutului de licopen și β caroten în fructele de tomate. În: *Studia Universitatis Moldaviane*, Seria "Științe reale și ale naturii", 2022, nr.6 (156), p. 93-97.
10. Mordente, A., Guantario, B., Meucci, E. et al. Lycopene and cardiovascular diseases: In: *An update Curr. Med. Chem*., 2011, 18, p.1146-1696.
11. Togge, T., Fernie, A.R. Metabolomics-insoired insight into developmental, environmental and genetic aspects of tomato fruit chemical composition and quality. In: *Plant Cell Physiol*., 2015, 56, p. 1681-1696. doi: 10.1093/pcp/pcv093.
12. Viuda-Martos, M., Sanchez-Zapata, E., Sayas-Barbera, E. et al. Tomato and tomato byproducts. Human health benefits of lycopene and its application to meat products: a review. Crit. Rev. In: *Food Sci. Nutr*., 2014, 54, p. 1032-1049. doi:10.1080/10408398.2011.623799.
13. Wei, M.Y., Giovannucci, E.L. Lycopene, tomato products, and prostate cancer incidence: a review and reassessment in the PSA screening era. In: *J. Oncol*., 2012, 2012:271063. doi: 10.1155/2012/271063.
14. Ершова, В.Д. Возделывание томатов в открытом грунте. Кишинёв: Штиинца, 1978, 279с.
15. Голубкина, Н.А., Молчанова, А.В., Тареева, М.М. и др. Количественная тонкослойная хроматография в оценке каротиноидного состава томата. В: *Овощи России,* 2017, 5. стр. 96-99.
16. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Технические условия. М., 2003.
17. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки фруктов и овощей. Метод определения общей кислотности. М., 2010.
18. Игнатова, С.И., Бабак, О.Г., Багирова, С.Ф. Создание высоколикопиновых гибридов томата с использованием традиционных методов селекции и молекулярных маркеров. В: *Овощи России.* 2020, 5, с. 22-28. DOI 10.18619/2072-9146-2020-5-22-28.И
19. Куземенский, А.В. Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата. Харьков: МАГДА ЛТД, 2004, 391с.
20. Мурашев, С. В. Определение содержания воды и сухих веществ в пищевых продуктах: метод. указания / С. В. Мурашев, А. Л. Ишевский, Н. А. Уварова. СПб., 2007, 24 с.
21. Практикум по биохимии / Под ред. С. Е. Северина и Г. А. Соловьевой, 2-е изд. – М.: изд. МГУ., 1989, 509 с.
22. Тринеева, О. В., Сливкин, А. И. Валидация методики определения каротиноидов в плодах облепихи различных способов консервацию. В: Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация, 2016, 2, с. 145-151.

UDC: 575.22:633.111 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.47

CORRELATION OF YIELD WITH QUALITY INDICATORS FOR *TRITICUM AESTIVUM* L. GENOTYPES

Pravdziva Iryna*, *http://orcid.org/0000-0002-0808-1584*
Shadchyna Tamara, *http://orcid.org/0009-0002-1690-7566*
The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine, Tsentralne, Obukhiv district, Kyiv region, Ukraine
**e-mail: irinapravdziva@gmail.com*

Summary. This article presents correlations between yield and wide range of quality indicators of genotypes *Triticum aestivum* L. They include physical indicators of grain quality, flour and bread quality indicators as well as rheological properties of dough. A significant influence of growing conditions on the strength and direction of the relationship between yield and grain quality indicators is noted. A number of varieties and breeding lines of winter bread wheat have been identified, which combine in one genotype a higher level of yield with correspondingly high grain quality indicators, which should be used in practical breeding to create new basic material.

Keywords: bread wheat, growing season conditions, yield, quality, grain, flour, dough, bread, correlation

Introduction

Winter wheat is one of the three most common food crops in the world [1]. The grain of this crop is one of the main food products for 35% of the world's population due to the optimal combination of micro and macro elements in it [2]. With the annual growth of the population on the planet, there is a need to increase the agricultural production, in particular wheat. Therefore, one of the main tasks of agricultural science and practice is to increase the gross harvest of high-quality grain [3]. The yield and quality of wheat grain depends on a number of such factors as morpho-biological features of the variety, soil and climatic conditions, techniques, etc. A higher level of yield of high-quality wheat grain is formed under the optimal ratio of all the factors [4].

An effective factor that determines the yield level of wheat is the variety. Due to timely varietal renewal, yield increase of wheat grain can reach up to 40–60% [5]. Currently, considerable success has already been achieved in increasing wheat yield by selecting the best genotypes as parental forms [6]. When creating a new competitive wheat variety, breeders need to combine in one genotype high yield with a complex of valuable properties, including grain quality indicators. This combination can be detected by correlations between certain features [7]. Determining statistically significant relationships makes it possible to identify indicators that can be factorial and used as criteria (markers) for selection to increase productivity and at the same time genetic improvement of other traits [8]. In breeding process, identifying the strength and direction of the relationship between yield and grain quality indicators will allow selecting genotypes characterized by groups of desired traits [9]. Thus, establishing correlations between individual traits is one of the fundamental principles of purposeful selection in practical breeding.

The purpose of the study is to identify correlations between yield and a wide range of grain quality indicators of new varieties and promising breeding lines of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and to identify genotypes with statistically significant relationships.

Materials and methods

The research was conducted during 2019-20–2022-23 in environment of the central part of the Forest-Steppe of Ukraine in the fields of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (MIW). There were evaluated 10 new

varieties (G1 Podolianka, G2 MIP Fortuna, G3 MIP Yuvileina, G4 MIP Nika, G5 MIP Roksolana, G6 MIP Feieriia, G7 MIP Aelita, G8 MIP Vidznaka, G9 MIP Darunok, G10 MIP Dovira) and four promising breeding lines of winter bread wheat (G11 Lutescens 37548, G12 Lutescens 60049, G13 Lutescens 60302, G14 Lutescens 60400), which were sown in three sowing dates (III decade of September, I decade of October, II decade of October) after five preceding crops (green manure, mustard, sunflower, corn, soybean).

The technology of growing winter wheat is conventional for the Forest-Steppe zone of Ukraine [10]. Plots were placed according to completely randomized scheme with four replications. Harvesting and recording of the harvest was carried out according to the methodology of the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine [11]. Winter wheat grain quality indicators were determined at the Grain Quality Laboratory of MIW in accordance with conventional methods [12].

Correlation analysis was used for statistical processing of experimental data in order to identify genetic relationships between yield and grain quality indicators.

Results and discussion

The years of the study were contrasting in hydrothermal regime with uneven distribution of precipitation by months (Table 1). During the research period, an increase in air temperature by 1.0–2.6 °C was observed compared to the average long-term (ALT). An insufficient amount of precipitation was noted in the 2019-20 and 2021-22 vegetation seasons (respectively 64.5 and 80.5% of ALT) and an excessive amount in 2022-23 (132% of ALT). The conditions of the 2020-21 in terms of the amount of precipitation (102.2% before ALT) were close to the average long-term.

Table 1

Average monthly values of air temperature (°C) and amount of precipitation (mm) during the period of research, 2019-20–2022-23

Growing season	Month												Indicator	
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII		
Air temperature, °C													Average, °C	± to ALT*
2019-20	20.4	15.8	11	4.8	2.8	0.8	2.4	6.6	9.5	12.8	21.7	21.7	10.9	+2.6
2020-21	21.1	18.6	13.3	3.8	-0.3	-2.3	-4.7	2.3	7.7	14.5	20.2	23.3	9.8	+1.5
2021-22	20.5	13.2	7.6	4.8	-1.1	-1.2	1.7	2.3	8.4	14.6	20.7	20.4	9.3	+1.0
2022-23	21.6	12.9	8.2	3.8	0.2	-0.1	-0.5	5.2	9.3	15.5	19.7	20.9	9.7	+1.4
ALT	19.6	14.5	8.3	2.3	-2.2	-4.4	-3.4	1.5	9.1	15.3	18.7	20.2	8.3	-
Precipitation, mm													Sum, mm	% of ALT
2019-20	10	12	7	17	37	20	40	15	48	92	57	21	376	64
2020-21	8	21	22	28	38	57	49	28	47	87	100	111	596	102
2021-22	88	19	18	26	63	23	9	11	86	29	42	55	469	80
2022-23	88	118	30	81	43	11	28	45	85	21	39	184	773	132
ALT	59	51	34	40	43	36	31	34	44	52	79	81	584	-

Note: ALT, the average long-term value for 1980–2019.

It should be noted the significant influence of growing weather conditions on yield and grain quality indicators of winter wheat, as well as on the variability of correlation coefficients between yield and grain quality indicators in the years of the study (Table 2). During the four years of the

study, positive statistically significant correlations of yield were found only with the 1000 kernel weight (r = 0.17–0.46). Reliable positive relationships of yield with varying strength were obtained with the test weight (r = 0.38–0.61) and grain vitreous (r = 0.25–0.51) in three years; with protein content (r = 0.30–0.49), sedimentation value (r = 0.14–0.40), wet gluten content (r = 0.31–0.59), gluten deformation index (r = 0.35–0.37) and water absorption capacity of flour (r = 0.19–0.41) in two years. Under different growing season conditions, the relationship between yield and bread quality indicators was noted to be unequal in strength and direction. Negative statistically significant relationships of yield with deformation energy (r = -0.31), dough tenacity (r = -0.28) and dough elasticity index (r = -0.23) were revealed in one of the years, namely in 2019-20, in other years these relationships were insignificant.

O. Yu. Leonov et al. [13] and S. Khazratkulova et al. [14] also observed significant variability of the correlations of yield with grain quality indicators depending on the hydrothermal conditions of the year and the soil-climatic zone of cultivation. According to the results of research by M. I. Ullah [6], direct correlations of yield with the 1000 kernel weight were also found. In literary sources, the issue of combining in one wheat genotype a higher level of yield with a simultaneous increase in protein and gluten content remains debatable. Although individual studies indicate the possibility of this combination [15], however, the majority of scientific works show inverse relationships between yield and grain protein content [16, 17].

Table 2

Correlation coefficients between yield and grain quality indicators of *Triticum aestivum* L. in the years of the study ($p \leq 0.05$)

Growing season	TKW	TW	VT	PC	SE	WGC	GID	W	P/L	P	Ie	WA	VB	PB	BE
2019-20	0.17	0.39	ns	ns	ns	ns	0.35	-0.31	-0.20	-0.28	-0.23	ns	0.22	0.24	ns
2020-21	0.19	ns	0.25	0.30	ns	0.31	ns	ns	-0.16	ns	ns	0.19	-0.32	-0.28	-0.26
2021-22	0.46	0.61	0.51	ns	0.14	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2022-23	0.41	0.38	0.40	0.49	0.40	0.59	0.37	ns	ns	ns	ns	0.41	-0.17	-0.16	-0.19

Note: TKW – 1000 kernel weight, TW – test weight, VT – grain vitreous, PC – protein content, SE – sedimentation value, WGC – wet gluten content, GDI – gluten deformation index, W – deformation energy, P/L – alveogram configuration ratio, P – dough tenacity, Ie – dough elasticity index, WA – water absorption of flour, VB – volume of bread, PB – porosity of bread crumb, BE – bread evaluation score, ns – non-significant relationship.

According to the results of our previous studies [18] and other scientists [19], it was established that the strength and direction of the relationship between traits depends not only on the growing conditions, but also on the genotype. Therefore, correlation coefficients between yield and grain quality indicators were calculated for all varieties and breeding lines of winter wheat.

Varieties and breeding lines of winter wheat with stable direct correlation coefficients between yield and individual grain quality indicators over the years have been singled out (Fig. 1). Namely, reliable direct correlations of yield with the 1000 kernel weight over four years were found in the G7 MIP Aelita variety (r = 0.24–0.48) and the breeding line G11 Lutescens 37548 (r = 0.13–0.90) ; with test weight – in varieties G3 MIP Yuvileina (r = 0.38–0.64), G6 MIP Feeriia (r = 0.45–0.67), G9 MIP Darunok (r = 0.15–0.71) and breeding line G12 Lutescens 60049 (r = 0.18–0.74); with grain vitreous – in varieties G5 MIP Roksolana (r = 0.13–0.55), G6 MIP Feeriia (r = 0.24–0.72) and breeding line G14 Lutescens 60400 (r = 0.14–0, 77); with protein content – in varieties G1 Podolianka (r = 0.16–0.61), G2 MIP Fortuna (r = 0.28–0.84), G5 MIP Roksolana (r = 0.35–0.59), G6 MIP Feeriia (r = 0.15–0.65), G9 MIP Darunok (r = 0.13–0.83), G10 MIP Dovira (r = 0.26–0.57); with deformation energy – in the variety G9 MIP Darunok (r = 0.13–0.71) and the breeding line G12 Lutescens 60049 (r = 0.31–0.45); with a sedimentation value – in varieties G1 Podolianka (r = 0.18–0.76), G2 MIP Yuvileina (r = 0.25–0.65), G6 MIP Feeriia (r = 0.14–0.49),

G10 MIP Dovira (r = 0.13–0.50); with wet gluten content – in varieties G1 Podolianka (r = 0.22–0.69), G2 MIP Fortuna (r = 0.29–0.86), G5 MIP Roksolana (r = 0.32–0.83), G6 MIP Feeriia (r = 0.19–0.55), G8 MIP Vidznaka (r = 0.35–0.63), G9 MIP Darunok (r = 0.19–0.76), G10 MIP Dovira (r = 0.15–0.60); with dough tenacity – in the selection line G12 Lutescens 60049 (r = 0.15–0.66); with the water absorption capacity of flour – in the varieties G7 MIP Aelita (r = 0.23–0.59), G9 MIP Darunok (r = 0.40–0.82), G10 MIP Dovira (r = 0.13–0.52). Therefore, a number of varieties and breeding lines have been created and selected today, which combine a higher level of yield with the corresponding high grain quality indicators in one genotype. Such genotypes are valuable breeding material for use in the breeding process when creating new starting material.

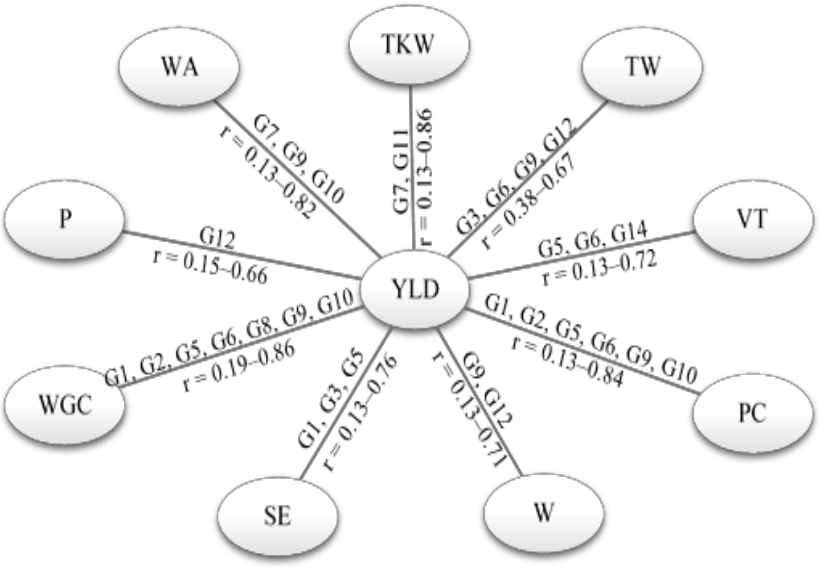


Figure 1. Stable for 2019-20–2022-23, direct statistically significant relationships between yield and grain quality indicators for genotypes of *Triticum aestivum* L.

Note: TKW – 1000 kernel weight, TW – test weight, VT – grain vitreous, PC – protein content, W – deformation energy, SE – sedimentation value, WGC – wet gluten content, P – dough tenacity, WA – water absorption of flour, G1 - Podolianka , G2 – MIP Fortuna, G3 – MIP Yuvileina, G5 – MIP Roksolana, G6 – MIP Feieriia, G7 – MIP Aelita, G8 – MIP Vidznaka, G9 – MIP Darunok, G10 – MIP Dovira, G11 – Lutescens 37548, G12 – Lutescens 60049.

Conclusions

Direct and inverse statistically significant relationships of varying strength (-0.31 < r < 0.61) of yield with grain quality indicators of *Triticum aestivum* L. were found. Reliable direct relationships of yield with 1000 kernel weight (r = 0.17– 0.46) were obtained in four years of the study; with test weight (r = 0.38–0.61) and grain vitreous (r = 0.25–0.51) in three years; with protein content (r = 0.30–0.49), sedimentation value (r = 0.14–0.40), wet gluten content (r = 0.31–0.59), gluten deformation index (r = 0.35–0.37), and water absorption capacity of flour (r = 0.19–0.41) in two years.

Varieties and breeding lines of *Triticum aestivum* L. with stable over the years and statistically significant direct correlations of yield with quality indicators were selected, as follows: with 1000 kernel weight G7 MIP Aelita, G11 Lutescens 37548; with test weight G3 MIP Yuvileina, G6 MIP Feeriia, G9 MIP Darunok, G12 Lutescens 60049; with grain vitreous G5 MIP Roksolana, G6 MIP Feeriia, G14 Lutescens 60400; with protein content G1 Podolianka, G2 MIP Fortuna, G5 MIP Roksolana, G6 MIP Feeriia, G9 MIP Darunok, G10 MIP Dovira; with deformation energy G9 MIP Darunok, G12 Lutescens 60049; with sedimentation value G1 Podolianka, G2 MIP Yuvileina, G6 MIP Feeriia, G10 MIP Dovira; with wet gluten content G1 Podolianka, G2 MIP Fortuna, G5 MIP Roksolana, G6 MIP Feeriia, G8 MIP Vidznaka, G9 MIP Darunok, G10 MIP Dovira; with

dough tenacity G12 Lutescens 60049; with water absorption capacity of flour G7 MIP Aelita, G9 MIP Darunok, G10 MIP Dovira. Thus, the identified genotypes of *Triticum aestivum* L. should be used in practical breeding to create competitive varieties of winter bread wheat.

References

1. Ibrahem, N. T. (2023). A climate-crop-spectral approach for wheat adaptation with climate changes in the arid and semiarid regions. In: R. O. WANYERA, M. WAMALWA (Eds). *Wheat*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.109477
2. Zahra, S. T., Tariq, M., Abdullah, M., Azeem, F., Ashraf, M. A. (2023). Dominance of *Bacillus* species in the wheat (*Triticum aestivum* L.) rhizosphere and their plant growth promoting potential under salt stress conditions. In: *PeerJ*., *11*, Article e14621. doi: 10.7717/peerj.14621
3. Kryzhanovskiy, V. G. (2022). Peculiarities of grain quality formation of winter wheat varieties in the Right Bank Forest Steppe. In: *Scientific Reports of NULES of Ukraine, 1*(95). doi: 10.31548/dopovidi2022.01.008 [In Ukrainian]
4. Jaisi, S., Thapa, A., Poudel, M. R. (2021). Study of correlation coefficient and path analysis among yield parameters of wheat: a review. In: *INWASCON Technology Magazine*, *3*, 01–04. doi: 10.26480/itechmag.03.2021.01.04
5. Fanin, Ya. S., Litvinenko, M. A. (2023). Yield and elements of plant productivity in modern domestic and foreign varieties of winter durum wheat. In: *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*, *38*, 70–77. doi: 10.37406/2706-9052-2023-1.10 [In Ukrainian]
6. Ullah, M. I. (2021). Grain yield and correlated traits of bread wheat lines: Implications for yield improvement. In: *Saudi Journal of Biological Sciences*, *28*(10), 5714–5719. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.06.006
7. Haleem, A., Hassan, G., Iqbal, A. et al. (2022). Genetic variability and correlation analysis in F_2 wheat populations. *Sarhad Journal of Agriculture*, *38*(2), 398–408. doi: 10.17582/journal.sja/2022/38.2.398.408
8. Orlyuk, A. P. (2012). Genotypic correlations between productivity and component characters of soft winter wheat under different environmental conditions. In: *Taurida Scientific Herald*, *78*, 62–71. [In Ukrainian]
9. Kadam, D. J., Karwar, S. H., Jadhav, P. S. (2022). Correlation analysis for different characteristics in wheat. *The Pharma Innovation Journal*, *11*(1), 98–100.
10. Siroshtan, A. A., Kavunets, V. P. (Eds). (2019). Production of pre-basic, basic and certified winter and spring wheat seeds. Myronivka: N. p. [In Ukrainian]
11. Ukrainian Institute for Plant Variety Examination (2016). Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part (4th ed., rev.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
12. Tkachyk, S. (Ed). (2017). Technological assessment of crop production of varieties of agricultural species. *Methodology for the qualification examination of plant varieties. Methods of determining plant production quality indicators* (3rd ed., rev. and enl.) (pp. 5–64). Vinnytsia: FOP Korzun D. [In Ukrainian]
13. Leonov, O. Yu., Usova, Z. V., Buryak, L. I., Padalka, O. I., Yarosh, A. V. (2016). Variability of bread wheat grain quality parameters in relation to weather conditions. In: *Collected scientific articles of PBGI–NCSCI*, *27*(67), 141–155 [In Ukrainian]
14. Khazratkulova, S., Sharma, R. C., Amanov, A. et al. (2015). Genotype × environment interaction and stability of grain yield and selected quality traits in winter wheat in Central Asia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *39*(6), 920–929. doi: 10.3906/tar-1501-24
15. Tsenov, N., Gubatov, T., Yanchev, I. (2022). Evaluation of heritability and genetic advance of some quality parameters in common wheat (*Triticum aestivum* L.) under genotype by environmental interaction. In: *Agricultural Science and Technology*, *14*(2), 12–26. doi: 10.15547/ast.2022.02.015

16. Rathod, S. T., Pole, S. P., Gawande, S. M. (2019). Correlation and path analysis for quality and yield contributing traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). In: *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *8*(6), 456–461. doi: 10.20546/ijcmas.2019.806.051
17. Öztürk, I. (2022). Assessment of environment effect on yield component in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under rainfed conditions. In: *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, *30*, 6–14. doi: 10.47414/np.30.2022.268939
18. Pravdziva, I. V., Vasylenko, N. V., Khoroshko, N. M. (2023). Interrelationships between yield and grain quality indicators of varieties and breeding lines of *Triticum aestivum* L. In: *Plant Varieties Studying and Protection*, *19*(4), 216–224. doi: 10.21498/2518-1017.19.4.2023.291222
19. Liubych, V. V., Novikov, V. V., Leshchenko, I. A. (2020). Technological properties of grain of different wheat types depending on the genotype. In: *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*, *144*, 63–69. doi: 10.32851/2226-0099.2020.114.9 [In Ukrainian]

UDC: 575.222.7:635.63(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.48

MANIFESTATION OF HETEROSIS IN CUCUMBER F_1 HYBRIDS ACCORDING TO YIELD INDICATORS IN THE FOREST-STEPPE CONDITIONS OF UKRAINE

Serhiienko Oksana*, *https://orcid.org/0000-0002-2754-306X*
Solodovnyk Lina, *https://orcid.org/0000-0002-1196-8709*
Harbovska Tetiana, *https://orcid.org/0000-0001-6434-0109*
Radchenko Larisa, *https://orcid.org/0000-0003-1389-8211*
Institute of Vegetable and Melon Growing of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Kharkiv region, Ukraine
**e-mail: oksana.sergienko71@ukr.net, ovoch.iob@gmail.com*

Summary. The conducted research evaluated the effect of heterosis and the degree of dominance of promising hybrid combinations of cucumber. Twenty-eight hybrid combinations were analyzed for four yield traits: total and marketable yield, yield in the first decade of fruiting, marketable percentage, and average fruit weight. It was established that the effect of heterosis varied depending on the combination of crossing and the investigated trait. The trend of a positive relationship between the values of heterosis and the degree of dominance was revealed: an increase in the degree of dominance was accompanied by an increase in the effect of heterosis. The highest heterosis effect was noted in F_1 hybrid combinations: RD 96 2-95 × Fen, Mag 62 × RD 96 2-95, Toma-18 × Fora, BD 96-18 × Fen, Ivol D 96 × Fen, Ivol D 96 × Toma-18, Kozyr. Card × Mag-62. These hybrid combinations are a valuable breeding material for increasing yield.

Keywords: cucumber, hybrid combinations, yield, heterosis, degree of dominance.

Introduction

Among the assortment of vegetables grown in Ukraine, a special place is occupied by the cucumber (*Cucumis sativus* L.). Its wide distribution is explained by its nutritional value, high dietary and medicinal properties, and its extensive use in the processing and cosmetic industries [1]. Cucumber contains many important vitamins and minerals, such as vitamin C, potassium, and magnesium, making it an important component of a healthy diet. In addition, cucumber has a low calorie content, which makes it popular among consumers.

For each vegetable crop, including cucumbers, it is necessary to have a variety of genetic material, thanks to which it will be possible to satisfy the needs of the population. The need for genetic diversity is also important for adapting to changing climate conditions and fighting new pests and diseases.

Heterosis, or hybrid vigor, plays an important role in the genetic and physiological aspects of controlling and increasing the adaptive and productive potential of agricultural plants. This phenomenon is characterized by the fact that hybrids obtained as a result of crossing different varieties or lines show higher productivity and stability compared to the parental forms. This diversity is the basis for adaptation to different environmental conditions and is key to resistance to diseases, pests and other stressors. F_1 heterozygous hybrids are widely grown in open and sheltered soil [2].

In Ukraine, the Institute of Vegetable and Melon Growing is the main institution that carries out the primary selection work with cucumbers. Researchers note that one of the priority directions in cucumber breeding is the creation of heterozygous hybrids, which, together with varieties, provide an increase in yield of 15–40% or more, and are characterized by increased yield and resistance to major diseases, as well as biotic and abiotic environmental factors [3].

The development of heterosis selection of cucumber, both in Ukraine and abroad , is an extremely relevant direction that contributes to increasing the productivity of agricultural production, ensuring the stability of crops , and meeting the needs of the population for high-quality and safe food products. Innovative approaches in cucumber breeding allow not only for an increase in yield and improvement in the quality of products, but also contribute to the economic development of the agricultural sector of the country.

The objective of the study is to determine the effect of heterosis in promising F_1 cucumber hybrids based on valuable economic traits for cultivation in the open grounds of the Forest-Steppe of Ukraine.

Materials and methods

The research was carried out at the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Agrarian Academy of Sciences of Ukraine, which is located in the Left Bank Forest Steppe in the central medium-humid area of the Kharkiv Region, at an altitude of 105 m above sea level, at 49°46'42" north latitude and 36°01'37" east longitude. The climate of the region is moderately continental.

The research was conducted during 2021-2023 in field conditions. The soil of the experimental plots is a typical low-humus heavy loamy chernozem. Breeding work was carried out using the method of synthetic selection with the use of intervarietal hybridization followed by individual selection. Twenty-eight collection varieties and lines of our own selection of cucumber served as material.

The assessment of plants according to the complex of signs was conducted in accordance with the "Methodology of the State Varietal Testing of Agricultural Crops" [4]. The fruits were collected at technical maturity according to the requirements of the DSTU 3247-95 [5]. The obtained experimental data were processed using the method of dispersion analysis of variance with the help of R. Fisher [5] and the "Statistica 6.0" program.

The magnitude of the heterosis effect (X) was calculated using the formula [7]:

$$X = (F_1 / [(P_1 + P_2) / 2]) * 100$$

where: F_1 is the value of the hybrid trait; P_1 is the value of the feature of the mother form; P_2 is the value of the characteristic of the parent form.

The degree of dominance was determined by the formula Beil G.M. i Atkins R.E. [8]:

$$h_p = (XF_1 - X_{MP}) / (X_P - X_{MP}),$$

where: XF_1 is the average value of the hybrid trait; X_{MR} is the average value of the indicator of both parental forms; X_R is the average value of the parental form with a higher rate.

Grouping of the received data was carried out according to the classification:

positive over dominance ($h_p > + 1$) (positive heterosis); positive dominance ($+0.5 < h_p \leq +1$); intermediate inheritance ($-0.5 \leq h_p \leq 0.5$); negative dominance ($-1 \leq h_p < -0.5$); negative over dominance ($h_p < -1$).

Results and discussion

In the course of the work, it was established that for the successful creation of cucumber hybrids, it is necessary to attract a new source material that is characterized by high productivity. Breeding to increase the yield of cucumber fruits and their structural elements is an important task in the breeding program of this crop.

According to the research results, the total yield of F_1 hybrids ranged from 18.5 to 49.0 t/ha. The significantly highest yield was formed by six F_1 hybrids: RD 96 2-95 × Fen (49.0 t/ha), Mag-62 × RD 96 2-95 (46.3 t/ha), BD 96-18 × Fen (43.8 t/ha), Ivol D 96 × Fen (44.3 t/ha), Ivol D 96 × Toma-18 (40.3 t/ha), Kozyr. Card × Mag-62 (45.2 t/ha), which exceeded the Atlantis F_1 (St) standard (35.8 t/ha) by 21–37%. It was noted that consistently high yield was formed by F_1 hybrids that used the Fen line as the parental form (Table 1). Six F_1 hybrids were most important in terms of "marketable yield": RD 96 2-95 × Fen (44.6 t/ha), Mag-62 × RD 96 2-95 (44.9 t/ha), BD 96-18 × Fen (41.3 t/ha), Ivol D 96×Fen (41.4 t/ha), Ivol D 96 ×Toma-18 (38.9 t/ha), Kozyr. Card×Mag-62

(40.9 t/ha). The excess over the standard is 10–26%. Three F_1 hybrids had the highest yield rates for the first decade of fruiting: Mag-62 × RD 96 2-95 (18.5 t/ha), Ivol D 96 × Toma-18 (18.2 t/ha), Kozyr. Card × Mag-62 (19.9 t/ha), exceeding the standard (15.5 t/ha) by 19–28%. It was found that, in terms of marketability, none of the studied hybrid combinations exceeded the standards, and the average weight of the marketable fruit varied between 55 and 82 g.

The effect of heterosis is due to the non-additive effect of genes that determine a quantitative trait, in particular dominance, and depends on differences in the allele frequencies of these genes in the original forms. In this regard, the study of the value of heterosis is important when evaluating F_1 hybrids in order to select combinations with the greatest number of valuable economic traits.

Based on the results of research on the "total yield" trait, it was determined that five F_1 hybrids were identified with the effect of heterosis X ≤ 100%: Mag-62 × Dzherelo (X = 94%), BD 96-18 × Dzherelo (86%), SD 96-16 × Mag-62 (90%), Ivol D 96 × BD 96-18 (91%), Ivol D 96 × Dzherelo (87%). Five F_1 hybrids with a higher range of heterosis effect X ≥ 160% were selected (RD 96 2-95 × Fen, Mag-62 × RD 96 2-95, BD 96-18 × Fen, Toma-18 × Fora, Kozyr. Card × Mag-62). In the remaining hybrids, heterosis was observed in the range of 100–140% (Table 1).

Table 1

Effect of heterosis (X) on economically valuable traits of hybrids of the first-generation cucumber hybrids (F_1), average 2021–2023

The hybrid combination	Yield, t/ha				Yield for the first decade of fruiting, t/ha		Marketability, %		Average weight of one fruit, g	
	total		Marketable							
	F_1	X	F_1	X	F_1	X	F_1	X	F_1	X
Atlantis F_1 (St)	35,8	-	35,4	-	15,5	-	98	-	78,0	-
RD 96-18 × Fen	49,0	249	44,6	247	13,8	199	91	99	73,0	112
RD 96 2-95 × Toma-18	29,9	144	28,2	155	14,6	215	95	107	64,0	121
RD 96 2-95 × Dzherelo	24,9	117	17,8	87	12,7	180	91	94	55,0	77
RD 96 2-95 × Heim	21,9	136	20,9	135	9,8	190	94	102	63,0	96
RD 96 2-95 × Kozyr. Card	23,4	138	21,2	131	12,5	140	91	95	62,0	135
Mag-62 × RD 96 2-95	46,3	224	44,9	225	18,5	226	97	101	70,0	122
Mag-62 × Toma-18	32,6	150	27,4	144	11,6	127	84	97	64,0	106
Mag-62 × Dzherelo	21,0	94	17,8	83	5,7	52	95	90	66,0	112
Mag-62 × Heim	25,4	148	25,0	153	9,9	199	99	107	73,0	115
BD 96-18 × Toma-18	26,7	118	25,4	129	9,9	108	95	110	63,0	100
BD 96-18 × Fen	43,8	202	41,3	211	13,9	149	95	106	67,0	90
BD 96-18 × Dzherelo	20,1	86	18,9	86	8,0	85	94	99	69,0	96
BD 96-18 × Heim	18,5	102	17,4	103	9,1	121	94	102	70,0	106
SD 96-16 × Fen	33,6	137	32,2	142	9,9	96	96	105	73,0	97
SD 96-16 × Mag-62	23,0	90	20,3	82	9,6	83	88	92	77,0	114
SD 96-16 × Toma-18	28,3	111	25,9	113	13,3	130	91	103	82,0	130
Toma-18 × BD 96-18	30,8	136	28,1	143	15,8	172	91	105	76,0	122
Toma-18 × Dzherelo	32,4	145	29,6	151	7,9	82	92	106	72,0	111
Toma-18 × Heim	21,8	127	20,6	142	7,2	119	96	112	66,0	112
Toma-18 × Fora	33,2	164	31,6	180	13,7	175	95	108	80,0	115
Toma-18 × Mag-62	24,7	114	25,8	135	10,7	118	93	107	73,0	121
Ivol D 96 × BD 96-18	25,5	91	24,5	96	7,4	64	96	104	63,0	85
Ivol D 96 × Dzherelo	24,1	87	23,2	91	12,2	101	96	104	66,0	86
Ivol D 96 × Toma-18	40,3	148	38,9	168	18,2	179	97	115	74,0	110
Goal. hybrid × Fen	27,8	138	25,9	146	11,8	158	93	106	61,0	94
Kozyr. Card × Toma-18	26,7	148	25,0	164	10,6	108	94	109	66,0	103
Kozyr. Card × Mag-62	45,8	255	40,9	239	19,9	177	89	94	64,0	120
Kozyr. Card × RD 96 2-95	22,4	133	17,8	110	12,5	140	80	83	60,0	130

Seven F_1 hybrids with a higher range of X ≥160% heterosis effect were identified for the "marketable yield" trait (RD 96 2-95 × Fen, Mag-62 × RD 96 2-95, BD 96-18 × Fen, Toma-18 × Fora, Ivol D 96 × Toma-18, Kozyr. Card × Toma-18, Kozyr. Card × Mag-62). Six F_1 hybrids with heterosis effect X ≤ 100% were identified. In the remaining hybrids, heterosis was observed in the range of 100–140%.

The value of the indicator of the heterosis effect X ≤ 100% according to the characteristic "yield for the first decade of fruiting" is observed in four F_1 hybrids, while ten F_1 hybrids fall within the range of 100–140%. In the remaining hybrids, heterosis X ≤ 140% was observed.

According to the trait "marketability", the effect of heterosis in the range of 83–115% was found in hybrid combinations. Nine F_1 hybrids were noted with the effect of heterosis X ≤ 100%: RD 96-18 × Fen, RD 96 2-95 × Dzherelo, RD 96 2-95 × Kozyr. Card, Mag-62 × Toma-18, Mag-62 × Dzherelo, BD 96-18 × Dzherelo, SD 96-16 × Mag-62, Kozyr. Card × Mag-62, Kozyr. Card × RD 96 2-95.

According to the characteristic "average weight of one fruit", the effect of heterosis was revealed in the range of 77–135%. Eighteen hybrid combinations were noted with the effect of heterosis X >100%.

An analysis of the degree of dominance was carried out in order to obtain information about the nature of imitation of valuable economic traits (Table 2). It was established that according to the signs of "total", "marketable" yield and "yield for the first decade of fruiting", positive over dominance is characteristic of 71.4%, 67.8%, and 60.7% of hybrid combinations, respectively. Positive dominance and over dominance with imitation of the marketability of the fruit were manifested in 28.5%. The average weight of the fruit also exceeded imitation by the type of over dominance (39.2%). Positive over dominance (heterosis) is characteristic of most hybrid combinations of cucumber.

Table 2

The degree of dominance of valuable economic traits in cucumber hybrids (%), average 2021–2023

Variant	Parameter	hp<-1	-1 ≤ hp < -0,5	-0,5 ≤ hp ≤+0.5	+0.5 ≤ hp ≤+1	+1 ≤ hp
Total yield	number of genotypes	2	3	1	2	20
	%	7,0	10,7	3,5	7,0	71,4
Marketable yield	number of genotypes	4	1	2	2	19
	%	14,2	3,5	7,0	7,0	67,8
Yield for the first decade of fruiting	number of genotypes	4	1	5	1	17
	%	14,2	3,5	17,8	3,5	60,7
Marketability	number of genotypes	7	-	5	8	8
	%	25,0	0,0	17,8	28,5	28,5
Average weight of one fruit	number of genotypes	5	1	4	7	11
	%	17,8	3,5	14,2	25,0	39,2

Conclusions

The analysis of the results showed that the greatest heterosis according to the investigated traits was observed in combinations using the Fen, Toma-18, and RD 96 2-95 lines. Several F_1 hybrid combinations were selected, such as RD 96 2-95 × Fen, Mag-62 × RD 96 2-95, Toma-18 × Fora, BD 96-18 × Fen, Ivol D 96 × Fen, Ivol D 96 × Toma-18, Kozyr. Card × Mag-62, which are of practical interest for further breeding work.

Different types of phenotypic dominance were established for the main valuable economic traits (total yield, marketable yield, yield for the first decade of fruiting, marketability, average weight of one fruit) from positive dominance to depression.

Acknowledgements. The research was carried out as part of the project 20.00.01.06. Ф „*Development of methodical approaches for the use of lines resistant to stress factors of the external environment and the creation of a tolerant heterosis hybrid of cucumber with high adaptive capacity*", financedby the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

References

1. Shah K.N., Rana D.K., Singh V. (2016) Evalution of different cucumber strain for various horticultural traits under valley condition of Garhwal Himalaya. In: *J. Plant Dev. Sci*. 8 (12). P. 599–603.
2. Tusar R.S., Singh D.K. (2020) Exploitation of heterosis in cucumber for earliness, yield and yield contributing traits under protected structure. In: *International Journal of Chemical Studies*, 8 (1). P. 918–925. https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i11.8367
3. Serhiienko O.V., Solodovnyk L.D. (2020) Minlyvist oznak skladovykh urozhainosti pry vyprobuvanni selektsiinykh novatsii ohirka [Variability of signs of yield components when testing cucumber breeding innovations]. In: *Teoretychni i praktychni aspekty rozvytku haluzi ovochivnytstva v suchasnykh umovakh*: materialy III mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (23 lypnia 2020 r., sel. Selektsiine Kharkivska obl.) / Instytut ovochivnytstva i bashtannytstva NAAN. T. 1. P. 151.
4. Volkodav V.V. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology of the State Varietal Testing of Agricultural Crops]. Kyiv, 2001. PP. 22–23.
5. DSTU 3247-95 Ohirky svizhi. Tekhnichni umovy [Cucumbers are fresh. Technical conditions]. [Chynyi vid 1997-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv, 1996. 17 p.
6. Daskalov Kh., Mykhov A., Mynkov N. Heterozys y eho yspolzovanye v ovoshchevodstve [Heterosis and its use in vegetable growing]: Per. s bolh. Moskva, 1978. 310 p.
7. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi, 2006. 354 p.
8. Beil G.M., Atkins R.E. (1965) Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. In: *Iowa State Journal*, 39(3).

UDC: 57.085.2:633.111:633.16:581.2 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.49

EFFICIENCY OF *IN VITRO* ANDROGENESIS IN ANTHER CULTURE OF BREAD WINTER WHEAT (2021-2023)

Shestopal Oksana*, https://orcid.org/0000-0002-2987-9712*
Zambriborshch Iryna*, *https://orcid.org/0000-0003-2430-3690*
Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, Odessa,Ukraine,
**e-mail: izambriborsh@gmail.com*

Summary. Androgenesis *in vitro* in the anther culture of 105 genotypes of soft winter wheat of different genetic origin was studied. Differences regarding the frequency of callusogenesis induction (from 0.17 to 21.25 percent of planted anthers) and the ability to regenerate plants (from 0 to 4.94 percent of planted anthers) were found. The dihaploid lines in anther culturefor almost 50% of the studied genotypes were obtained. Spontaneous diploidization averaged 33.73 % of the obtained regenerants. 168 dihaploid lines of bread winter wheat were obtained.

Keywords: dihaploids, wheat, androgenesis in vitro, callus, regeneration.

Introduction

Conventional crossbreeding programs were the dominant tool in wheat breeding until recently. Modern biotechnological methods make it possible to increase the efficiency of selection and speed up the selection process. These methods include *in vitro* androgenesis (anther culture) and remote crosses. Anther culture has many advantages for cultivated plant researchers. One of the most important advantages is obtaining a homozygous line within one generation. The rapid spread of doubled haploid (DH) lines provides an opportunity for rapid selection of recessive alleles. Also, DH makes it possible to obtain new forms of wheat, resistant to various adverse factors, in the shortest possible time and without the use of large sown areas [5, 10, 13, 18, 19]. In addition, *in vitro* anther culture can be further combined with other valuable biotechnological methods such as marker-assisted selection (MAS), QTL analyses, genetic transformation or induced mutation to achieve desired selection and research goals [4, 12, 14, 15, 17].

The efficiency of obtaining dihaploid lines in the culture of bread wheat anthers strongly depends on the genotype, which does not make it possible to ensure predictability of results when working with any genotype. All this prompts researchers to search for possible activation of morphogenetic competence in in vitro conditions [5, 7-10].

The aim of the research was to evaluate the effectiveness of single stages of androgenesis for the creation of homozygous dihaploid lines of bread winter wheat in the anther culture *in vitro*.

Materials and methods

Research material was provided by the Department of Wheat Breeding and Seed Production, the Department of Wheat Breeding and the Department of Phytopathology of the National Institute of Entomology of the PBGI-NCNS. 105 selection samples (varieties, parental selection lines, F_1 hybrids and F_4, F_8 populations) were used to obtain dihaploid lines of bread winter wheat. This material were obtained according to two breeding directions: 1) – it is characterized by complex resistance to brown and stem rust [2, 3], and 2) – it is the result of a breeding program for obtaining high-protein wheat genotypes:

2021 year: 43 breeding samples of various origins, distinguished by resistance to brown and stem rust; 2022 year: 25 breeding samples (11 parental lines and 14 F_1 hybrids) distinguished by resistance to brown and stem rust; 13 breeding hybrids of various origins, which are the result of a

selection program for obtaining high-protein genotypes from crosses of wheat with stable forms, carriers of the GPC-B1 gene: from *Aegilops tauschii* (line 3238;) and from *Triticum dicoccoidles* (lines 9225; 9300), with subsequent selection and saturating crosses). 2023 year: 13 breeding lines with increased protein content; a line carrying the GPC-B1 gene; 5 F_1 hybrids: Kuyalnik x GPC-B1, Optima x GPC-B1, Kantata x GPC-B1, Er.261 x 1944-1, Er.261 x 1944-2; and three F8 populations under № 800, 900, 1001, obtained from the crossing of Odeska 267 bread winter wheat with original amphiploids (2n=42, AABBStSt), previously isolated from the combination – *T. durum* "Chornomor" x *Elytricum fertile* (material provided leader researcher of General and Molecular Genetics, Ph.D. Ivan Motsnyi.

As a method for obtaining doubled haploids (DH) of wheat, *in vitro* culture of isolated anthers was used. Donor plants of winter bread wheat were grown in paddy fields at the experimental plots of the PBGI-NCSCI in Odesa, Ukraine. The ears were cut when vacuolated microspores of most of the anthers were in the early and middle-late uninucleate stage. The cytological control of the development stage of microspores in anthers was conducted by preparing temporary micropreparations of anthers stained with acetocarmine (4%) under a light microscope (Axiophot, Opton, West Germany). The cut ears in the covering leaf were placed in water solution of abscisic acid (ABA) at a concentration 0.5 mg L^{-1}, wrapped with film, and placed in a climate chamber at the temperature of +2–4°C for 3–5 days.

Sterilization was carried out as follows: spikes were freed from the covering leaves, cut off the awns and placed in Petri dishes with a diameter of 150 mm; dishes were poured over with a solution of the commercial product Bilyzna (including sodium hypochlorite (NaOCl), active chlorine and alkalis) for 40 minutes and then drained. Further, the Petri dishes with spikes were filled with 0.05 N HCl (hydrogen chloride) solution for 10 minutes, after which they were washed five times with sterile distilled water.

Anthers were isolated aseptically in laminar box conditions and were cultured on the hard 190-2 nutrient medium, which 10 ml mowed in test tube (ø = 15 mm, h = 200 mm) and exposed to the dark at +30°C first three days and further at +24°C for callus induction. For each combination, 600-700 anthers were explanted in three replicates. The 190-2 nutrient medium was supplemented with 90 g L^{-1} of sucrose, 400 mg L^{-1} L-glutamine, 400 mg L^{-1} L-proline, 100 mg L^{-1} myo-inositol, 3 g L^{-1} gelrite and different phytohormones: 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) 1.5 mg L^{-1} and kinetin 0.5 mg L^{-1} [19]. Subsequently, after 3–6 weeks of cultivation, formed ELS on surface of the anthers (1–2 mm in size) were transferred to the proliferation and regeneration Murashige and Skoog (MS1) basal medium with addition of 0.2 mg L−1 2,4-D, 0.5 mg L−1 kinetin, 200 mg L−1 L-glutamine, 200 mg L−1 L-proline, 100 mg L−1 myo-inositol, 6 g L−1 agar (Agar Plant tissue culture grade, AppliChem) and 60 mg L−1 sucrose [6, 10] and cultivated in the dark for 21 days at 24 ± 2°C before the emergence of regeneration centers. Subsequently, the calli or embryo-like structures (ELS) were transplanted to enhance the regeneration of green plants on MS2 medium with the 0.5 mg L−1 gibberellic acid and 25 mg L−1 malic acid, 1 g L−1 potato starch (Sigma), 30 mg L−1 sucrose, 6 g L−1 agar and were cultivated 2-3 weeks at 10 - 12°C, of 16-hour photoperiod, 2500 - 3000 lux.

Regenerants of green plantlets formed on ELS were transplanted into glass jars (200 ml) to the ½ MS hormone-free basal medium for rooting. The developed plantlets were acclimatized and transplanted into a greenhouse for further vernalization (45 days), growth to seed and evaluation. The ploidy level of the regenerated DH plants was also evaluated by fertilisation analysis.

For each genotype, the following parameters of in vitro androgenesis were determined: the number of the induction of the androgenic callus, i.e. embryo-like structures (ELS), green plantlets (GP) per 100 anthers. Also, we were determinated the acclimatized plantlets per 100 regenerated green plantlets (ADP/100GP), and the doubled haploid plants per 100 acclimatized plantlets (DH/100ADP) [20],

The evaluation of the obtained data of the androgenic parameters was carried out by the methods of statistical research [1] using software *Excel*.

Results and discussions

This paper presents the results of the work of the tissue culture laboratory from 2021 to 2023 [11, 20] regarding the study of 105 genotypes of winter bread wheat in the in vitro culture of anthers, most of which had an unknown sensitivity to androgenesis *in vitro* (Table 1). Stabilization of genetically unstable breeding material with specific marker traits, which is the result of crossing wheat with introgressive lines (obtained on the basis of crossings with wild relatives) is an urgent task of biotechnology today.

Table 1

Efficiency of the haploproduction process in the culture of anthers *in vitro* of different genotypes of bread winter wheat (2021-2023)

Parameters of androgenesis *in vitro*		2021 year	2022 year	2023 year	Total
Genotypes have been studied	ps.	43	39	23	105
Genotypes for which DH lines were obtained	ps. / %	21 / 48.84	18 / 46.15	13 / 56.52	52 / 49.52
Planted anthers	ps.	76645	92142	44821	213608
Callus induction (ELS)	ps.	1605	1123	1650	4378
	%	2.09 ± 0.05	1.22 ± 0.04*	1.92 ± 0.06	2.05 ± 0.03
	min - max	0.17 – 18.48	0.36 – 6.38	0.61 – 21.25	
Green plantlets (GP)	ps.	207	208	199	614
	%	0.27 ± 0.02	0.23 ± 0.02	0.31 ± 0.03	0.29 ± 0.01
	min - max	0.04 – 3.26	0.04 – 1.01	0.05 -4.94	
Acclimatized plantlets (ADP)	ps.	180	189	129	498
	% from GP	87,0 ± 2.3	90.9 ± 2.0	64,9 ± 3.4*	81.1 ± 1.6
Fertile plants (DH lines)	ps.	70	52	46	168
	% from ADP	38.89 ± 3.63	27.51 ± 3.25*	35,66 ± 4.22	33,73 ± 2.12

Note: *differences compared to the control are significant at P<0.05

It was shown that under the given conditions of the experiment, all the examined samples were sensitive to the first stage of androgenesis *in vitro* - callus induction (Table 1). The percentage of calluses formed from planted anthers ranged from 0.17 ± 0.08 (F_1 5/21 / 237/21) to 21.25 ± 1.29 (genotype No. 1968), while the spread of this indicator in 2021 and 2023 was quite large. In the indicator "callus induction" in the anther culture of the studied samples mostly average values were found. Thus, 31 genotypes had a value of the percentage of calli formed from planted anthers of less than 1%; 48 genotypes – from 1% to 3%, 11 genotypes – from 3% to 5%; ten - from 5% to 10%, and five - above 10%.

Plant regeneration is a complex process that depends on many factors, the main one of which is the genotype [16]. The ability of individual genotypes to regenerate green seedlings is different. Thus, in our studies, the percentage of green regenerants from planted anthers ranged from 0 to 4.94%, on average - 0.29%, and the range of indicators was smaller than that at the first

stage of in vitro androgenesis and was the same in all studies years. The percentage of regeneration of the vast majority of genotypes was less than one (25 genotypes), only in eight of them this indicator was within 1-3%. A total of 614 green plants were obtained. If we evaluate both stages of in vitro androgenesis of different wheat genotypes with complex resistance to rust, this process was most effective in the anther culture of two lines: CR 132/20 and CR 352/20.

One of the most critical stages of any in vitro biotechnology is the adaptation of regenerative plantlets to ex vitro conditions. It was shown that at the stage of adaptation "nutrient medium - soil" on average up to 40% of regenerants obtained in the culture died. In our study, the percentage of survival after the stages of adaptation to ex vitro conditions and 45-day vernalization of the obtained plantlets was quite high - on average 81.1 ± 1.6% of all obtained green regenerants. In 2023, regenerated plantets the worst suffered of soil adaptation and vernalization. Only about 65% of green regenerants were further grown in artificial climate conditions - this is the worst indicator in 3 years, which we can associate with systematic power outages in Ukraine.

As a result of the study, 168 dihaploid lines from 52 genotypes were obtained, which is almost 50 percent of the genotypes that regenerated green plants (Table 1). The average frequency of spontaneous diploidization was 38.89 ± 3.63 (2021), 27.51 ± 3.25 (2022) and 35.66 ± 4.22 (2023), which corresponds to similar results in the culture of wheat pollen from other authors: 32.72 % [8] and 28.40% [9].

Conclusions

The success of *in vitro* androgenesis metod for obtaining linear material (DH) of bread winter wheat depends on the donor material were shown. The investigated hybrids carrying in the genome foreign genetic material with the GPC-B1 gene from *Ae. tauschii* and *T. dicoccoidles*, have been low and medium haploproduction potential. However, different genotypes of wheat with complex resistance to various types of rust and other diseases have been medium and high indicators of androgenesis in vitro. 168 homozygous dihaploid lines of different genotypes of soft winter wheat were obtained. The frequency of spontaneous diploidization amounted to an average of 33.73% of the acclimatizated regenerants.

References

1. Atramentova L. O., Utjevskaya O. M. Statistical methods in biology. Kharkiv: KhNU named V.N. Karazina, 2007. 288 p. [in Ukrainian]
2. Babaiants O. V., Babaiants L. T., Sauliak N. I., Ternovoy K. P., Vasiliev A. A., Bushulian M. A., Traskovetskaia V. A. Unique source breeding material of wheat with group resistance to pathogens by pyramidation of effective Lr, Sr, Yr, Pm, Bt, Ut genes. Breeding of cereals and legumes in the context of climate change: directions and priorities. ABSTRACTS International Scientific Conference. Odesa, Ukraine (May 5, 2021) : Odesa: PBGI–NCSCI. P. 122. [in Ukrainian]
3. Babayants O., Babayants L., Gorash A., Vasilev A., Traskovetskaya V., Galaev A. Physiologic specialization of Puccinia triticina check for this species in other resources Erikss. and effectiveness of Lr-genes in the south of Ukraine during 2013–2014. In: *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 75 (4). P. 443–450. doi: 10.4067/S0718-58392015000500009.
4. Bilichak A, Sastry-Dent L, Sriram S, Simpson M, Samuel P, Webb S, Jiang F, and Eudes F. 2020. Genome editing in wheat microspores and haploid embryos mediated by delivery of ZFN proteins and cell-penetrating peptide complexes. In: *Plant Biotechnology Journal* 18: 1307-1316.
5. Broughton, S., Castello, M., Liu, L., Killen, J., Hepworth, A., O'Leary, R. The Effect of Caffeine and Trifluralin on Chromosome Doubling in Wheat Anther Culture. In: *Plants*, 2020. №9 (1), 105.

6. Ignatova S. O., Zhosonar M. V., Lobanova K. I., Shestopal O. L. Getting haployidiv doubling in wheat anther culture: In: *Methodical recommendations*. Odesa, 2008. 12 p. [in Ukrainian]
7. Kanbar, OZ, Lantos C, Chege PK, Kiss E, & Pauk J. Generation of doubled haploid lines from winter wheat (Triticum aestivum L.) breeding material using in vitro anther culture. In: *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2020. T.56(4). P.150-158. doi: 10.17221/113/2019-CJGPB.
8. Lantos C, Purgel S, Ács K, Langó B, Bóna L, Boda K, Békés F, Pauk J. Utilization of *in vitro* anther culture in spelt wheat breeding. In: *Plants* (Basel), 2019, Oct 22; 8(10):436. doi: 10.3390/plants8100436. PMID: 31652667; PMCID: PMC6843536.
9. Lantos C., Pauk J. Anther culture as an effective tool in winter wheat (Triticum aestivum L.) breeding. In: *Russian Journal of Genetics*, 2016. Vol. 52. P.794–801.
10. Lytvynenko M. A., Topal M. M., Shestopal O. L., Zambriborshch I. S., Galaev O. V. Udoskonalena tekhnolohiya selekciynogo procesu pshenyci myakoi ozymoi z vykoryctannyam biotekhnolohichnykh i moleculyarno-genetychnykh metodiv. In: *Naukovo-metodychnyi posibnyk*. Odesa : Astroprint, 2015. 41 s. [in Ukrainian]
11. Shestopal O. L., Zambriborshch I. S., Traskovetskaya V. A., Vasiliev O. A., Babayants L. T., Chekalova M. S., Afinogenov O. A. Obtaining dihaploid lines of soft winter wheat with complex resistance to rust and hard smut by anther culture *in vitro*. In: *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv.* 2023. Vol. 32. P. 125–130. https://doi.org/10.7124/FEEO.v32.1548 [in Ukrainian]
12. Song J, Carver BF, Powers C Yan L, Klapste J, El-Kassaby YA, and Chen C. 2017. Practical application of genomic selection in a doubled-haploid winter wheat breeding program. In: *Molecular Breeding* 37: 117.
13. Tadesse W., Tawkaz S., Inagaki M.N., Picard E.,and Baum M. Methods and Applications of Doubled Haploid Technology in Wheat Breeding.ICARDA, Aleppo, Syria. 2013, P. 3–6.
14. Testillano PS. 2019. Microspore embryogenesis: targeting the determinant factors of stress-induced cell reprogramming for crop improvement. In: *Journal of Experimental Botany* 70: 2965-2978.
15. Tyrka M, Oleszczuk S, Rabiza-Swider J, Wos H, Wedzony M, Zimny J, Ponitka A, Slusarkiewicz-Jarzina A, Metzger RJ, Baenzieger PS, and Lukaszewski AJ. 2018. Populations of doubled haploids for genetic mapping in hexaploid winter triticale. In: *Molecular Breeding* 38: 46.
16. Upadhyay Richa. Anther culture for haploid plant production, Editor(s): Avinash Chandra Rai, Ajay Kumar, Arpan Modi, Major Singh, Advances in Plant Tissue Culture, *Academic Press*, 2022. Chapter 7. P.157–174, ISBN 9780323907958, https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90795-8.00004-7
17. Wajdzik K, Golebiowska G, Dyda M, Gawronska K, Rapacz M, and Wedzony M. 2019. The QTL mapping of the important breeding traits in winter triticale (X Tritico- secale Wittm.). Cereal Research Communications 47: 395-408
18. Weigt D., Kiel A., Siatkowski I., Zyprych-Walczak J., Tomkowiak A., Kwiatek M. Comparison of the Androgenic Response of Spring and Winter Wheat (Triticum aestivum L.). In: *Plants (Basel)*. 2019. 9(1). P. 49. doi: 10.3390/plants9010049.
19. Zambriborshch I. S., Shestopal O. L., Chekalova M. S., Golub E. A. The testing of haploproduction ability of soft winter wheat different hybrids in anther culture *in vitro*. In: *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv.* 2020. Vol. 26. P. 207–211. doi: https://doi.org/10.7124/feeo.v26.1267. [in Ukrainian]
20. Zambriborshch I., Shestopal O., Traskovetskaya V., Vasiliev O., Halaiev O., Halaieva M., Afinogenov O., Chekalova M. Obtaining dihaploid lines of winter bread wheat with complex

resistance. In: *Cereal Research Communications*. 2024-01-18. .https://doi.org/10.1007/s42976-023-00466-3

Section C: *Genetic and physiological diversity, conservation of plant genetic resources*

UDC: 575.222.7:635.74 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.50

EVALUAREA ȘI SELECTAREA LINIILOR CONSANGVINIZATE DE PERSPECTIVĂ LA SPECIA *Salvia sclarea* L.

Balmuș Zinaida*, *https:// orcid.org/0000-0002-1164-6435*
Cotelea Ludmila, *https://orcid.org/0009-0006-1395-2440*
Butnaraș Violeta, https://orcid.org/0009-0003-9747-7568
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
*e-mail: zinaida.balmus@sti.usm.md

Summary. The importance of aromatic and medicinal plants is determined by the multiple uses of the essential oil in medicine, perfumery, cosmetics, aromatherapy, food etc. For this reason, research was focused on the diversification of the initial breeding material, the improvement of the assortment of hybrids and cultivars. Genetics and breeding, as well as creation of new cultivars and hybrids is a continuous process. Each newly approved, patented cultivar is more efficient than the previous ones. In the essential oil separated from the inflorescences of the inbred line AP 97-11 S_6, according to the results obtained, identified 11 components, harvesting as major compounds linalyl acetate, 74,751% and linalool, 16.893%.

Keywords: *Salvia sclarea* L., inbreed lines, hybrids, inflorescence, essential oil.

Introducere

Salvia sclarea L. (șerlai) este una din speciile genului *Salvia* L. de origine mediteraneeană. Este bine cunoscută utilizarea uleiului esenţial din inflorescenţe proaspete de şerlai în aromaterapie cu efecte extraordinare în tratarea hipertensiunii arteriale, în cătare, amigdalite, inflamații ale tegumentelor cu tendință de îmbătrânire etc [1, 2, 6, 8]. Relevanța studiului *Salvia sclarea* L. se datorează anume uleiului essential, în special componenților care sunt responsabili de acțiunea antimicrobiană, antifungică şi antioxidantă, precum şi însușirea de a inhiba creșterea bacteriilor [3, 4, 9, 10]. Condiţiile pedoclimatice ale Republicii Moldova sunt favorabile pentru cultivarea plantelor aromatice și medicinale ()PAM. Extinderea suprafețelor cultivate cu PAM depinde direct de crearea și implementarea a noi soiuri cu caractere agrobiologice valoroase, cât și de politicile statului în relansarea branșei. Actualmente, la IGFPP al USM se efectuează cercetări la cultura şerlaiului, crearea materialului genetic rezistent la schimbările climatice [1, 2, 3, 4]. Studiile efectuate în cadrul proiectelor instituţionale, s-au intensificat în mod evident în ultima perioadă, ca urmare a modificărilor climatice, proceselor lente, dar sigure de încălzire globală. Cercetările noastre demonstrează, că materialul inițial de ameliorare la şerlai acumulează în anii secetoși un conţinut mai ridicat de ulei esential decât în anii cu depuneri atmosferice obișnuite [5]. Cercetările la șerlai au fost axate pe crearea și evaluarea materialului genetic cu caractere, însușiri noi pentru crearea hibrizilor și soiurilor rezistente la factori abiotici, care ar asigura o producţie înaltă a materiei prime şi a uleiului esențial de calitate, datorită concentrației sporite a principiilor active și corelației inedite ale componenților.

Scopul cercetărilor a constat în crearea şi selectarea liniilor consangvinizate cu performanțe ameliorative valoroase care vor fi incluse în schemele de hibridare.

Materiale şi metode

Cercetările s-au efectuat în perioada 2020-2024. În calitate de material biologic au servit liniile consangvinizate neafectate de degenerarea prin consangvinizare cu termeni de maturizare de la precoci şi timpurii până la tardive, derivate de la soiurile: Moldovenesc-69 (M-69), Voznesenski-24 (V-24), Crâmschii pozdnii (Cr.p.), Crâmschii rannii (S-1122), Ambra Plus (AP) şi Nataly Clary (NC) şi 2 linii cu corola albă ce provin de la genotipurile din flora spontană a regiunilor montane din Turkmenia de la diferite altitudini şi expoziții ale versanților a. 2000 m (S.s.Turkmen/N). Evaluarea valorii genetice a liniilor consangvinizate s-a realizat prin: estimări fenologice, evaluări morfometrice (observații fenologice şi analiza caracterelor cantitative), aprecieri vizuale în corespundere cu metodele valide la şerlai [7, 12]. Estimări fenologice, evaluări ale fazelor de dezvoltare: apariția plantulelor; formarea rozetei de frunze; formarea tulpinilor – apariția internodurilor; formarea butonului inflorescenţei; începutul înfloririi; înflorirea în masă, maturizarea tehnică; coacerea deplină a semințelor. Evaluări biomorfologice: studiați indicii caracterelor morfologice ce influenţează recolta de materie primă şi producţia de ulei esenţial: talia plantelor, lungimea inflorescenţei, numărul de ramificații de ordinul I şi II al inflorescenței.

Diversificarea materialului inițial de ameliorare la şerlai în ultimii ani a continuat prin metoda consangvinizării. Plantele selectate ca genitori ai viitoarelor linii au fost autopolenizate forțat prin închiderea inflorescenţei într-un izolator, la începutul fazei de înflorire, forțând polenizarea cu polen propriu. În prealabil inflorescențele au fost supuse unei toalete speciale. Consangvinizarea şi monitorizarea reproducerii genotipurilor, incluse în pepiniera de linii consangvinizate; condiționarea, menținerea purității biologice a materialului semincer conform metodelor în vigoare [1,7,12]. Separarea uleiului esențial s-a determinat prin hidrodistilare din mostrele de inflorescențe proaspete, prelevate în orele de dimineață, calcularea conținutului de ulei esențial la umiditatea standard și la substanța uscată (s.u.) [11]. Datele sunt necesare pentru a recalcula conţinutul de ulei esenţial din substanţă proaspătă în substanţă uscată (s.u) şi de a exclude erorile cauzate de umiditatea diferită a mostrelor. Analiza calitativă a uleiului esențial determinată prin tehnici CG-CM. Rezultatele obținute au fost prelucrate statistic cu ajutorul softului *STATISTICA 7*.

Rezultate și discuţii

Cercetările multianuale realizate la specia *Salvia sclarea* L. au demonstrat, că obținerea liniilor consangvinizate, cu caractere noi, valoroase prin metoda consangvinizării la şerlai este efectivă [1, 2, 4, 6, 7]. În decursul anilor a fost demonstrată eficiența autopolenizării forțate la crearea liniilor consangvinizate ce servesc drept bază materială în crearea hibrizilor şi a soiurilor noi [1, 6, 8]. Liniile consangvinizate create sunt rezistente la secetă, fapt demonstrat în anul 2012, în condiții de secetă şi arşiță din luna aprilie până în septembrie, au fost selectate linii consangvinizate S_1, care în anul I-îi de vegetaţie au înflorit în proporție de 95 %.

Crearea liniilor consangvinizate cu conţinut sporit de ulei esenţial, ce înfloresc în anul întâi de vegetaţie, constituie un obiectiv important în programele de ameliorare la şerlai. Evaluând liniile consangvinizate din ultimii ani, s-a demonstrat că acestea sunt valoroase după un şir de caractere cantitative (talia plantei, lungimea inflorescenţei, numărul de ramificații de gradul întâi şi doi şi de verticile pe spicul central al inflorescenței, conţinutul uleiului esenţial). O importantă deosebită au liniile consangvinizate de *Salvia sclarea* L. care au sintetizat şi au acumulat ulei esenţial în concentrații mai mari de 1%. Schimbările climatice impun crearea materialului inițial de ameliorare, crearea de soiuri care ar suporta seceta şi temperaturile ridicate, asigurând profitabilitate [5, 8].

În anul întâi de vegetaţie, au fost selectate linii consangvinizate care s-au evidențiat prin înflorire totală: AP 2-11 S_5; AP 11-11 S_5; AP 26-11 S_5; AP 28-11 S_5; AP 29-11 S_5; AP 30-11 S_5;

AP 32-11 S_5; AP 33-11 S_5; NC 1-11 S_5; NC 4-11 S_5; NC 6-11 S_5; NC 19-11 S_5; NC 100 -11 S_5; M-69 489 S_{15}; M-69 655 S_{13} ; S-1122 60 S_{13}; Cr.p. 11 S_{13}; Cr.p. 99 S_{13}; V-24-86 844 S_{13}; M-69 489 S_{13}; M-69 286 S_{13} ; M-69 147 S_{13}; M-69 453-82 S_{13}; M-69 257-82 S_{13}; M-69 403-82 S_{13}. Spre exemplu, la liniile AP 9 -11S_2; AP 33 -11S_2; AP 34 -11S_2; AP 35-11S_2; AP 112-11S_2; AP 48-11S_2; AP 66-11S_2; AP 112-11 S_2 au înflorit 35% din numărul total de plante, anul I-îi de vegetaţie. Diferența între linii consangvinizate cu perioada de vegetaţie diferită se manifestă la începutul fazei de înflorire, precum şi la faza de maturizare tehnică. Rezultatele obţinute la acest caracter sunt performante pentru anul I de vegetaţie al acestei specii, fapt ce denotă valoarea genetică a acestor genotipuri, dar si faptul că au fost selectate şi evaluate linii consangvinizate S_5-S_{13} de *Salvia sclarea* L. care nu sunt supuse degenerării prin consangvinizare [1, 2, 4, 6]. Este important şi faptul, că liniile consangvinizate utilizate în diferite combinaţii hibride au înregistrat termeni diferiţi de vegetaţie. Liniile consangvinizate S_5 noi, derivate de la soiul timpuriu Ambra Plus şi de la soiul tardiv Nataly Clary, au termeni diferiţi de înflorire. Concluzionăm, că s-au obţinut linii, la care perioada de înflorire-maturizare tehnică este diferită comparativ cu soiul iniţial, de la care provine linia. Durata perioadei de vegetaţie a liniilor extratimpurii şi tardive diferă de la 5 până la 15 zile. Diferența între genotipuri se observă bine la faza de înflorire. Spre exemplu, liniile AP 2-11 S_5; AP 11-11 S_5; AP 26-11 S_5 sunt mai timpurii faţă de genotipurile NC 19-11 S_5; NC 100 -11 S_5; M-69 489 S_{15}; M-69 655 S_{13} ; S-1122 60 S_{13}; Cr.p. 11 S_{13}; Cr.p. 99 S_{13}; V-24-86 844 S_{13}; M-69 489 S_{13}; M-69 286 S_{13}; M-69 147 S_{13}; M-69 453-82 S_{13}; M-69 257-82 S_{13}; M-69 403-82 S_{13}.

În anul al II-lea de vegetaţie aceste linii au înregistrat creștere şi dezvoltare bună. Genotipurile studiate au fost testate la un șir de caractere cantitative. Evaluarea liniilor consangvinizate S_5–S_{15} a stabilit variabilitate indusă în dependență de genotipul liniei: talia plantelor înregistrează indici de la 85,0 până la 125,5 cm; numărul de ramificaţii de gradul I–îi (12–14) și al II–lea (16–31); numărul de verticile (6–11). Toate acestea indică valoarea genetică a liniilor studiate. În rezultatul selectărilor consecutive, în elaborarea liniilor cu conţinut ridicat și foarte ridicat de ulei esenţial, au fost obținute genotipuri, care înregistrează 1,5–1,9% (s.u.), constituind 3,5% din numărul total de linii incluse în ameliorare. O mare importanță în elaborarea liniilor cu indici înalți ai conținutului de ulei esenţial, a au sursele de germoplasmă utilizate în elaborarea acestor linii. In anul al doilea de vegetaţie, 2022, au fost evidențiate, selectate și reproduse 23 linii consangvinizate S_5–S_{15}, nesupuse degenerării prin consangvinizare, cu conținut foarte înalt (1,404–2,236% (s.u.) de ulei esențial. Conținutul de ulei esențial foarte ridicat la liniile consangvinizate de *Salvia sclarea* L. este susținut de caracterele cantitative, care influențează direct productivitatea: talia plantei (91–123 cm), lungimea inflorescenței (46–63 cm), numărul de ramificaţii de gradul I (12–17) și gradul al doilea (18–38) ale inflorescenței, care au înregistrat valori foarte înalte.

În cercetare au fost incluse 63 linii consangvinizate S_6 – S_{16}. La genotipurile din anul I-îi de vegetaţie talia plantelor a înregistrat valori în limitele de la 88,2 cm la linia M-69 655 S_{13} până la 111,3 cm la AP 2-11 S_6 (tab.1). Este important, că cota parte a lungimii inflorescenţei constituie peste 50% din talia plantei, fapt ce promite o productivitate înaltă. Examinând liniile după caracterul „lungimea inflorescenţei”, care variază de la 47,4 cm până la 58,0 cm, s-a constatat că aceste linii au inflorescenţe lungi, mari, cu număr mare de ramificaţii. Lungimea inflorescențelor a fost de 48,6 cm la linia (NC 56-11 S_6) şi 55,6 cm (linia NC 4 -11 S_6). Astfel, lungimea inflorescenţei constituie la liniile consangvinizate de peste 50% din talia plantei. Inflorescenţe compacte (11,6-13,6) ramificaţii de gradul întâi şi (17,2-26,6) ramificaţii de gradul al doilea. Aceste caractere cantitative influenţează direct sinteza şi acumularea uleiului esenţial în materia primă. La linia Cr.p. 99 S_{15} inflorescenţele sunt foarte compacte, cu multe ramificaţii: 14,8 ramificaţii de gradul I şi 34,4 ramificaţii de gradul al doilea (tab.1). În primul an de vegetaţie liniile consangvinizate: AP 2-11 S_6; AP 29-11 S_6; AP 52-11 S_6; AP 35-11 S_6; AP 41-11 S_6; AP 49-11 S_6; AP 67-11 S_6; AP 77-11 S_6; AP 81-11 S_6; AP 82-11 S_6; AP106 -11 S_6; AP 108-11 S_6; NC 1 -11 S_6; NC 4 -11 S_6; NC 6 -11 S_6; NC 38 -11 S_6; NC 45 -11 S_6;

NC 60 -11 S_6; NC 75 -11 S_6; NC 77 -11 S_6; NC 78 -11 S_6; NC 98 -11 S_6; M-69 489 S_{16} au dezvoltat plante cu lungimea inflorescenţei de peste 50,0 cm.

S-a constatat, că cu conţinut foarte înalt de ulei esenţial (1,4 – 2,1%) s-a atestat la 22,2% din liniile evaluate. Cel mai ridicat conţinut de ulei esenţial în inflorescenţe a fost atestat la liniile: AP 49-11 S_6– 2,171 %; AP 62-11 S_6– 2,144 %; AP 77-11 S_6– 2,092 %; AP 97-11 S_6– 2,076 %; AP 35-11 S_6– 1,969 %; M-69 489S_{16} – 1,938%; M-69 655 S_{14} – 1,827%; NC 4 -11 S_6– 1,901 %; AP 59-11 S_6– 1,896% etc (tab.).

Tabel

Caractere cantitative la liniile consangvinizate de *Salvia sclarea* L., anul I-ii de vegetaţie, 2023

Ciful linii consangvinizate	Talia plantei, cm	Lungimea inflorescenţei, cm	Număr ramificaţii		Verticile spic central	Ulei esenţial, %	
			gradul I	gradul II			
	x±sx	x±sx	x±sx	x±sx	x±sx	S.P.	S.U.
AP 2-11 S_6	111,3 ±5,4	58,0±3,9	12,8±1,6	25,6±5,7	9,1±0,9	0,299	1,287
AP 29-11 S_6	98,4±8,2	50,5±5,7	12,4±1,8	20,6±6,4	8,0±1,2	0,404	1,758
AP 30-11 S_6	103,5±4,8	52,4±4,4	12,8±1,6	23,2±5,8	8,5±0,7	0,269	0,955
AP 32-11 S_6	92,2±11,8	49,6±7,6	12,0±1,4	21,6±3,2	8,0±0,7	0,225	1,070
AP 35-11 S_6	97,9±9,9	52,2±3,6	12,2±1,1	19,0±4,9	7,5±0,7	0,426	1,969
AP 41 -11S_6	97,2±7,8	51,8±5,5	11,6±0,9	17,2±2,3	8,2±1,0	0,404	1,575
AP 49-11 S_6	100,2±5,5	51,0±4,5	12,4±1,2	21,4±5,5	8,7±1,1	0,583	2,171
AP 59-11 S_6	97,0±6,5	50,8±3,1	11,6±0,9	21,2±3,6	7,8±0,8	0,404	1,896
AP 62-11 S_6	95,6±11,2	49,2±5,8	11,6±0,9	20,0±2,4	7,0±0,7	0,471	2,144
AP 63-11 S_6	91,9±11,8	50,0±5,2	12,0±1,3	21,2±4,6	7,6±0,9	0,202	0,754
AP 64-11 S_6	94,8±12,1	50,4±2,8	13,6±1,6	22,0±5,0	7,6±0,5	0,337	1,376
AP 66-11 S_6	99,8±4,8	50,8±2,5	12,8±1,0	20,4±3,2	7,8±0,7	0,225	0,952
AP 67-11 S_6	101,4±5,7	51,1±4,2	12,2±1,9	21,0±6,2	7,5±1,0	0,359	1,461
AP 73-11 S_6	92,6±11,6	47,8±6,4	12,0±1,4	20,4±3,8	7,4±1,1	0,269	1,066
AP 77-11 S_6	94,4±13,1	51,8±3,1	12,0±2,0	22,4±6,2	8,0±0,7	0,494	2,092
AP 81-11 S_6	104,3±3,9	54,8±3,5	12,8±1,6	23,0±7,7	8,9±1,5	0,382	1,605
AP 82-11 S_6	97,8±5,4	52,4±3,4	11,2±1,0	19,2±3,0	8,2±0,8	0,404	1,282
AP 97-11 S_6	82,4±4,8	49,0±8,4	13,2±1,7	19,4±5,6	8,4±1,1	0,583	2,076
AP 106-11 S_6	92,9±8,3	52,0±14,4	13,2±19,5	22,2±33,6	8,9±0,8	0,292	1,012
AP 108-11 S_6	89,6±10,0	52,0±4,7	13,2±1,7	21,6±3,2	7,8±0,8	0,314	1,212
AP 113-11 S_6	84,9±11,2	47,8±5,2	13,2±2,6	21,5±6,8	6,9±0,7	0,314	1,032
AP 115-11 S_6	77,0±6,1	49,4±3,4	12,4±0,9	18,0±4,0	8,8±0,5	0,337	1,381
NC 1 -11 S_6	98,6±4,9	51,5±3,9	13,4±1,6	26,6±5,2	8,3±0,9	0,269	1,043
NC 6-11 S_6	94,2±13,4	52,2±2,3	12,0±1,4	20,8±7,8	7,8±0,8	0,246	1,037
NC 4 -11 S_6	106,1±6,6	55,6±4,8	13,6±2,0	26,0±6,3	8,1±0,7	0,426	1,901
NC 38 -11S_6	105,2±5,6	55,3±5,4	13,2±1,9	24,9±5,4	8,6±1,1	0,404	1,637
NC 45 -11S_6	100,4±8,8	52,7±6,1	13,4±1,6	25,2±7,7	7,7±1,2	0,382	1,502
NC 56-11 S_6	90,2±8,0	48,6±7,0	13,2±1,7	25,6±7,4	8,0±0,7	0,269	1,159
NC 60-11 S_6	104,0±9,8	55,0±8,1	12,0±1,4	20,0±7,0	8,4±0,5	0,202	0,682
NC 75-11 S_6	103,4±4,2	54,0±5,0	12,8±1,6	22,4±6,3	7,8±0,7	0,225	1,052
NC 77-11 S_6	100,1±6,2	53,7±4,5	13,0±1,6	21,2±4,6	8,4±0,9	0,359	1,291
NC 78-11 S_6	101,3±5,7	52,3±4,7	12,6±1,6	21,2±5,5	8,4±0,6	0,359	1,747
NC 98-11 S_6	95,6±11,0	51,3±5,5	13,4±1,6	23,9±5,7	7,5±0,7	0,225	0,845
M-69 489S_{16}	100,5±6,2	52,7±3,7	13,4±1,3	27,0±5,9	8,9±1,1	0,449	1,938

M-69 655 S_{14}	88,2±12,8	47,4±5,2	12,2±1,1	19,0±5,5	7,8±0,7	0,382	1,827
Cr.p. 11 S_{16}	96,4±6,1	50,0±2,7	12,8±2,1	21,0±4,9	7,2±0,7	0,180	0,756
Cr.p. 99 S_{16}	91,3±8,4	48,9±4,7	14,8±2,3	34,4±7,4	6,8±0,9	0,538	1,473
V-24-86 844 S_{14}	97,3±6,3	49,1±4,2	12,2±1,7	21,8±6,4	7,9±0,9	0,299	1,290
M-69 286 S_{14}	94,8±7,4	48,4±3,2	12,0±1,4	17,2±3,3	7,6±0,5	0,202	0,789
M-69 257-82 S_{16}	96,8±6,1	49,8±2,5	13,2±1,7	24,8±7,5	8,8±0,8	0,359	1,424

Conţinutul ridicat şi foarte ridicat de ulei esenţial la linii este susținut de caractere cantitative, care influenţează direct productivitatea: talia plantei, lungimea inflorescenţei, ramificațiile inflorescenţei de gradul I și II, numărul de verticile. S-au evidenţiat și selectat 18 linii consangvinizate S_6 – S_{16}, nesupuse depresiei de degenerare prin consangvinizare, cu conținut foarte ridicat (1,424 – 2,171% (s.u.)) de ulei esențial.

Linia consangvinizată AP 97-11 S_6, care a sintetizat și acumulat ulei esențial în anul întâi de vegetație (a. 2023) – 2,076% (s.u), în anul al doilea de vegetaţie acest indice a constituit –2,250% (s.u.). În uleiul esenţial separat din inflorescenţele liniei consangvinizate AP 97-11 S_6, conform rezultatelor obţinute, au fost identificaţi 11 componenţi, având ca compuși majori acetatul de linalil, 74,751% și linaloolul, 16,893%. Sclareolul, un component foarte important nu numai pentru aroma sa fină ci și pentru însușirea de a fixa și împrospăta aroma altor substanțe naturale sau sintetice [6], este în concentrație de 2,169%. Rezultatele obținute sunt performante pentru anul întâi de vegetație al acestei specii, fapt ce denotă valoarea genetică a genotipurilor testate, dar și faptul, că au fost selectate și evaluate linii consangvinizate S_6-S_{16} de *Salvia sclarea* L. care nu sunt supuse degenerării prin consangvinizare. Au fost identificate linii cu conținut de ulei esenţial mai mare de 2%: M-69 453-82 S_{16} – 2,191%; M-69 428-82 S_{16} – 2,227%; M-69 815-82 S_{16} – 2,140%. Au fost identificate linii cu conținut de ulei esențial mai mare de 1%: AP 2-11 S_6– 1,642 %; AP 11-11 S_6– 1,642 %; AP 28-11 S_6– 1,221 %; AP 30-11 S_6– 1,912 %; AP 66-11 S_6– 1,643 %; AP 67-11 S_6– 1,573 %; NC 6 -11 S_6– 1,356 %; NC 4 -11 S_6– 1,358 %; NC 19 -11 S_6– 1,499 %; NC 38 -11 S_6– 1,646 %; NC 98 -11 S_6– 1,810 %; %; M-69 286S_{16} – 1,616%; M-69 655 S_{14} – 1,407% etc. În anul de referință 63 linii consangvinitate au fost supuse consangvinizării în faza de înflorire, în vederea reproducerii liniilor perspective, care ulterior vor fi incluse în programele de ameliorare.

Concluzii

Au fost identificate și selectate linii consangvinizate, care au înregistrat înflorire totală (100%), acestea fiind genitori excelenți pentru creare hibrizilor, soiurilor care ar asigura producţii înalte de materie primă şi ulei esenţial din anul întâi de vegetaţie.

Linia consangvinizată AP 97-11 S_6 a sintetizat și acumulat ulei esențial în a. 2023 ulei esențial – 2,076% (s.u), în anul de referință –2,250% (s.u.).

În uleiul esenţial separat din inflorescenţele liniei consangvinizate AP 97-11 S_6, conform rezultatelor obţinute, au fost identificaţi 11 componenţi, având ca compuși majori acetatul de linalil, 74,751% și linaloolul, 16,893%.

Rezultatele cercetărilor demonstrează: anii secetoși favorizează sinteza uleiului esenţial, garantând conţinut ridicat mai mare de 1% (AP 2-11 S_6– 1,642 %; AP 11-11 S_6– 1,642 %; AP 28-11 S_6– 1,221 %; AP 30-11 S_6– 1,912 %; AP 66-11 S_6– 1,643 %; AP 67-11 S_6– 1,573 %; NC 6 -11 S_6– 1,356 %; NC 4 -11 S_6– 1,358 %; NC 19 -11 S_6– 1,499 %; NC 38 -11 S_6– 1,646 %; NC 98 -11 S_6– 1,810 %; %; M-69 286S_{16} – 1,616%; M-69 655 S_{14} – 1,407% etc.) și genotipuri cu ulei esenţial mai mare de 2% (M-69 453-82 S_{16} – 2,191%; M-69 428-82 S_{16} – 2,227%; M-69 815-82 S_{16} – 2,140%), care ulterior vor fi incluse în hibridări.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011102 „*Extinderea și conservarea diversitații genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole in contextul schimbărilor climatice*”, finanţat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Bibliografie

1. Balmuş, Z. Cercetări privind crearea şi utilizarea liniilor consangvinizate de *Salvia sclarea* L.: autoref. al tezei de doctor în șt. agricole. Ch., 2003. 22p.
2. Balmuş, Z. Linii consangvinizate de *Salvia sclarea* L. (Şerlai). În: Aspecte innovative în ameliorarea culturilor agricole: materialele conf. intern., Paşcani, Moldova, 6-7 sept. 2018. Paşcani, 2018, pp. 532-539. ISBN 978-9975-111-161-1.
3. Balmuş, Z., Cotelea, L. Gradul de înflorire în anul întâi de vegetaţie a liniilor consangvinizate de *Salvia sclarea* L. În: *Genetica, fiziologia şi ameliorarea plantelor*: materialele conf. şt. intern., 9-10 oct. 2017. Ed. 6-a. Chişinău: S. n., 2017 (Tipogr. “Print-Caro”), pp. 183-186. ISBN 978-9975-56-463-2.
4. Balmuş, Z., Goncearіuc, M., Cotelea, L., Butnaraş, V. Realizări în ameliorarea speciei *Salvia sclarea* L. (şerlai) în Republica Moldova. În: *Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*: materialele conf. şt. naț. cu participare intern., Bălţi, 21–26 iun. 2021. Ed. a 5–a. Bălți, 2021, pp. 22–26.
5. Balmuş, Z., Cotelea, L., Butnaraş, V. Goncearіuc, M., Botnarenco, P. Evaluarea soiurilor de plante medicinale și aromatice reziliente la factorii stresogeni ai mediului, boli și dăunători. In: Protecţia Plantelor - Realizări şi Perspective. Simpozion Ştiinţific Internaţional, Ediția 58. Chișinău, 2-3 octombrie, 2023 (CEP USM). p.277-283. ISBN 978-9975-62-563-0.
6. Goncearіuc, M. 2002, *Salvia* L., Chişinău, Centrul Ed. al UASM, 212p.
7. Goncearіuc, M. Şerlaiul. În: *Ameliorarea Specială a Plantelor Agricole*. Chişinău, 2004,p. 525 - 541. Edit. “Tipografia Centrală”, Chișinău: 523–552. ISBN 9975-78-298-1.
8. Goncearіuc M.,Balmuş Z.,Cotelea L. Ameliorarea calităţii la *Salvia sclarea* L. prin creşterea capacităţii de acumulare a uleiului esenţial. În: Buletinul Acad. de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2016, nr 2, pp. 69-78.
9. Sharopov F.S., Setzer W.N. The Essential Oil of Salvia sclarea L. from Tadjikistan. Records of natural products. 2012. Vol. 6 (1), pp. 75–79.
10. Бочкарѐв Н.И., Зеленцов С.В., Шуваева Т.П., Бородкина А.П. Состояние таксономии, морфологии и селекции шалфея мускатного (обзор). Масличные Культуры. Н-тех. Бюл. ВНИИМК Вып. 1 (157–158), 2014 ISSN 0202–5493.
11. Гинзберг А. С. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфироносах. Химико-фармацевтическая промышленность, 1932, № 8-9, с. 326-329.
12. *Селекция эфимасличных культур. Методические указания*. Симферополь, 1977, стр.69-79.

UDC: 582.24:633.15 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.51

EVALUAREA SOIURILOR LOCALE DE PORUMB PENTRU REZISTENTĂ LA *FUSARIUM SPP.*

Bâlici Elena
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-2360-5518, e-mail: elena.balici@sti.usm.md

Summary. The article presents the results of the evaluation of local corn varieties for resistance to ear rot fusariosis. The correlation of the degree of fusarium attack with the reduction of humidity was determined. The results of biometric studies of the main parameters of the varieties' productivity are presented, and their relationship with the period of ear ripening was determined. The infestation of ears with fusarium was identified by visually distinguishable symptoms of the disease during harvesting (prevalence, %). As a result of the studies, a classification of the collection samples was carried out according to susceptibility to the disease, and the variety.

Keywords: collection samples, fusarium, intensity of moisture transfer, disease prevalence.

Introducere

Porumbul este unul dintre cele mai importante culturi de cereale atât în lume, cât și înRepublica Moldova. Plantațiile se extind anual, iar cerințele pentru producție cresc. Unul dintre motivele pentru reducerea randamentului sunt agenţii patogeni ce contribuie la degradarea şi diminuarea cantitativă şi calitativă a producţiei în medie pe ţară cu 20-25%. Un număr restrâns de boli pot afecta semnificativ culturile de porumb cauzand pierderi însemnate de producţie. Printe acestea se află şi bolile fuzariene care, datorită frecvenţei şi intensităţii cu care se manifestă, pot fi considerate cele mai păgubitoare pentru culturile de porumb [6]. Bolile fuzariene reduc valoarea şi calitatea recoltelor prin acumularea masivă de mase miceliene de ciuperci din genul *Fusarium* (circa 85%) pe boabe şi ştiuleti, precum şi prin contaminarea cu micotoxinele specifice [3, 4].

Problema pierderilor de produse agricole din cauza bolilor poate fi rezolvată prin diverse moduri. Dar, ca și până acum, cea mai profitabilă, ecologică și sigură este cultivarea liniilor și hibrizilor rezistente. Studierea ulterioară a tipurilor de rezistență, a expresiei sale ecologico-genetice și a naturii relației sale cu productivitatea extinde perspectivele de zonare a hibrizilor în funcție de priorități semnificative din punct de vedere bioecologic: adaptabilitate, productivitate, rezistență la agenții patogeni [2].

Scopul acestei lucrări a constat în evaluarea genotipurilor de porumb privind rezistența la fitopatogeni fungi, fapt ce permite crearea colecției specializate în cadrul colecției active de porumb a Laboratorului *Resurse Genetice Vegetale* al IGFPP.

Materiale și metode

În calitate de material de studiu au servit nouă soiuri autohtone de porumb din colecția activă de porumb a laboratorului *Resurse Genetice Vegetale* al IGFPP.

Au fost folosite metodele de montare a experienţelor în câmp [8]. Pentru cultivarea plantelor s-a utilizat agrotehnica acceptată pentru zona de centru a Moldovei.

Evaluarea genotipurilor după parametrii morfologici, biologici și agronomici a fost efectuată conform cerințelor internaționale [1]. La studiul fenologic a fost fixată durata perioadei de la sfârșitul înfloririi până la maturarea completă a ştiuletelui. S-au studiat următorii parametri biometrici ai plantelor: lungimea, diametrul și greutatea ştiuletelui, masa a 1000 de boabe, numărul de rânduri de boabe pe ştiulete, etc. Aprecierea gradului de infectare a plantelor cu fuzarioză s-a efectuat conform recomandărilor [9, 10].

La evaluarea fonului natural de infecție s-au luat în considerare condițiile meteorologice din anul 2022, care au fost determinate de temperaturi ridicate şi deficite semnificative de umiditate observate pe teritoriul Moldovei în perioada mai-august. Cantitatea de precipitații în perioada mai-iulie a fost de 30-90 mm (15-45% din normă) [5].

Identificarea agenților patogeni a fost efectuată în laboratorul de Genetică moleculară folosind o metodă PCR în două etape cu utilizarea primerilor moleculari specifici. Datele obţinute au fost procesate la calculator cu programe de analiză statistică.

Rezultate şi discuţii

Conținutul scăzut de umiditate a boabelor la recoltare micşorează riscul de deteriorare producţiei şi răspândire a infecţiei de mucegai. Prin urmare, mostrele colecției au fost evaluate după un şir de caractere care sunt direct legate de scăderea intensă a umidităţii. Conform rezultatelor în baza observărilor fenologice s-a constatat că parametrul „durata perioadei de coacere a ştiuletelui" a variat în funcție de genotip de la 47 la 57 de zile (figura 1) în medie de 50 de zile. S-a relevat că din mostrele studiate ale colecției, soiurile Moldovenesc galben CP 115 şi Local CP187 s-au deosebit printr-o perioadă scurtă de pierdere a umidității (47 de zile).

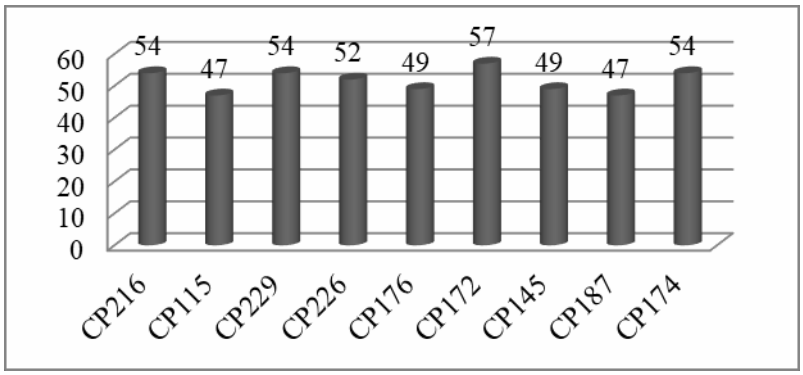


Figura 1. Evaluarea soiurilor locale după durata periodei de maturare a ştiuleților

De menționat că dezvoltarea şi exprimarea unei trăsături cantitative depinde în mare măsură de acțiunea factorilor abiotice care pot modifica efectul poligenelor [7]. La evaluarea genotipurilor după principalele elemente ale productivităţii s-au observat indicatori reduşi ai acestora din cauza secetei. Astfel, greutatea medie a ştiuleților pentru toate genotipurile a fost de 102 g, nivelul majorat comparativ cu media s-a remarcat pentru trei soiuri: Semidentata CP 229, Semidentata CP 226 şi Semidentata CP 174 (tabelul 1). S-a determinat o corelație pozitivă a acestui parametru cu perioada de maturare a ştiuleților (r=0,6).

Tabelul 1

Evaluarea soiurilorautohtone după valorile parametrilorbiometrici în condițiile climaterice ale anului 2022

Genotip	Nr registru CP	Lungimea ştiuletelui, mm	Diametrul ştiuletelui, mm	Masa ştiuletelui, g	Masa 1000 boabe, g	Rânduri de boabe a ştiuletelui
Semidentata	216	162	36	94	231	12
Moldovenesc galben	115	115	26	65	180	14
Semidentata	229	181	40	155	210	14
Semidentata	226	194	43	163	251	16
Portocaliu	176	170	30	89	177	14
Semidentata	172	143	38	90	250	14
Moldovenesc galben	145	167	24	68	154	10

Local	187	102	28	60	157	10
Semidentata	174	160	45	135	289	18
X med.	-	154,0	34,4	102,1	211,0	13,6

Prin caracterizarea soiurilor pe baza *greutății a 1000 de boabe* au fost identificate genotipurile: Semidentata CP174 şi Semidentata CP172, care au depășit semnificativ nivelul mediu pentru genotipurile studiate.

Diametrul stiletelui este una dintre principalele caracteristici cantitative, care este strâns legată de indicele *reducerea umidităţii bobului*. Pentru soiurile studiate, valoarea sa medie a fost de 34 mm, variind în intervalul 24-45 mm. S-a determinat un nivel ridicat de dependență (r=0,78) a acestui indicator cu durata perioadei de maturare a ştiuleților.

Parametrul „lungimea ştiuletelui ” a variat în funcție de genotip în intervalul 102-194 mm, cu o valoare medie de 161 mm. S-au evidențiat valorile maxime pentru acest indice la soiurile Semidentata CP 220 şi Semidentata CP 229. S-a remarcat şi o corelație pozitivă a acestei trăsături (r = 0,47) cu intensitatea reducerii umidităţii.

Conform studiilor anterioare s-a demonstrat că indicele *numărul rândurilor de boabe per ştiulete* se formează în stadiile incipiente ale organogenezei şi nu se modifică sub influența factorilor abiotici [11]. În medie, pentru mostrele studiate ale colecției, acest indice a variat între 10-18 rânduri cu media de 13,6 rânduri. Cu numărul optim (14 rânduri) au fost evidenţiate soiurile: Moldovenesc galben CP115, Semidentata CP 229, Semidentata CP 174 şi Portocaliu CP 176.

La evaluarea comparativă a soiurilor studiate după indicii *numărul şi grosimea pănuşilor* nu a fost depistată variabilitate genotipică esențială. Însă, după *gradul de acoperire cu pănuşi a ştiuleților* a fost evidențiat doar soiul Semidentata CP 174 cu valori optimale, pe când celelalte genotipuri s-au caracterizat cu pănuși mai lungi față de lungimea ştiuletelui.

Una dintre principalele caracteristici ale mostrelor colecției este rezistența acestora la bolile porumbului. De menționat, fonul de infecție al anului 2022 a manifestat un nivel scăzut din cauza secetei în perioadă de vegetație a plantelor. În timpul recoltării au fost identificaţi şi excluşi ştiuleții infectați cu fuzarioză. La analiza statistică a datelor a fost depistată corelare pozitivă (r=0,3) după *gradul de răspândire a putregaiului* cu intensitatea reducerii umidităţii (figura 2).

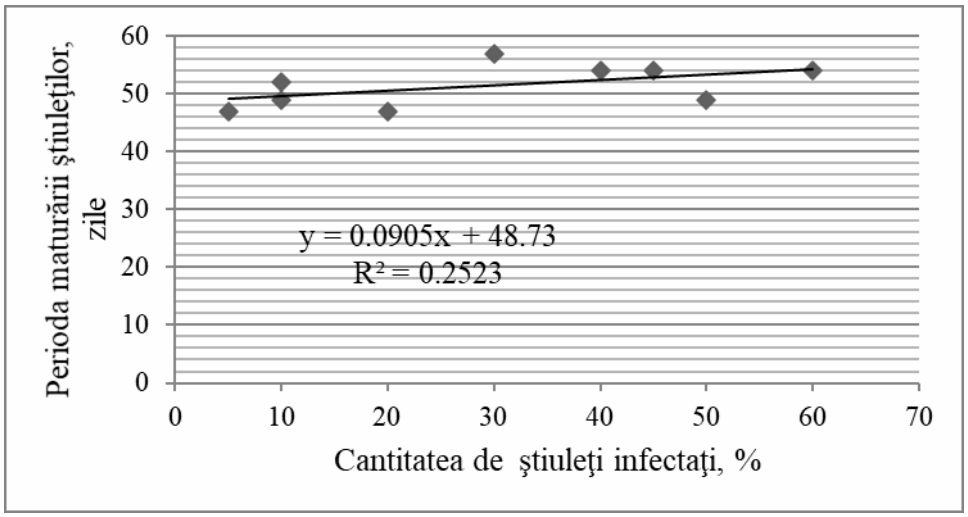


Figura 2. Dependența gradului de atac cu fuzarioză de intensitatea reducerii umidităţii boabelor

Prin analiza datelor obținute s-a depistat diferențe genotipice după gradul de atac al putregaiului. Procentul mediu de ştiuleți afectați de fuzarioză în dependența de genotip a fost de 24,4%. Nivelul maxim de deteriorare a plantei fost înregistrat la soiul Semidentata CP216 (până la

60%), ceea ce a permis să fie clasificat ca fiind foarte susceptibil. Însă, genotipurile Portocaliu CP 176, Semidentata CP229 şi Semidentata CP172 au fost apreciate ca susceptibile (30% - 50%), pe când și Semidentata CP226 și Moldovenesc CP145 au manifestat un număr de știuleți mai puțin afectați (10%) fiind clasificate ca slab susceptibile. S-au evidențiat două soiuri autohtone (Semidentata CP174 și Local CP 187) cu grad sporit de rezistenţa la patogen.

La identificarea agenților cauzali ai putregaiului știuleților folosind analiza moleculară, au fost identificate următoarele surse de infecție: *F. graminearum, F. verticillioides, F. sporotrichioides, F. proliferatum, F. equiseti, F. incarnatum.*

Concluzii

În baza evaluărilor de câmp în condițiile climaterice ale anului 2022, nouă soiuri locale de porumb au fost caracterizate în funcție de principalele trăsături de ameliorare. Mostrele colecţiei au fost analizate pentru rezistența la putregaiul știuleților (agent patogen *Fusarium spp.).*

Genotipurile au fost repartizate în grupuri în funcție de susceptibilitatea la boală. Monitorizarea stării imunologice a plantelor în condițiile fonului natural de infecție a evidenţiat donatori de gene după rezistența la fuzarioză și a relevat asocierea acestui parametru cu intensitatea reducerii umidităţii boabelor.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului ***011102*** *„Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice”*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe

1. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR); International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) Descriptors for maize. In: *International Board for Plant Genetic Resources.*1991,100 p.
2. Munkvold, G. *Fusarium* species and their associated mycotoxins. In: Moretti, A. and Susca, A., Eds., Mycotoxigenic Fungi. In: *Methods in Molecular Biology,* Vol. 1542, Humana Press, New York, 2017, 51-106. https://doi.org/ 10.1007/978-1-4939-6707-0_4.
3. Nagy, E., Haş, V., Kadar, R. The influence of Fusarium ear infection on yield and quality and mycotoxins, in maize. Commun. In: *Agric. Appl.Biol. Sci.*, 2006 -71 (3 Pt.B): 1147-1150.
4. Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and Marasas, W.F.O. *Fusarium* species. In: an illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, University Park, 1983, 193 p.
5. Serviciu hidrometeorologic de stat. Republic of Moldova, Disponibil: http://www.meteo.md
6. Uribelarrea, M., Below, F.E. and Moose, S.P**.** Grain composition and productivity of maize hybrids derived from the Illinois Protein Strains in response to variable nitrogen supply. *Crop Science*, V44, 2004, 1593-1600.
7. Бороевич С. *Принципы и методы селекции растений*/ Под ред. и с предисл. А. К. Федорова. М.: Колос, 1984, 344 с.
8. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта*. Москва, 1973, 335с.
9. Иващенко В.Г., Фролов А.Н., Сотченко В.С., Гаркуша В.Г. Селекция кукурузы на устойчивость к вредным организмам на современном этапе сельскохозяйственного производства России // *Вестник защиты растений*. 2000, №2, С 20-25.
10. Иващенко В.Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости. Санкт-Петербург, Пушкин: ФГБНУ ВИЗР (Приложение к журналу "*Вестник защиты растений*"), 2015, 286 с.
11. Куперман, Ф.М. *Некоторые закономерности развития и роста кукурузы в новых районах ее возделывания.* Москва, 1956, 137с.

UDC: 632.27:582.998.2 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.52

FINDING AN INFORMATIVE MULTILOCUS POLYMORPHISM IN SUNFLOWER BROOMRAPE POPULATIONS

Bivol Ina
Moldova State University, Center of Functional Genetics, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0002-6052-1540, e-mail: bivolinga@yahoo.com

Summary. Multilocus polymorphic DNA analysis was performed using 13 ISSR markers for 14 broomrape populations of Serbian and Moldovan origin. 279 ISSR fragments were identified for the whole sample, of which 265 (94.98%) were polymorphic. The seven groups of broomrape studied (whole sample, by country separately - Serbia and Moldova, and by race depending on the country - races ≤E serb, ≤E mold, H mold, H+ mold) showed different levels of genetic diversity. Based on these studies' results, broomrape's multilocus polymorphism was highly correlated with geographical origin, racial classification, and genetic background.

Keywords: broomrape, ISSR markers, DNA polymorphism, genetic diversity, races, genetic structure of populations.

Introduction

Global climate change has the most significant impact on many aspects of life on Earth, including ecosystems, which in exchange influence the evolution, distribution, and aggressiveness of various species, including parasites such as *Orobanche cumana* Wallr. (sunflower broomrape) [1]. For parasites, climate change may lead to the reorganisation of habitat, changes in the duration of the active period, and accelerated evolution and adaptation. Changes in temperature and precipitation patterns will lead to changes in the habitat boundaries for many species, including parasites. Many parasites may spread to new regions where they have not previously been found, which will be made possible by climate warming. Parasites may have longer periods of activity throughout the year as the climate warms. This can increase the number and frequency of infestations. Accelerated climate change may stimulate rapid adaptive changes in parasites, increasing their virulence and ability to infect new host species.

The rate of formation of new races of broomrape has now been greatly accelerated, not only due to climate change, but also by the import into sunflower-producing countries of seed material of foreign selection, susceptible to local broomrape, and by the intensification of crop cultivation with the reduction of scientifically based crop rotation to 1-3 years, and, as a consequence, the emergence of conjugate parasite-host evolution and the emergence of new races of the parasite capable of overcoming the immunity of resistant varieties and hybrids, adapting to various stress factors. Since the beginning of the new millennium, new races of the sunflower broomrape have appeared every 4-5 years, and the racial structure of their populations is a rapid leveling towards the dominance of the most virulent race. It has been found that different climatic zones and countries where sunflower is cultivated have their racial composition of broomrape, which differs in virulence to the varietal diversity of the host plant.

There are currently eight races of broomrape identified worldwide A, B, C, D, E, F, G, and H [2; 3]. Today, *O. cumana* is present in all the countries of southern Europe and in the areas around the Black Sea where sunflowers are grown, North Africa, Israel, and China [4]. The new highly virulent broomrape races (F, G, and H), which overcome the effect of the known sunflower resistance genes Or5, Or6, and Or7, have been identified and described since the mid-1990s in the most infected areas of Spain [5], Russia [6], Kazakhstan [7], Moldova [8], Romania [9], Turkey [10], Bulgaria [2; 11], Serbia [12], Ukraine [13], China [14] and others.

To address these challenges to agriculture, scientists and farmers have taken a variety of measures: develop crop varieties that are resistant to broomrape; use agricultural technologies and biological control; apply chemical pesticides; implement educational programs for farmers and agricultural workers; involve monitoring and forecasting to track habitats and population dynamics to develop preventive measures. These measures help to minimise the damage caused by broomrape to the economy and food security, and to adapt to changing climatic conditions, ensuring that agriculture is resilient to global climate change.

To develop adaptive strategies to meet the economic needs of society, an in-depth knowledge of the constantly changing state of broomrape gene pools, as assessed by the levels of intra- and interpopulation gene diversity, is required. Quantitative assessments of population genetic parameters using molecular genetic markers are needed to monitor the gene pools according to the current state of scientific development.

Our work aimed to analyse the genetic variability of two broomrape gene pools of Serbian and Moldavian origin at different taxonomic levels. Based on the results obtained in this work and by summarising previously obtained results, the level of genetic diversity as a function of geographical origin and racial background was determined, which is an integral part of population genetic monitoring of broomrape gene pools using molecular genetic markers.

Materials and methods

Altogether, 128 accessions from 14 Serbian and Moldavian broomrape populations, belonging to races ≤E, H, and H+, were selected as objects for comparative analysis of the genetic diversity and structure of the species (Table 1). Individual broomrape plants were collected and stored at -80°C until DNA extraction.

Table 1

List of the broomrape populations used in this study and their origin

Population	Code	Region	Race	Population	Code	Region	Race
SERBIA				**REPUBLIC OF MOLDOVA**			
ORSR 04	S1	Novi Sad	≤E	Căzănești	**M1**	Telenești	≤E
ORSR 07	S2			Congaz	**M2**	Comrat	
ORSR 11	S3			Grigorievca	**M3**	Căușeni	H
ORSR 14	S4			Prepelița	**M4**	Sîngerei	
ORSR 25	S5			Izbiște	**M5**	Criuleni	H+
ORSR 26	S6			Alexanderfield	**M6**	Cahul	
ORSR 43	S7			Svetlîi	**M7**	Comrat	

Total genomic DNA was isolated and purified from frozen material using the GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit #K0791 according to the manufacturer's instructions (Thermo Fisher Scientific, USA).

The concentration and quality of the obtained DNA were determined using a spectrophotometer (T60 UV-VIS, PG Instruments Limited, England) and assessed on a 1% agarose gel in 1xTAE buffer at 2.5 V/cm [15]. 13 inter-satellite ISSR-PCR markers were used for allele identification and genetic differentiation. Amplification was performed on a thermocycler Genset 9700 (Applied Biosystems) according to the standard program for the ISSR-PCR method: denaturation 95.0 °C for 5 min; 35 cycles in the following repetition: 95.0 °C for 30 sec, 45.0 °C for 45 sec, 72.0 °C for 2 min; then a final elongation cycle at 72.0 °C for 5 min.

Amplified DNA fragments were detected by electrophoresis on a 2% agarose gel stained with ethidium bromide (0.5 μg/ml) in 1xTAE buffer, visualised and documented under UV radiation (wavelength λ=305 nm) using a UV transilluminator with Gel documentation system Doc-Print VX2 (SXT-F20.M, Vilber Lourmat, France). The size of the PCR fragments was determined

using the GeneRuler Express DNA Ladder (ready-to-use, product #SM1553) as a standard marker (Thermo Fisher Scientific, USA).

A binary data matrix based on the presence (1) or absence (0) of the amplicons for each primer was generated by analysing the clear electrophoretic spectra in Photo-Capt V.15.02. The matrix was processed using POPGENE V.1.32 and Excel 2010 software to obtain descriptive statistical parameters (observed number of alleles (Na), effective number of alleles (Ne), Nei's gene diversity (H), total genetic diversity (Ht), Shannon's Information index (I), gene diversity among populations (Dst), coefficient of genetic differentiation (Gst) and gene flow among populations (Nm), total number of ISSR loci, number of loci with frequency ≥5%, number of rare loci with frequency ≤5%).

Results and discussions

PCR with broomrape genomic DNA individually analysed each of the 14 ISSR primers. As a result, 13 effective ISSR primers were selected for this species, identifying the largest number of clearly amplified and stably reproduced DNA fragments. Of these, 1 primer was tetranucleotide ($(GACA)_4$), 3 primers were trinucleotide ($(CAA)_5$, $(CTC)_4RC$, $(CAG)_5$) and 9 primers were dinucleotide (BC807, BC810, BC835, BC841, BC857, $(CT)_8TC$, $(CA)_6AC$, $(AG)_8YA$, $(CA)_6RG$). It should be noted that of all the primers used, 1 trinucleotide and 8 dinucleotide primers contained single and double anchor nucleotides.

In total, 279 ISSR-PCR markers were detected in 14 *O. cumana* populations, of which 265 were polymorphic (94.98%) and 14 were specific (5.02%). On average, one ISSR primer initiated the synthesis of 21.46 DNA fragments in broomrape (Fig. 1). The proportion of polymorphic loci was higher in Moldavian populations (70.61%), Serbian race ≤E (65.59%) and Moldavian race H+ (55.2%), and the rest of the studied groups had polymorphic loci less than 50%.

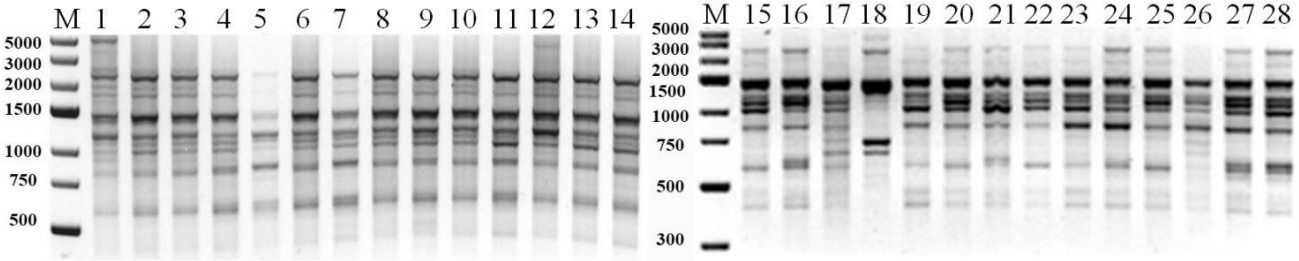


Figure 1. ISSR fingerprints of 28 samples from Serbian and Moldavian broomrape populations using primer BC810: M – molecular weight marker GeneRuler Express DNA Ladder (ready-to-use, product #SM1553), 1-2 – accessions from S4 population, 3-9 – accessions from S5, 10-14 – accessions from S6, 15-28 – accessions from M3.

The observed number of alleles (Na) for the whole species was 2, and was the highest in the Moldavian populations (1.71), among the races the race ≤E serb (1.66) stood out for this indicator (Fig. 2). The effective number of alleles (Ne) was highest in the Serbian populations and race ≤E serb (1.39). Nei's gene diversity (H) and Shannon's Information index (I) were also highest for the Serbian populations and the race ≤E serb (0.23 and 0.34, respectively).

The most common measure of genetic variation in a population is heterozygosity. The total gene diversity (Ht) for the whole species was 0.31, the expected proportion of heterozygous genotypes in a separate population for all loci (Hs) was 0.21, and the gene diversity among populations (Dst) was 0.10 (Fig. 2). These indicators were the highest in Serbian populations (Ht=0.23, Hs=0.15) compared to Moldavian populations (Ht =0.20, Hs=0.10), which cannot be said for the gene diversity among populations (Dst=0.08, Dst=0.11, respectively). Among the racial groups, the highest values were found in the race ≤E serb (Ht=0.23, Hs=0.15) and the lowest in the race ≤E mold (Ht=0.14, Hs=0.10). Average genetic diversity values were obtained for the races H

mold (Ht=0.158, Hs=0.109) and H+ mold (Ht=0.17, Hs=0.08). Concerning the high values of gene diversity among populations, the races H+ mold (Dst=0.09) and ≤E serb (Dst=0.08) stood out.

The coefficient of gene differentiation among populations (Gst) of the species shows that the interpopulation component accounts for 31.24% of the total genetic diversity based on this gene flow among populations was higher than 1 (Nm=1.10) (Fig. 2). The highest differentiation was found among the Moldavian populations (52.75%), which is explained by the low value of gene flow among populations (Nm=0.45), in the Serbian populations it is slightly underestimated to 36.16% and gene flow is higher (Nm=0.88). Among the races, the H+ mold race stands out with the highest percentage of differentiation (51.23%).

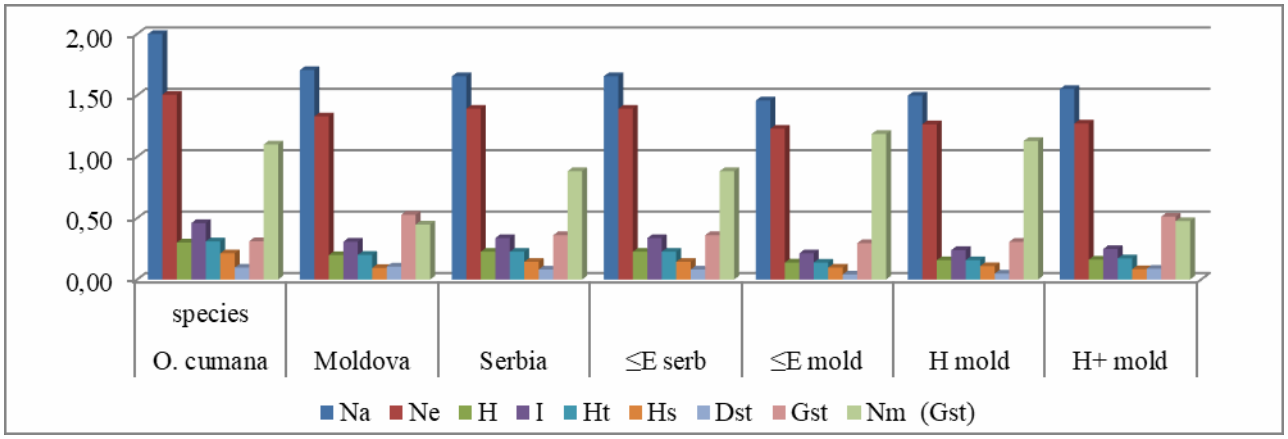


Figure 2. Genetic diversity and differentiation parameters generated in the different origin broomrape: Na – observed number of alleles, Ne – effective number of alleles, H – Nei's gene diversity, I – Shannon's Information index, Ht – total gene diversity, Hs – gene diversity within populations, Dst – gene diversity among populations, Gst=(Ht-Hs)/Ht – coefficient of gene differentiation among populations, Nm – gene flow among populations from Gst.

The analysis of genetic variability in different populations of broomrape showed various levels of multilocus polymorphism, which was closely correlated with the geographical origin and racial classification (Fig. 2). Based on the (Ne, H, I, Ht and Hs) values of total and within population gene diversity, populations from Serbia showed the highest genetic heterogeneity, not for Na values, Moldavian populations had more high values. On the other hand, high values of gene diversity (Dst) and coefficient of gene differentiation among populations (Gst) were found in Moldavian populations. According to these results, it can be assumed that high values of gene diversity (Dst) and gene differentiation (Gst) among Moldavian broomrape populations are associated with an unstable racial structure (presence of races E, and dominant races G, H, H+) [16]. In contrast to the Moldavian broomrape, the populations of *O. cumana* in Serbia were found to be stable, with no significant changes in racial composition. For more than 20 years, race E has been dominant in the broomrape-infected area in Serbia [17], and the more virulent race F has only been detected locally in the South Backa district [12]. According to Miladinović et al. [17], a chronological survey of the occurrence of *O. cumana* on sunflowers in Serbia supports the opinion of a slow evolution of the physiological races of this parasite. On the other hand, the following RAPD technique in the analysis of genetic diversity in Serbian broomrape populations has recently shown that samples collected from different agricultural regions belong to the same population with high genetic heterogeneity [18]. In addition, gene flow values (Nm=0.88) in Serbian populations indicate that there is little differentiation among populations, presumably due to self-pollination (Fig. 2). Self-pollinated species maintain as much diversity at their polymorphic loci as cross-pollinated species [19].

In plant population genetics, loci with different allele frequencies are key to understanding genetic diversity, evolution, and species adaptation. For the whole broomrape species, 81 (29.03%)

rare and 198 (70.97%) frequent ISSR-PCR markers were identified with insignificant total gene diversity (Ht=0.31) (Fig. 3). The largest number of rare alleles (65-32.99%) was found in Moldavian populations and a smaller number was identified in Serbian populations (32-17.02%). In contrast, a larger number of frequent loci and higher total gene diversity were found in the Serbian population (156-82.98%, Ht=0.23, respectively) than in the Moldavian population (132-67.01%, Ht=0.20, respectively). Among the races studied, the H mold (68-47.55%) and H+ mold (56-35.44%) races had the largest number of rare alleles, and the smallest number was found in the ≤E serb race (32-17.02%). Based on the largest number of frequent loci, the races ≤E serb (156-82.98%) were identified with the highest total gene diversity Ht=0.23 and ≤E mold (88-68.22%) with the lowest total gene diversity Ht=0.14.

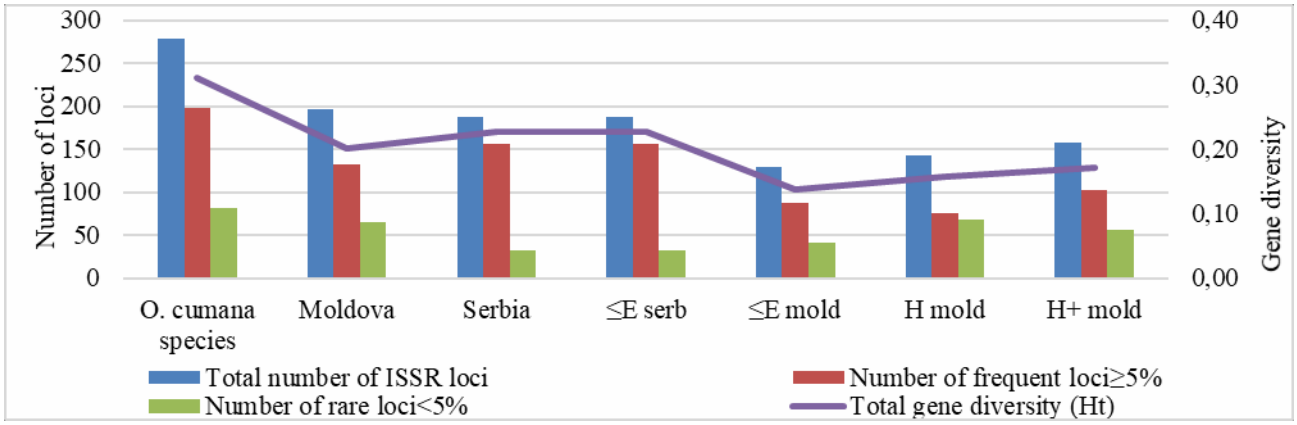


Figure 3. The ISSR markers detected, and gene diversity in the broomrape of different origins

The presence in taxonomic groups of plants of rare loci (with a frequency of less than 5%) may indicate recent mutations or specific adaptation to certain conditions. It may be neutral or even slightly harmful, but not to the extent that they are eliminated from the population. The appearance of a high number of rare loci indicates the presence of significant genetic variation and uneven branching of evolutionary processes, which may be associated with recent mutations, genetic drift, isolation of populations, or strong directional selective pressure.

The frequent loci (with a frequency of ≥5% in a population) may be either neutral or active, conferring some advantage under the conditions of a given population, indicating significant genetic diversity within a given locus. Frequently occurring alleles may be associated with important biological functions or adaptations affecting productivity, disease resistance, or stress response. According to the data results, the presence of a larger number of frequently occurring loci in the Serbian populations and race ≤E serb (156-82.98%) compared to the Moldovan populations (132-67.01%) and races indicates significant genetic diversity and adaptation to changing conditions, which is also confirmed by higher Ht values for Serbian than for Moldovan populations (0.23 and 0.20, respectively) (Fig. 3).

Conclusions

As a result of our research, it was revealed that the 14 studied populations of *O. cumana* of Serbian and Moldavian origin are characterised by different levels of multilocus polymorphism, which are highly correlated with the geographical origin, racial classification, and genetic background. Based on the obtained values of gene diversity (Ne, H, I, Ht, and Hs), it was found that the Serbian populations of broomrape have the greatest genetic heterogeneity within populations, and the Moldovan populations showed high values of gene diversity and differentiation between populations (Ds, Gst). Also, the highest number of rare alleles (65-32.99%) was detected in the Moldavian populations and the lowest in the Serbian populations (32-17.02%). This can be explained by the difference in the racial structure of Moldavian populations and the stability of

Serbian populations with a recently identified high level of intra-population genetic heterogeneity due to RAPD analysis by Ivanovic and colleagues [18].

In conclusion, it can be noted, that the high level of genetic diversity possessed by the parasite is an important contributor to its ecological plasticity, accelerating rapid adaptation to dynamically changing environmental conditions. Greater genetic diversity in broomrape populations indicates their greater microevolutionary potential.

Acknowledgements. This study was part of sub-program 011101 "Genetic and biotechnological approaches to managing agro-ecosystems under climate change", funded by the Ministry of Education and Science of the RM.

References

1. Duca, M., Bivol, I. Evaluarea potenţialului impact al schimbărilor climatice asupra unor agenți patogeni ai florii soarelui. În: *Akademos*. 2023, vol. 69(2), p. 46-53.
2. Shindrova, P., Penchev, E. Race composition and distribution of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria during 2007–2011. In: *Helia*. 2012, vol. 35(57), p. 87-94.
3. Cvejić, S., Radanović, A., Dedić, B. et al. Genetic and Genomic Tools in Sunflower Breeding for Broomrape Resistance. In: *Genes.* 2020, vol. 11(2), 152, p.1-17.
4. Molinero-Ruiz, L., Delavault, P., Pérez-Vich, B. et al. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. In: *Span. J. Agric. Res.* 2015, vol. 13(4), e10R01, p. 1-19.
5. Malek, J., Del Moral, L., Fernandez-Escobar, J. et al. Racial characterisation and genetic diversity of sunflower broomrape populations from Nothern Spain. In: *Phytopathol. Mediterr.* 2017, vol. 56(1), p. 70-76.
6. Antonova, T.S., Araslanova, N.M., Strelnikov, E. A. et al. Distribution of highly virulent races of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Southern regions of the Russian Federation. In: *Russ. Agric. Sci*. 2013, vol. 39(1), p. 46-50.
7. Antonova, T.S. The history of interconnected evolution of *Orobanche cumana* Wallr. and sunflower in the Russian Federation and Kazakhstan. In: *Helia.* 2014, vol. 37(61), p. 215-225.
8. Duca, M., Bivol, I. Genetic relationships among different broomrape races from the Black Sea basin. In: *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*. 2023a, vol. XXVII (2), p. 26-35.
9. Anton, F.G., Rîşnoveanu, L. Sunflower genotypes with resistance /tolerance at parasite *Orobanche cumana* Wallr. In: *International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova*, Chisinau, Republic of Moldova, 15-16 June. 2021, p. 69.
10. Kaya, Y. Current situation of sunflower broomrape in Turkey. In: *Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower*, Córdoba, Spain, June 3rd to 6th. 2014, p. 55.
11. Encheva, V. Distribution and race composition of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria during 2008–2017. In: *Proc. 4th Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower*, Bucharest, Romania, 2-4 July. 2018, p. 58.
12. Dedić, B., Miladinović, D., Jocić, S. et al. Increase in virulence of sunflower broomrape in Serbia; In: *Proc. 4th Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower*, Bucharest, Romania, 2-4 July. 2018, p. 27-35.
13. Maklik, E., Kyrychenko, V.V., Pacureanu, M.J. Race composition and phenology of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Ukraine. In: *Proc. 4th Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in sunflower*, Bucharest, Romania, 2-4 July. 2018, p. 67-78.
14. Shi, B., Zhao, J. Recent progress on sunflower broomrape research in China. In: *OCL*. 2020, vol. 27, 30, p. 1-9.
15. Sambrook, J., Russell, D. *Molecular cloning. A laboratory manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2001, vol. I-III, 1885 p.
16. Duca, M., Clapco, S. The evolution of *Orobanche cumana* races in sunflower crop in the Republic of Moldova. In: *Proc. 3rd Int. Agric., Biol. and Life Sci. Conf.: AGBIOL*, Trakya University, Edirne, Turkey, 1-3 September. 2021, p. 199.

17. Miladinović, D., Jocić, S., Dedić, B. et al. Current situation of sunflower broomrape in Serbia. In: *Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower*, Córdoba, Spain, June 3rd to 6th. 2014, p. 33-38.
18. Ivanović, Ž., Marisavljević, D., Marinković, R. et al. Genetic diversity of *Orobanche cumana* populations in Serbia. In: *Plant Pathol*. 2021, vol. 37(6), p. 512-520.
19. Hamrick, J.L., Godt, M.J.W. Allozyme diversity in plant species. In: Brown, A.H.D., Clegg, M.T., Kahler, A.L., Weir, B.S. (eds.). *Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources.* Sinauer Associates, Sunderland. 1989. p. 43-63.

UDC: 664.8:633.861 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.53

CONSERVAREA RESURSELOR DE PLANTE TINCTORIALE ÎN GRĂDINA BOTANICĂ NAȚIONALĂ

Ciocârlan Nina
Grădina Botanică Națională (Institut) „Al. Ciubotaru”, USM, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-9477-5848, e-mail: nina.ciocarlan@yahoo.com

Summary. Dyes and pigments are being used since long time and find vide applications in various fields such as food, textile and paper industries. The present study is an inventory of the tinctorial plant resources maintained in the collections of National Botanical Garden (Institute), accompanied by botanical description, information on tinctorial and therapeutic values, as well as other uses in various fields. By promoting these underutilized natural resources, the aim is to stimulate the interest and entrepreneurial spirit of the young generation for the practical application of traditional knowledge inherited over time.

Keywords: Tinctorial plants, medicinal value, *ex situ* conservation.

Introducere

Sute de specii de plante au fost folosite de către om, din cele mai vechi timpuri, pentru a vopsi textilele. În timp pigmenții și coloranții de natură vegetală își găsesc aplicații în diverse domenii, cum ar fi industria alimentară, textilă și de producere a hârtiei. Unele plante tinctoriale erau folosite anterior la scară industrială, fiind special cultivate în acest scop. Utilizarea lor, însă, capătă proporții foarte mici și aproape încetează complet la începutul secolului XX, odată cu apariția coloranților sintetici. Astăzi, practica coloranților de origine vegetală face parte dintr-o abordare modernă de preocupare ecologică pentru alternative la coloranții sintetici. Contribuția cercetării moderne la identificarea și cunoașterea structurii moleculelor substanțelor colorante extrase din plante generează noi perspective de valorificare pentru unele dintre plantele tinctoriale [2].

O plantă tinctorială (de la latinescul *tinctorius* care se traduce „*folosit pentru a vopsi*”) poate fi definită ca o plantă care sintetizează pigmenți în diferite organe (rădăcini, tulpini, frunze, flori, lemn, scoarță), utilizați pentru obținerea coloranților. Aceștia sunt folosiți în general pentru vopsirea fibrelor textile naturale (lână, bumbac, mătase), dar pot fi utilizați și în calitate de coloranți alimentari sau la fabricarea produselor cosmetice. Avantajele utilizării coloranților naturali sunt multiple, aceștia fiind ecologici, siguri și ușor de obținut. Studiile relevă că peste 2000 de pigmenți sunt sintetizați de diferite părți ale plantelor, dintre care doar aproximativ 130-150 au fost exploatați comercial pentru colorarea produselor alimentare, cosmetice sau în producerea de textile și covoare [4, 7]. Speciile tinctoriale pe lângă importanță lor în tehnica vopsirii vegetale, prezintă posibilități de valorificare economică și în alte domenii: medicina tradițională și modernă, cosmetologie, apicultură, în medicina veterinară, arhitectură peisajeră [8].

Prezentul studiu reprezintă un inventar al resurselor de plante tinctoriale, alohtone și spontane, menținute și cercetate în colecțiile Grădinii Botanice Naționale (Institut) (GBNI) a USM, însoțite de succinte descrieri botanice, informații despre valoarea tinctorială și terapeutică, precum și alte utilizări în diverse domenii.

Materiale și metode

Ca bază a acestui studiu a servit grupul de plante tinctoriale din Colecția de Plante Medicinale a GBNI. Sursa mobilizării resurselor genetice a speciilor de plante tinctoriale este: schimbul internațional de semințe (*Index Seminum*); semințe și material vegetal colectat din habitate naturale; semințe din reproducere locală. Plantele sunt menținute în parcele expoziționale;

observațiile fenologice [9] se efectuează anual cu înregistrarea datelor în registrele de lucru. Informațiile despre valoarea tinctorială și cea medicinală sunt prezentate în baza studiului literaturii de specialitate [1, 2, 4-8, 10, 11]. Cercetările privind introducerea și aclimatizarea plantelor tinctoriale alohtone în condiții noi au fost realizate conform ghidurilor metodologice [9, 12].

Rezultate și discuții

Colecția de Plante Medicinale din cadrul GBNI adăpostește astăzi un genofond ce numără 367 taxoni (specii, subspecii, varietăți, cultivaruri), încadrați în 66 familii și 184 genuri [3]. Grupul plantelor tinctoriale este parte componentă a Colecției de Plante Medicinale și este reprezentat de peste 20 de specii, care pe lângă importanța lor în tehnica vopsirii vegetale, prezintă posibilități de valorificare economică și în alte domenii. Unele dintre ele sunt specii alohtone (*Basella rubra, Carthamus tinctorius, Cota tinctoria, Phytolacca americana, Rubia tinctorum*), introduse și aclimatizate în condițiile pedoclimatice locale. Altele se întâlnesc și în flora spontană (*Hypericum perforatum, Centaurea cyanus, Isatis tinctoria, Genista tinctoria*) fiind utilizate în arta vopsitului cu plante, în diferite zone ale țării, în perioada când se foloseau doar coloranții naturali.

***Basella rubra* L.** (Spanac roșu de Ceylon sau spanac indian, fig.1) este o plantă erbacee, perenă (în zona temperată anuală). Tulpină volubilă, subțire, de culoare purpurie. Frunze alterne, simple, suculente, lung-pețiolate, de culoare verde-închisă sau purpurie. Flori bisexuate, sesile, alb-rozee sau purpurii. Inflorescență – spic axilar, lung pedunculat. Fruct – bacă falsă, inclusă în perigon cărnos, de culoare roșie-închisă. Semințe globuloase, brune-închise. Specie originară din Africa și sud-estul Asiei, unde se cultivă pentru frunzele comestibile. În condițiile țării noastre se comportă ca plantă anuală. Înflorește în iunie-august. Se înmulțește prin semințe.

Valoarea tinctorială. Din fructe de obține un colorant de un roșu intens. Sucul obținut din fructe este bogat în antociani și se folosește în calitate de colorant natural alimentar pentru colorarea jeleurilor, dulciurilor, băuturilor răcoritoare.

Valoarea medicinală. Produsul vegetal (frunzele și tulpinile suculente) are efect demulcent, emolient, diuretic, febrifug, laxativ, astringent. Favorizează flora intestinală, stimulează secrețiile stomacului, ficatului și pancreasului. Extractele din frunzele proaspete elimină mucozitățile și toxinele din organism. Este benefică în caz de insomnii, dereglări ale sistemului nervos, diaree.



Basella rubra *Coreopsis tinctoria* *Cota tinctoria* *Phytolacca americana*

Figura 1. Plante tinctoriale alohtone

***Carthamus tinctorius* L.** (Șofrănel) este o plantă anuală cu înălțimea de 1-1.4 m. Tulpini erecte, cilindrice, glabre, ramificate în partea superioară. Frunze sesile, lanceolate sau alungit-ovate, margini dințate, pieloase. Flori portocalii apoi roșii, grupate în calatidii. Fruct – achenă ovat-alungită, de culoare albă. Specie originară din Turcia și Iran. Înflorește în iunie-august. Se înmulțește prin semințe.

Valoarea tinctorială. Coloranții de șofrănel au fost larg utilizați în industriile de textile și covoare din Europa de Est, Orientul Mijlociu și India. Din petale se obțin coloranți de culoare roșie și galbenă. În colorarea textilelor, florile uscate sunt folosite ca sursă naturală de colorant pentru

pigmentul portocaliu-roșu cartamin. Este un colorant de înaltă calitate care se folosește în industria medicamentelor, alimentară și cosmetică.

Valoarea medicinală. Florile posedă efect analgezic, antibacterian, anticolesterolemiant, diaforetic, emenagog, laxativ, expectorant, antitusiv. Calmează tusea, fluidizează și elimină secrețiile bronhice. În ultimii 50 de ani, planta a fost cultivată în principal pentru uleiul vegetal extras din semințe, folosit, în principal, în industria alimentară și cosmetică.

***Coreopsis tinctoria* Nutt.** (Ochiul fetei) – plantă erbacee anuală cu înălțimea de 30-100 cm. Tulpini glabre, ramificate. Frunze (1-2), compuse, cu foliole liniar-lanceolate, situate preponderent în partea inferioară a tulpinii. Flori cu margini de culoare galbenă și un centru de la vișiniu-închis la maro, uneori roșu pe o dimensiune de 2.5-4.5 cm în diametru. Florile pedunculate sunt adunate în calatidii. Fruct – achenă mică, subțire. Arealul nativ de răspândire include Canada până în estul Mexicului. Înflorește în iunie-august. Se înmulțește prin semințe.

Valoarea tinctorială. Din flori se obține un colorant galben.

Valoarea medicinală. Planta are proprietăți astringente și emetice. Ceaiul preparat din rădăcini este emetic și util în caz de diaree.

***Cota tinctoria* (L.) J.Gay** (Mușețel galben) este o plantă erbacee, perenă cu rizom scurt, brun. Tulpini cu înălțimea de 30-90 cm, fin pubescente, de culoare gri-verde. Frunze alterne, lanceolate până la ovate, penat-sectate, fin pubescente. Inflorescență – calatidiu terminal, lung pedunculat, format din flori tubulare galbene în centru și ligulate, cu ligulele galbene, pe margini. Fruct – achenă netedă, tetraedrică, turtită. Specie originară din Europa, regiunea mediteraneeană și Asia de Vest. Înflorește în iunie-august. Se înmulțește ușor prin semințe.

Valoarea tinctorială. Din flori se obține un colorant galben. În trecut a fost cultivată ca plantă tinctorială, însă coloranții sintetici moderni au redus foarte mult utilizarea acestei specii.

Valoarea medicinală. Planta are efect antispastic, diaforetic, emetic, emenagog. Este un remediu bun în retenție urinară, artrită, convalescență, indigestie și febră ușoară. Studii recente demonstrează posibilități de utilizare în industria alimentară și farmaceutică, datorită conținutului în principii active și activităților biologice valoroase [1].

***Genista tinctoria* L.** (Drobiță, fig. 2) este un arbust cu înălțimea de 60-90 cm și până la 100 cm în diametru. Tulpini lemnoase, ramificate, ușor pubescente. Frunze aproape sesile, lanceolate, glabre. Flori galben-aurii unite în inflorescențe de tip racem,https://ro.wikipedia.org/wiki/Racem înguste și erecte. Fruct – păstaie lungă, lucioasă. Specie originară din America de Nord. Se întâlnește în flora spontană locală. Înflorește în mai-iunie. Se înmulțește prin semințe și prin butași lignificați.

Valoarea tinctorială. Pigmenții prezenți în florile proaspete de drobiță produc diferite nuanțe de galben, variind de la galben strălucitor la galben auriu.

Valoarea medicinală. Planta are efect diaforetic, diuretic, emetic, stimulant, vasoconstrictor. Decoctul din întreaga plantă a fost folosit ca remediu pentru hidropizie, reumatism și gută. Din lăstarii proaspeți se prepară un remediu homeopat utilizat în tratamentul reumatismului.



Genista tinctoria *Hypericum perforatum* *Centaurea cyanus* *Isatis tinctoria*

Figura 2. Plante tinctoriale din flora spontană menținute în Colecția de Plante Medicinale

***Hypericum perforatum* L.** (Sunătoare) este plantă erbacee, perenă cu tulpini bi-muchiate, glabre, înalte de 0,4-1m. Frunze sesile, glabre, oval-eliptice, opuse. Flori de culoare galben-intens, grupate în dicazii. Fruct – capsulă ovală. Se întâlnește în flora spontană locală. Crește prin poiene, liziere, livezi, pârloage, etc. Înflorește în perioada iunie-septembrie. Se înmulțește prin semințe.

Valoarea tinctorială. Din flori se obține un colorant galben auriu sau, în funcție de concentrație, nuanțe arămii, roșiatice sau portocalii. Pentru reducerea presiunii asupra populațiilor naturale de sunătoare se pot folosi și alte specii de *Hypericum* (*H. maculatum, H. hirsutum*) care au aceleași proprietăți tinctoriale.

Valoarea medicinală. Produsul vegetal (vârfurile înflorite) are efect antiinflamator, hipotensiv, coleretic, colagog, bacteriostatic, antivirotic, antifungic, cicatrizant. Se utilizează în afecțiuni hepatobiliare, gastrită hiperacidă, ulcer gastric, diaree, boli neurologice. Maceratul uleios de sunătoare este un bun cicatrizant și antiinflamator în arsuri, răni, plăgi purulente.

***Isatis tinctoria* L.** (Drobușor) – planta bienală de 70-80 cm înălțime. Tulpini erecte, mai des ramificate în partea de sus, glabre sau aspru-păroase în partea inferioară, adesea de culoare violetă. Frunze bazale alungite-lanceolate, pubescente, întregi; cele superioare liniare. Flori galbene, cu patru petale lungi de 3-4,5 mm, unite în inflorescențe paniculate. Fruct – păstaie glabră, alungit-liniară. Specie originară din sud-estul Europei și Asia de Vest. Înflorește în mai-iunie. Se înmulțește prin semințe.

Valoarea tinctorială. O perioadă îndelungată a fost singura sursă de colorant albastru, numit *'indigo'* în Europa. Vopseaua din drobușor era deosebit de apreciată în producerea artizanală de covoare, în perioada când se foloseau doar vopsele naturale. Sucul din frunzele proaspete a fost folosit pentru vopsirea pânzelor în albastru și verde.

Valoarea medicinală. Plantele au proprietăți antibacteriene, antivirale, astringente și febrifuge. Se utilizează intern în meningită, encefalită, gripă, erizipel, erupții cutanate. Rădăcina și întreaga plantă au proprietăți anticancerigene.

***Phytolacca americana* L.** (Cârmâz) este o plantă erbacee, perenă cu rădăcină pivotantă, napiformă. Tulpină erectă, glabră, roșiatică, de 1-3 m înălțime. Frunze alterne, ovale, întregi, cu vârf acuminat, de culoare verde pal. Flori mici, lung-pedunculate, dispuse în inflorescențe de tip racem. Fruct – bacă sferică, lucioasă, de culoare roșie sau roșie-închisă. Originară din America de Nord. Înflorește în iunie-iulie. Se înmulțește prin semințe și prin fracționarea rădăcinii.

Valoarea tinctorială. Sursă de coloranți roșu-bordeax pentru industria farmaceutică, alimentară și industria vinurilor. Se folosește în gospodării la vopsitul textilelor și pentru picturi.

Valoarea medicinală. Rădăcina, frunzele și fructele au efect fungistatic, antibacterian, expectorant, antiinflamator, antiviral, calmant, miorelaxant, diuretic, purgativ, emetic, antiparazitar. Se folosește în boli auto-imune, artrite reumatice, febră glandulară, amigdalită, catar cronic, bronșită, arsuri, dureri reumatice, hemoroizi, tumori, epilepsie. Toate părțile plantei sunt toxice!

***Rubia tinctorum* L.** (Roibă, iarbă vopsitoare) este o plantă erbacee, perenă, cu rizom orizontal, viguros, de culoare cenușiu-maro; rădăcini de culoare roșie. Tulpini subțiri, ascendente sau agățătoare, 4-muchiate. Frunze așezate pe tulpină în verticile, câte 4-6, lanceolate sau eliptice. Inflorescență - panicul lax, multiflor. Flori mărunte, bisexuate, de culoare galbenă-verzuie. Fruct baciform, de culoare roșie, la maturitate neagră. înflorește din iunie până în august. Fructele se coc în august-septembrie. Originară din Asia de Sud-Vest. Se înmulțește prin semințe și prin stoloni.

Valoarea tinctorială. Din rădăcini se obține un colorant roșu de calitate foarte bună care se folosește la vopsitul textilelor, covoarelor, picturilor.

Valoarea medicinală. Rădăcina are efect diuretic, antibacterian, antifungic, antiinflamator, colagog, anticancerigen, tonic și emenagog. Intern se administrează în caz de calculi biliari și renali, cistită, pielonefrită, insuficiență renală. Remediul homeopatic obținut din rădăcini se utilizează în boli ale splinei, anemii, subnutriție, amenoree, tuberculoză și patologie osoasă.

Un șir de alte plante folosite în medicina populară și cea modernă, din flora spontană și introduse, posedă proprietăți tinctoriale: sovârvul (*Origanum vulgare*), din flori și din partea aeriană

a plantei se obține un colorant roșu-vișiniu (Tabelul 1); albăstrița (*Centaurea cyanus*), din flori se obține un colorant albastru distinctiv; brânca porcului (*Scrophularia nodosa*) – colorant cu nuanțe verzui; păpălăul (*Physalis alkekengi*) – culoare portocalie; cerențelul (*Geum urbanum*), oferă tonuri roșiatice; socul (*Sambucus nigra*), din lemn sau fructe se obține nuanțe de galben, albastru, maro sau negru; nucul (*Juglans regia*), din scoarță, frunze și coaja fructelor verzi se obțin coloranți cu nuanțe de maro, ocru, negru și verde; busuiocul sălbatic (*Clinopodium vulgare*), frunzele furnizează un colorant cu nuanțe de galben și maro; sânzienele (*Galium verum*), din flori se obțin nuanțe de galben, oranj și verde; stejarul (*Quercus robur*) dă tonuri de galben, cafeniu, verde și negru; nalba mare (*Alcea rosea*), din flori se obține un colorant violet spre albastru-purpuriu; urzica mare (*Urtica dioica*), nuanțe de galben, roșu, verde și albastru; porumbarul (*Prunus spinosa*), din rădăcini și fructe se obține un colorant albastru; popivnicul european (*Asarum europaeum*), din planta întreagă se obține un colorant maro deschis etc.

Tabelul 1

Tabel rezumativ al principalelor plante tinctoriale cu valoare medicinală din colecțiile Grădinii Botanice Naționale

Denumirea științifică	Valoarea tinctorială	Culoarea	Efecte terapeutice	Alte utilizări
Basella rubra	fructele	roșu	demulcent, emolient, diuretic, febrifug, laxativ, astringent	frunzele și lăstarii tineri se folosesc în alimentație, plantă ornamentală
Isatis tinctoria	frunzele	albastru indigo	antiviral, antibacterian, astringent, antitumoral	plantă meliferă florile si frunzele se consuma în salate; substituent al muștarului
Hypericum perforatum	florile frunzele partea aeriană	galben portocaliu maro roșu	analgezic, antiseptic, antispastic, colagog, digestiv, diuretic, sedativ, stimulant	sursă importantă de taninuri
Genista tinctoria	florile lăstarii tineri	galben	diaforetic, diuretic, emetic, stimulant, vasoconstrictor	semințele și mugurii florali au valoare alimentară; sursă de fibre utilizate la fabricarea pânzelor
Cosmos sulphureus	florile tulpinile	roșu galben	antioxidant, antibacterian, hepatoprotector, antihelmintic	plantă ornamentală; florile cu aromă de mango și frunzele tinere sunt comestibile
			diuretic, antitusiv,	extractele din plantă se

Centaurea cyanus	florile	albastru	astringent, emenagog, oftalmic, uşor purgativ şi tonic	utilizează la fabricarea produselor cosmetice; plantă ornamentală
Origanum vulgare	florile partea aeriană	roşu-vişiniu maro-roşiatic	antiseptic, antispastic, carminativ, colagog, diaforetic, emenagog, expectorant, tonic	plantă aromatică importantă în bucătăria mediteraneeană
Carthamus tinctorius	florile	roşu galben-portocaliu	analgezic, antibacterian, anticolesterolemiant, diaforetic, emenagog, laxativ, stimulant	colorant utilizat în industria farmaceutică, alimentară şi cosmetică; lăstarii tineri sunt comestibili
Rubia tinctorum	rădăcinile frunzele	roşu	astringent, colagog, diuretic şi emenagog	colorant roşu de foarte bună calitate folosit şi în scopuri medicinale
Phytolacca americana	fructele	roşu	antiviral, antioxidant, antiinflamator, expectorant, hipnotic, narcotic şi purgativ	potenţial substituent al săpunului; plantă ornamentală; plantă insecticidă
Coreopsis tinctoria	florile	galben	astringent, emetic	plantă ornamentală
Cota tinctoria	florile	galben	antispastic, diaforetic, emetic, emenagog	plantă ornamentală
Clinopodium vulgare	frunzele	galben maro	aromatic, carminativ, diaforetic, expectorant	frunzele se utilizează ca şi condiment

Speciile tinctoriale descrise, pe lângă importanţă lor în tehnica vopsirii vegetale, prezintă posibilităţi de valorificare economică şi în alte domenii. Unele sunt plante melifere (*Isatis tinctoria*), având importanţă în apicultură, constituind surse de polen şi nectar. Altele sunt şi plante industriale (*Juglans regia, Quercus robur*) care fumizează lemnul folosit în industria construcţiilor. Numeroase plante tinctoriale conţin principii bioactive, valorificate ca remedii în medicina tradiţională şi modernă (*Hypericum perforatum, Rubia tinctorum, Centaurea cyanus*); în cosmetologie (*Juglans regia, Carthamus tinctorius*); în alimentaţie (*Origanum vulgare, Juglans regia, Prunus spinosa*); în medicina veterinară, plante importante pentru zootehnie (*Isatis tinctoria, Echium vulgare, Scrophularia nodosa*), specii cu valoare ornamentală (*Cosmos sulfureus, Centaurea cyanus, Phytolacca americana, Coreopsis tinctoria, Cota tinctoria,* etc.).

Concluzii

Studiul descrie un șir de specii de plante tinctoriale din colecțiile Grădinii Botanice Naționale, dar și din flora spontană, o tematică mai puțin abordată în prezent. După descoperirea coloranților și pigmenților de sinteză, comercializați în cantități suficiente și la prețuri accesibile, arta vopsitului cu coloranți naturali a pierdut teren. Prin promovarea acestor resurse naturale insuficient valorificate, se urmărește stimularea interesului și spiritului antreprenorial al tinerei generații pentru aplicarea în practică a cunoștințelor tradiționale moștenite în timp de la populația locală. Sunt, de asemenea, necesare cercetării perpetue pentru identificarea și optimizarea producției de coloranți din resurse naturale. Rezultatele obținute oferă și o pistă educațională, care sporește conștientizarea cu privire la conservarea biodiversității și protecția mediului înconjurător.

Notă: Cercetările sunt realizate în cadrul Subprogramului 010101 ”Cercetarea și conservarea *ex situ* și *in situ* a diversității plantelor din Republica Moldova”.

Referințe

1. Bahadori M.B., Zengin G., Eskandani M. et al. Determination of phenolic composition, antioxidant activity, and therapeutic potential of Golden marguerite (*Cota tinctoria*). In: *Food Measure*, 2021, 15, p. 3314-22.
2. Bechtold T., Turcanu A., Ganglberger E., Geissler S. Natural dyes in modern textile dyehouses - how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future? In: *Journal of Cleaner Production*, 2003, 11(5), p. 499-509,
3. Ciocârlan N. Diversitatea taxonomică a colecției de plante medicinale din Grădina Botanică Națională (Institut) “Al. Ciubotaru”. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Reale şi ale Naturii.* 2023, 1(171), p. 29-36.
4. Iușan C., Coman V., Poll M. et al. Trăistuța cu plante tinctoriale din Rezervația Biosferei Munții Rodnei”. Ed.: Silviu Hodiș – Târgu Lăpuș: Galaxia Gutenberg, 2022, 152 p.
5. Luchian V., Lagunovschi-Luchian V., Săvulescu E. ș.a. Plante medicinale, aromatice și tinctoriale Sănătate și frumusețe. Editura Alpha, 2017, 368 p.
6. Plants for a Future Database. Disponibil: https://pfaf.org/user/plantsearch.aspx [accesat: 15.08.2024].
7. Polischuk N. P. Dye plants of the Kurgan region and their importance / N. P. Polischuk, D. G. Chizhikova, M. V. Semenova. Young scientist. 2019, 3 (241), p. 66-68.
8. Şofransky Z. Paleta culorilor populare. Bucureşti: Editura Etnologică. 2006, 234 p.
9. Sparks T.H., Menzel A., Stenseth N.C. European Cooperation in Plant Phenology. In: *Climate Research*, 2009, vol. 39, 12 p.
10. Teleuță A., Colțun M., Mihăilescu C., Ciocârlan N. Plante Medicinale. Ed.: Litera Internațional, 2008, 336 p.
11. Yadav S., Tiwari K.S., Gupta C. et al. A brief review on natural dyes, pigments: Recent advances and future perspectives. In: *Results in Chemistry*, 2023, vol. 5:100733.
12. Майсурадзе Н.И., Черкасов О.А., Тихонова В.Л. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. ЦБНТИ. Сер. Лекарств. растениеводство. М., 1984, N3, 33 стр.

UDC: 633.521:664.8 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.54

STORAGE POTENTIAL OF FLAX (*Linum usitatissimum* L.) SAMPLES - AN INDICATOR OF SEED LONGEVITY DURING *EX SITU* CONSERVATION

Corlateanu Liudmila*, *https://orcid.org/0000-0002-1018-1832*
Mihaila Victoria, *https://orcid.org/0000-0003-3984-9477*
Ganea Anatolie, *https://orcid.org/0000-0002-8658-6879*
Doina Cutitaru, *https://orcid.org/0000-0001-9956-8189*
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
**e-mail: liudmila.corlateanu@sti.usm.md*

Summary. The article examines the effectiveness of the accelerated seed aging method for assessing the storage potential of flax samples for *ex situ* conservation in active genetic bank collections. The use of this method, which involves incubation of seeds at high temperature and humidity, allows the effects of unfavourable environmental factors to be adequately modelled and their influence on seed stability to be predicted. Various morphophysiological and biochemical parameters were used to determine the storage potential of seeds in order to predict their successful storage in the plant genome bank. Flax samples with high storage potential were identified. The data obtained indicate that the accelerated seed aging test allows the evaluation of differences in resistance between different varieties of important crop species.

Keywords: flax, storage potential, accelerated aging, germination, electrolyte leakage

Introduction

In the *ex situ* conservation of plant germplasm in plant genetic banks, one of the main challenges is to maintain the viability of seeds, as seeds gradually lose their germination and genetic homogeneity as a result of aging [9]. Therefore, studying the storage potential (SP) of seeds is a very important step in the *ex situ* conservation of plant genetic resources, especially for the long-term storage of collection samples in a plant genetic bank. Many plant genetic banks of different countries have widely used and defined this term in the last decades [4, 6]. To study the storage potential, which indicates the longevity of collection samples during storage, the method of accelerated aging (AA) of seeds is of great interest. The essence of the method is to artificially accelerate the aging process by exposing seeds to elevated temperature and high relative humidity for a relatively short period of time [3]. There are a number of papers comparing physiological and biochemical changes in seeds under accelerated aging and long-term storage. After the accelerated seed aging test, various morphological, physiological and biochemical parameters can be used to assess the seed storage potential, which is a complex indicator and allows the evaluation of differences between varieties of different crop species [2, 4, 6]. This test can be used to monitor plant gene pool samples, i.e. to keep a permanent record of seed viability, and to classify genotypes from working and active collections according to different seed aging parameters. The seed AA test allows:

- Identify collection samples that are not suitable for long-term storage in the genebank.
- Make recommendations on the timing of seed propagation.
- Indicate the need to restore the viability of valuable collection samples.

The aim of this research was to determine the storage potential of flax seeds prior to *ex situ* conservation in the plant genetic bank according to various morphological, physiological and biochemical parameters using an accelerated seed aging test.

Material and methods

To determine the storage potential of flax seeds, we used the AA test according to the method described in the *Handbook of vigor test methods* [3]. For flax seeds, it is recommended to conduct AA of seeds at air temperature of 42°C, relative humidity of 80.0 - 90.0%, and aging time of 72 hours. Often it is necessary to adjust these conditions when aging seeds of each specific crop and even of a specific genotype. A different aging temperature was suggested for some flax genotypes we studied: 43°C. Six flax genotypes were tested: *Vizit*, *Batist*, *Belinca*, *Polesskiy-6*, *K-7907* and *Kaufmann*. There were 300 seeds in each variant (in the experiment and in the control). The experiments were conducted in 3-fold repetition. The control was flax seeds of the last reproduction. Experimental data were processed using *Statistica 7* program package.

After accelerated aging of seeds, various morphophysiological parameters of flax seeds and seedlings were determined: germination energy and germination of seeds, root lenght, raw biomass of spines according to the *International Seed Testing Regulations ISTA* [5]. Electrolyte leakage was also determined by electrical conductivity of solutions with normal and aged seeds [7]. Among biochemical parameters, the activity of peroxidase enzyme was determined in the roots of flax seedlings [8].

Results and discussions

In the experiments with flax genotypes, a slight drop in germination after seed AA was found compared to the control. Different genotypes showed a 9.3 - 18.7% decrease in germination, which may indicate genotypic specificity of the samples (Fig. 1). The seeds of the tested six flax genotypes had a germination rate of 81.3-90.7% after the test, i.e. they showed high

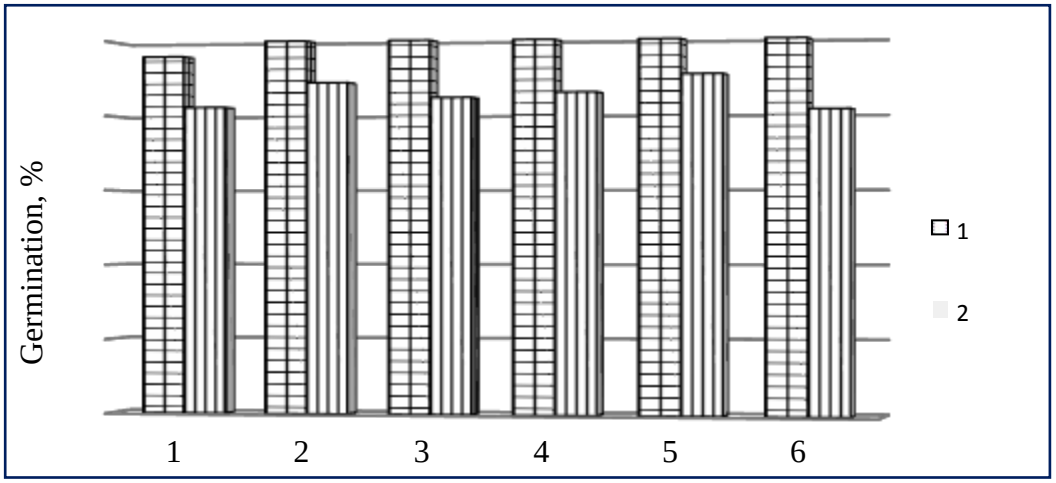


Figure 1. Flax seed germination after AA, %. 1 – Control; 2 – Experiment. Evaluation genotypes: 1- Vizit; 2- Batist; 3- Belinca; 4- Polesskiy-6; 5- K-7907; 6- Kaufmann.

resistance to abiotic stress factors. The harsh conditions of the accelerated aging test (increased air temperature and humidity) did not lead to a significant suppression of seed germination. The minimum decrease in germination of flax seeds after AA was observed in genotypes *K-7907* and *Batist* (by 9.3 and 11.2%, respectively), and the maximum - in genotype *Kaufmann* (by 18.7%).

From the morphophysiological parameters of seedlings, root length, dry and fresh biomass of roots were determined. The maximum decrease in the length of flax seed roots after AA was observed in the genotypes *Belinca* and *Batist* (by 10.7 and 10.4 mm, respectively) (Table). The minimum inhibition of root growth was recorded in genotypes *Vizit* (by 5.8 mm) and *K-7907* (by 4.2 mm).

Genotypes	Variants	Root lenght, mm	Fresh root biomass, mg
Vizit	C	17.7±1.5	260.0±11.2
	E	11.8±1.8	190.0±10.3*
Batist	C	15.7±1.5	200.0±17.2
	E	5.33±0.7*	160.0±15.4*
Belinca	C	14.6±1.3	170.0±11.0
	E	3.9±0.2*	60.0±9.1*
Polesskyi-6	C	15.7±1.6	170.0±18.9
	E	7.4 ±0.9*	130.0±15.3*
K-7907	C	11.7±0.9	160.0±13.9
	E	7.4±0.5*	110.0±11.6*
Kaufmann	C	15.0±1.1	180.0±21.6
	E	6.8±0.8*	120.0±17.4*

Table. Manifestation of some parameters of flax germs following accelerated seed aging
C- Control; E – Experiment. * - significant differences at $p < 0.05$

The smallest decrease in fresh biomass of roots after seed AA was found in flax genotypes *Batist* and *K-7907* (by 40 and 50 mg, respectively) (Table). It should be noted that flax genotype *K-7907* was the most resistant to abiotic environmental stress factors during accelerated seed aging in a comparative analysis of various morphological parameters.

Almost all flax genotypes showed positive correlation of seed germination with germination energy (r= +0.63), root length (r= +0.65) and raw biomass of roots (r= +0.65).

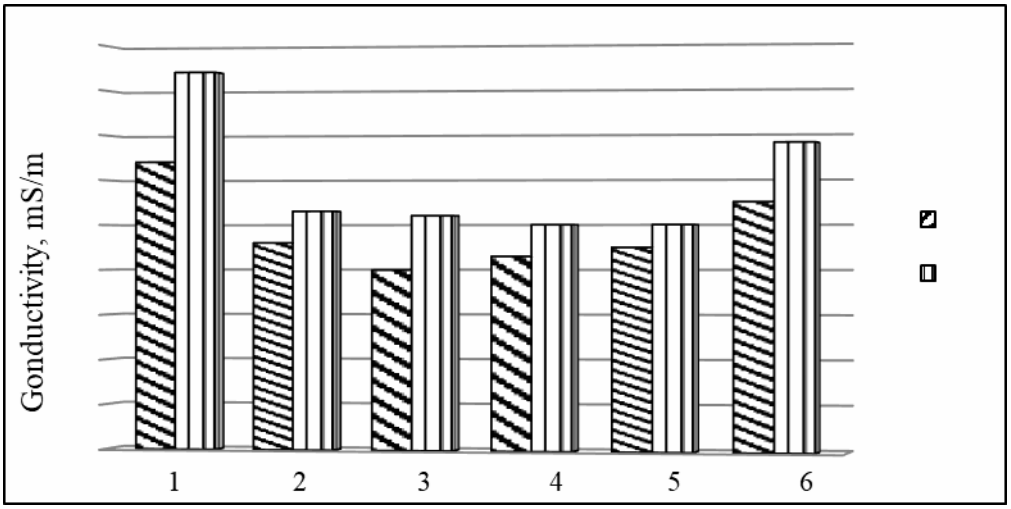


Figure 2. Conductivity of untreated and aged flax seed solutions after the action of the accelerated aging test, mS/m (24 hours). 1 – Control; 2 – Experiment. Evaluation genotypes: 1-*Vizit*; 2-*Batist*; 3-*Belinca*; 4-*Polesskiy- 6*; 5- *K-7907*; 6-*Kaufmann.*

We also determined the electrolyte leakage of seeds after accelerated aging by measuring the conductivity of solutions of normal and aged seeds with the conductometer N5721 at two swelling exposures of 24 and 48 hours. In seeds of aged flax genotypes, no significant differences were obtained between the above exposures. It was found that after AA of flax seeds, the electrical conductivity of solutions increased by 1.1-1.3 times compared to the control depending on the

genotype (Fig. 2). Such a slight increase in electrolyte yield indicates a slight increase in protoplasm permeability after accelerated aging of flax seeds. This fact is favorable for successful *ex situ* conservation of flax collection samples in the plant genetic bank.

Determination of peroxidase enzyme activity after accelerated seed aging in the roots of flax seedlings revealed that the enzyme activity increased depending on the genotype by 1.2 - 1.8 times compared to the control (Fig. 3). This is known to be characteristic of the effect of thermal stress on seeds. The highest increase of peroxidase enzyme content in seedling roots after seed AA compared to control was observed in *Batist* and *Belinca* genotypes (1.5-1.8 times), and the lowest - in *K-7907* genotype (1.2 times).

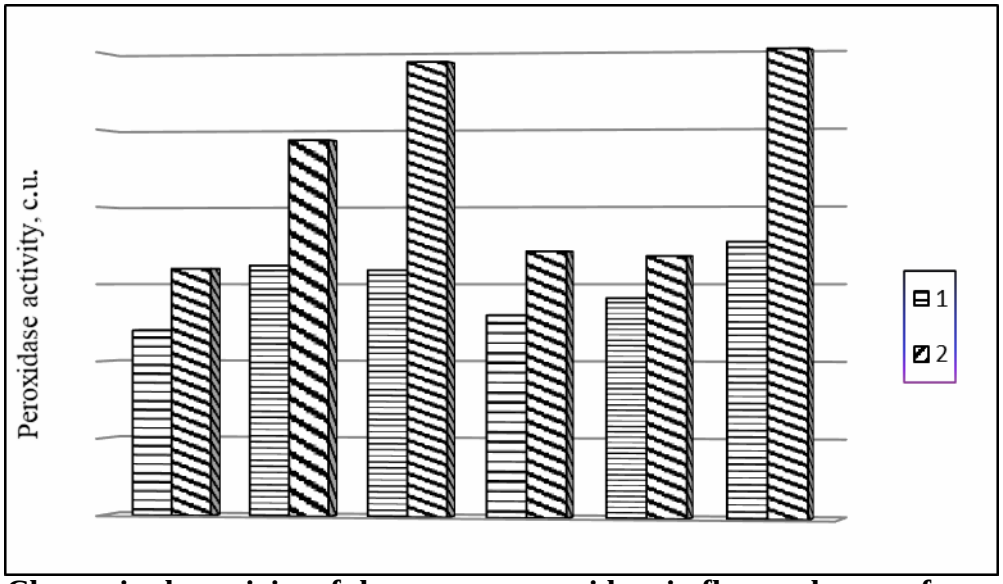


Figure 3. Change in the activity of the enzyme peroxidase in flax seed roots after accelerated aging. 1 – Control; 2 – Experiment. Evaluation genotypes: 1 - Vizit; 2 - Batist; 3 -Belinca; 4 - Polesskiy-6; 5 - K-7907; 6 - Kaufmann.

According to the sum of different morphophysiological and biochemical parameters of flax seeds and seedlings, it can be concluded that all samples of the collection have a high storage potential and are resistant to abiotic environmental factors. The flax genotypes *K-7907* and *Batist* had the highest storage potential. All the flax samples studied can be deposited in the Plant Genetic Bank for *ex situ* conservation.

Conclusions

Another air temperature during accelerated aging for some flax genotypes - 43ºC - was proposed and tested.

The test of accelerated ageing of seeds allows to determine their storage potential, which makes it possible to characterise the ability of samples of different crops for long-term *ex situ* conservation in the genetic bank of plants.

All flax genotypes studied have a high storage potential and are suitable for long-term storage in active collections of the gene bank.

Acknowledgements. The research was carried out within the framework of the Subprogram 011102 *Expansion and conservation of genetic diversity, improvement of agricultural crop genotypes in the context of climate change*, funded by the Ministry of Education and Research of the RM.

References

1. Corlateanu, L., Mihaila, V., Melian, L., Ganea, A. Prognozarea longevității mostrelor din colecția de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) prin utilizarea testului de îmbătrânire accelerată a semințelor și determinarea potențialului lor de păstrare pentru conservarea *ex situ.* In: *Studia Universitatis Moldaviae. Științe Reale și ale Naturii*. Categoria B, 2023, nr. 1(171), p.65-70. ISSN 1814-3237. https://doi.org/10.59295/sum1(171)2023_08.
2. Corlateanu, L. B., Mihaila, V.V., Ganea, A.I. Storage potential of fenugreek (*Trigonella foenum- graecum*) seeds during *ex situ* conservation in a plant genetic bank. In: Vegetable and melons: historical aspects, current status, problems and development prospects. Materials of the X International scientific and practical conference, March 11-12, 2024, vol.2. Kruty (Ukraine), 2024, p. 105-110.
3. Hampton, J. G., Tekrony Y, D. M. Handbook of vigor test methods. International Seed Testing Assn, Zurich, Switzerland. 1995. 120 p.
4. Havstad, T., Aamlid, T., Lomholt, A. Evaluation of vigor tests for determination of seed storage potential in red clover (*Trifolium pratensis* L.) and timothy (*Phleum pretense* L.). In: *Seeds Science and Technology*, 2011, vol. 39, p. 637-648.
5. International rules for seed testing. M.: Колос, 1984. 310 с.
6. Mielezrski, F., Marcos-Filno, H. Assessment of physiological potential of stored pea (*Pisum sativum* L.) seeds. In: *Journal of Seed Science*, 2013, vol. 35, p. 42-50.
7. Алексейчук, Г. Н., Ламан, Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. Минск, 2005. 48 с.
8. Ермаков, А.И., Арасимович, В.И., Ярош, Н.П. и др. Определение активности пероксидазы. В: Методы биохимического исследования растений. М., Колос, 1987, с.42-43.
9. Корлэтяну, Л. Б. Жизнеспособность семян культурных растений в условиях консервации *ex situ* при действии миллиметрового излучения. Кишинев. 2012. 156 с. ISBN 978-9975-62-313-1

UDC: 635.74:575.222.7 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.55

APRECIEREA MATERIALULUI INIȚIAL DE AMELIORARE DE SALVIE LA INDICII CANTITATIVI AI ULEIULUI ESENŢIAL

Cotelea Ludmila*, *https://orcid.org/0009-0006-1395-2440*
Balmuș Zinaida, *https:// orcid.org/0000-0002-1164-6435*
Butnaraș Violeta, *https://orcid.org/0009-0003-9747-7568*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: ludmila.cotelea@sti.usm.md*

Summary. As a result of the evaluation of the initial breeding material for the quantitative indices of the essential oil, it was demonstrated that 72.5% of the number of evaluated hybrids synthesized, accumulated more than 1.0% essential oil recalculated to the dry matter; 21.6% of these hybrids demonstrated high essential oil content – 1.4-2.7% (dry matter). Exceptional were 2 simple hybrids, (Cr.p. 99 S_{13} x AP 52-11 S_3)F_2 and (AP 49-11 S_3 x NC 61-11 S_3)F_2 with 2.611 and 2.703%. The initial improvement material, with a high content of essential oil, will be used in the development of new varieties of hybrid origin.

Keywords: *Salvia sclarea*, hybrid, initial breeding material, the quantitative characters, essential oil.

Introducere

Salvia sclarea L. este o specie aromatică şi medicinală din familia Lamiaceae. Specia este cultivate sintezează şi acumulează ulei esenţial în inflorescenţe, flori. În medicina populară sunt folosite florile de şerlai extern, în gargarisme, ulceraţii, edeme, pentru băi, îngrijirea părului etc. [6]. Uleiul esenţial din inflorescenţe proaspete de şerlai este utilizat în aromaterapie, cu efecte extraordinare în tratarea hipertensiunii arteriale, în cataruri, amigdalite, dureri menstruale, inflamații ale tegumentelor cu tendință de îmbătrânire [2, 7]. S-au obţinut rezultate foarte bune în tratarea osteoartrozelor şi artritei reumatoide. Fiind un bun tonic nervos uleiul esenţial de şerlai se foloseşte în tratarea stărilor de depresii, etc. [8, 10]. Uleiul de *Salvia sclarea* se mai utilizează în indistria alimentară. Cea mai înaltă apreciere însă o are în parfumerie, fiind foarte apreciată atât aroma excelentă cât şi calitatea de fixator al aromelor [8, 10, 6]. Se mai foloseşte acest ulei esenţial la fabricarea berii în loc de hamei, precum şi la producerea băuturilor răcoritoare. La producerea lichiorurilor uleiul de şerlai întră în componenţa „cremei de vanilie”, iar în vinificaţie se foloseşte la fabricarea vermutului şi vinurilor de tip muscat. Industria de producere a vinurilor utilizează nu numai uleiul ci şi extractul alcoolic din inflorescenţe, astfel întră în componenţa vinului aromatizat Buchet Moldavii [8, 10].

Importanţa acestei specii, multiplele utilizări ale uleiului esențial și inflorescențelor, a stimulat un șir de cercetări de ameliorare a speciei, pentru crearea hibrizilor noi de diferite tipuri (simpli, tripli, dubli, în trepte și complecși), și liniilor consangvinizate, rezistenți la secetă, ger și iernare, care ar sinteza şi acumula un conţinut cât mai înalt de ulei esenţial [1, 3, 4]. Până în prezent avem create, evaluate peste 500 genotipuri de *Salvia sclarea*, iar și lucrările de ameliorare pentru crearea materialului inițial de ameliorare de perspectivă, cu conținut ridicat de ulei esențial continuă. În această lucrare sunt prezentate rezultatele acestor cercetări.

Material şi metode

Materialul de ameliorare utilizat, este reprezentat prin 51 hibrizi de diferite tipuri: simpli, tripli, dubli în trepte și complecși de *Salvia sclarea* L.

Deosebirea fenotipică a hibrizilor a fost studiată prin evaluarea fazelor fenologice de dezvoltare – regenerarea, formarea rozetei de frunze, apariţia internodurilor, butonizarea, înflorirea, coacerea tehnică. Evaluarea caracterelor cantitative, care influenţează direct recolta de materie primă şi producţia de ulei esenţial – talia plantelor, lungimea inflorescenţei, numărul de ramificaţii de gradul întâi şi doi al inflorescenţei a fost efectuată conform metodelor în vigoare [9, 10].

Conţinutul de ulei esenţial a fost determinat prin hidrodistilare, în mostre de inflorescenţe proaspete a câte100 g), timp de 60 min în aparate Ginsberg. [10, 11].

Analiza statistică a datelor experimentale obţinute, s-a efectuat conform metodelor în vigoare [12] şi prin intermediul softului STATISTICA 7.

Rezultate și discuţii

Aprecierea speciei *Salvia sclarea*, prin evaluarea materialului iniţial de ameliorare, utilizat la crearea hibrizilor, soiurilor de performanţă, are ca scop obţinerea genotipurilor noi cu caractere cantitative valoroase și conţinut ridicat de ulei essential.

Evaluarea materialului iniţial de ameliorare la *Salvia sclarea* L., evidenţierea genotipurilor de performanţă, ce ar garanta producţie sporită de inflorescenţe, conţinut înalt de ulei esenţial, are o importanţă indiscutabilă. Pentru crearea hibrizilor simpli, trilinari dubli, în trepte și complecși, de *Salvia sclarea* L., rezistenţi la factori biotici şi abiotici, a fost utilizat material iniţial (forme parentale) ce posedă variabilitate pronunţată, caractere, însuşiri excepţionale, pentru ameliorare şi crearea de noi hibrizi și soiuri de origine hibridă [1, 5]. Caracterele cantitative la *Salvia sclarea,* sunt modificate în mare măsură de condițiile climaterice ale anului. Astfel, în condiţii de temperaturi ridicate, din vara anilor 2021 – 2022, materialul inițial de ameliorare, a fost reprezentat prin plante viguroase, cu panicule bine dezvoltate, număr mare de ramificaţii de gradul întâi şi al doilea al inflorescenței. Evaluând diversitatea caracterelor cantitative al materialului inițial de ameliorare de salvie, s-a demonstrat, că acesta posedă o variabilitate excesivă. Talia plantelor a variat de la 83,3 până la 122,7 cm, în dependenţă de genotip, iar lungimea inflorescenței, caracter de care în mare măsură depinde randamentul hibridului a fost de 46,1 – 68,5 cm, ultimul indice aparținând hibridului triplu [AP 29-11 S_2 x (0-23 S_3 x Trakiika)F_9]F_3 (tab. 1).

Productivitatea la şerlai este în directă dependenţă de raportul dintre lungimea inflorescenţei şi talia plantei. La formele selectate acest indice a variat de la 49,5 până la 64,7%. Important este, că raportul lungimea inflorescenţei / talia plantei, la majoritatea genotipurilor evaluate constituie 50 – 65%. Cota parte a inflorescenţei din talia plantei mai mare de 55% s - a atestat la 15 genotipuri (tab. 1). Inflorescenţe viguroase de peste 68 cm, sunt caracteristice pentru hibridul simplu (AP 115-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2, iar paniculul acestei combinații hibride a constituit 56,1% din talia plantei (tab. 1). Rata inflorescenţei / talia plantei mai mare 56% s-a atestat la patru combinații hibride simple: (NC 6-11 S_3 x NC 11-11 S_3)F_2 (56,0%), (AP 115-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2 (56,1%), (AP 113-11 S_3 x NC 19-11 S_3)F_2 (57,1%), (NC 11-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2 (57,5%) și la hibridul triplu (S. sc.German x Basarabia)F_2 (56,5%) (tab. 1).

Cea mai mare parte a inflorescenței din talia plantei – 58%, s-a înregistrat la hibrizii [AP 29-11 S_2 x (0-23 S_3 x Trakiika)F_9]F_3 și (AP 30-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2 (tab. 1). Cea mai bună corelație între lungimea inflorescenţei și talia plantei (64,7%) a fost atestată la genotipul în trepte [(0-42 x Rubin)F_1 x S-786)BC_7 x AP60-11 S_3)]F_2 (tab. 1).

Este necesar de remarcat faptul, că caracterele cantitative la salvie, depind în mare măsură de condiţiile climaterice ale anului şi se caracterizează printr-o anumită variabilitate genotipică şi fenotipică pentru fiecare caracter în parte. Inflorescenţele lungi, compacte, puternic ramificate sunt caractere importante pentru şerlai. Atât ramificaţiile de gradul întâi, cât şi al doilea ale inflorescenţei, influenţează direct producția de materie prima si conţinutul de ulei esenţial, deoarece glandele oleifere la *Salvia sclarea* sunt exogene, amplasate pe epiderma ramificaţiilor inflorescenţei şi a sepalelor concrescute ale florilor.

Tabelul 1

Evaluarea materialului inițial de ameliorare de *Salvia sclarea* L. la unele caractere cantitative

Hibrizi	Talia plantei, cm	Lungimea inflorescenței, cm	Raport lungimea inflorescenței/ talia plantei,%
	X±sX	X±sX	
Hibrizi simpli			
(AP 34-11 S_3 x AP 10-11 S_3)F_2	109,9±5,3	60,1±4.3	54,7
(AP 30-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2	101,5±4,1	59,0±3.2	58,1
(AP 115-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2	119,8±5,1	67,2±6.3	56,1
(AP 113-11 S_3 x NC 19-11 S_3)F_2	100,7±5,5	57,5±4,9	57,1
(NC 11-11 S_3 x NC 6-11 S_3)F_2	114,0±5,6	65,6±3,3	57,5
(NC 6-11 S_3 x NC 11-11 S_3)F_2	111,5±5,1	62,6±5,4	56,0
(Cr.p 99 S_{13} x AP 52-11 S_3)F_2	92,1±8,5	49,1±2,8	53,3
Hibrizi tripli			
(S. sc.German x Basarabia)F_2	112,2±5,0	63,4±6,5	56,5
[AP 29-11 S_2 x (V-24-86 691-80 S_3 x 0-36 S_3)F_{10}]F_3	97,8±3,7	53,8±2,6	55,0
[AP 29-11 S_2 x (0-23 S_3 x Trakiika)F_9]F_3	118,0±5,1	68,5±4,9	58,0
[AP 63-11 S_2 x (Rubin x S-1122 9 S_2)F_{11}]F_3	102,0±11,4	50,5±5,1	49,5
[(M-69 10 S_4 x S 1122)F_{10} x AP 68-11 S3]F_3	102,9±4,9	52,7±5,8	55,6
Hibrizi dubli			
[(0-23 S_3 x Trakiika)F_8 x (Cr.p. 1 S_1x M-69)F_{11}]F_3	104,4±5,9	57,8±3,4	55,4
Hibrizi în trepte și complecși			
[(0-42 x Rubin)F_1xS-786)BC_7 x AP60-11 S_3)]F_2	100,4±8,0	58,6±4,2	58,4
[(AP 60-11 S_3 x (0-42 x Rubin)F_1 x S-786)BC_7)]F_2	97,6±5,8	63,2±5,1	64,7
(S. sc.German x Nataly Clary)F_2	122,7±6,2	61,9±5,4	50,4
(Victor x Parfum Perfect)F_2	113,1±7,8	62,9±6,8	55,6
(S. sc.German x Ambriela)F_2	92,0±8,8	50,8±4,1	55,2
[NC 11 - 11 S_2 x (M-69 429-82 S_3 x S.s.Turkmen/N)F_1 x S-1122 172 S_3)F_9]F_3	83,3±4,7	46,1±2,1	55,3

Numărul de ramificații de gradul I a variat de la 11,6 până la 18,4 la diferiți hibrizi. Cele mai evidente valori ce pot fi utilizate ca caractere distinctive, s-au înregistrat la caracterul „numărul ramificaţiilor” de gradul al doilea al inflorescenţei, ce a variat de la 15,4 până la 46,0 (fig. 1.).

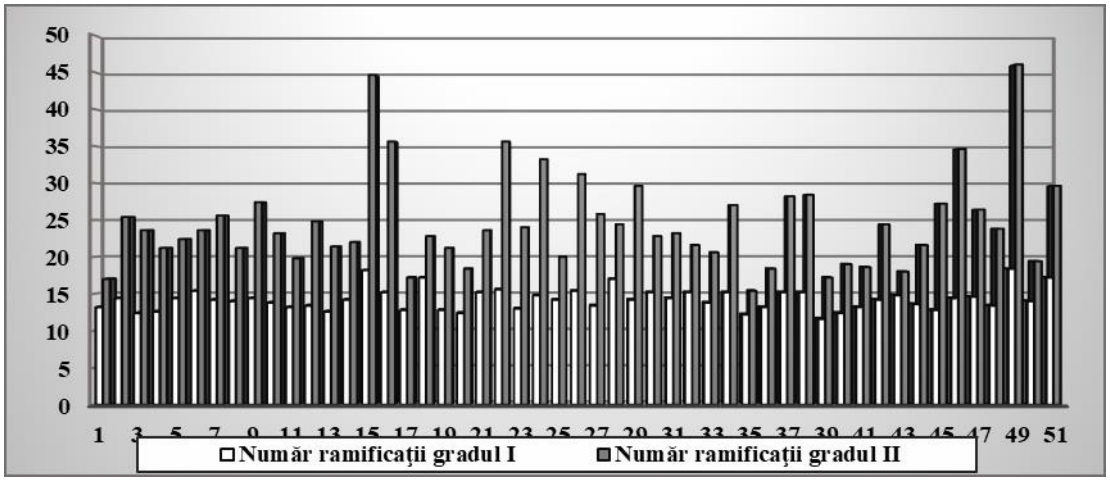


Figura 1. Numărul de ramificații de gradul I și II al inflorescenței la hibrizi simpli, tripli, dubli, în trepte și complecși de *Salvia sclarea* L.

Programele de ameliorare ale şerlaiului includ neapărat crearea hibrizilor şi soiurilor cu conţinut ridicat de ulei esenţial de calitate superioară. Toate caracterele inflorescenței, precum şi numărul mare de ramificaţii de gradul I şi II, care la unii hibrizi au constituit în sumă peste 46 – 64

unități, au favorizat acumularea unui conţinut de ulei esenţial, ce a variat de la 0,624 până la 2,703% s.u. (fig. 2). Determinarea conţinutului de ulei esenţial în inflorescenţe, recalculat la substanţă uscată, a demonstrat, că unele combinații hibride din cauza secetei au sintezat şi acumulat o cantitate relativ scăzută de ulei – 0,624 – 0,987%, însă majoritatea hibrizilor au acumulat un conţinut ridicat de ulei esenţial de peste 1,0% (fig. 2).

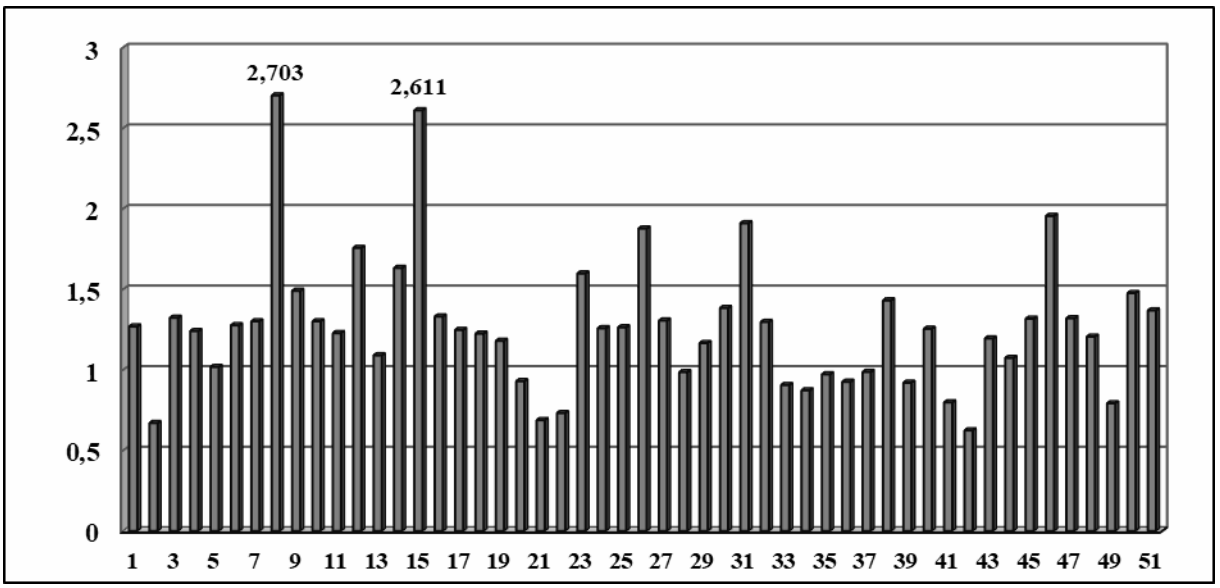


Figura 2. Conţinutul în ulei esenţial la hibrizi de diferite tipuri (material inițial de ameliorare) de *Salvia sclarea* L.

Astfel, conţinut înalt de ulei esenţial, de peste 1,0% (s.u.) s-a atestat la 72,5% din materialul inițial de ameliorare evaluat, în funcție de generaţie, iar 21,6% din aceşti hibrizi au sintezat, acumulat conţinut foarte ridicat de ulei esenţial – 1,4-2,7% (s.u.), cum ar fi: hibrizii în trepte (Nataly Clary x Parfum Perfect)F_2, [(S-3 x H_2S_3)F_2 x 0-32 S_3)F_8 x NC 11 - 11 S_2]F_3, hibrizii simplu și triliniar (AP 113 - 11 S_3 x NC 19 - 11 S_3)F_2 și [AP 63 - 11 S_2 x (Rubin x S-1122 9 S_2)F_{11}]F_3, precum și alte două combinații hibride simple (NC 61-11 S_3 x AP 30-11 S_3)F_2 și (NC 11-11 S_3 x NC 6 - 11 S_3)F_2 au acumulat 1,431, 1,476, 1,490, 1,598, 1,632 și 1,757% ulei esențial respectiv (fig. 2. № 38, 50, 9, 23, 14, 12). Consemnăm, că conţinut foarte ridicat în ulei esenţial a fost atestat și hibridul triplu [AP 89-11S_2 x (M-69 42 S_3 x K-19)F_8]F_3, combinațiile hibride – în trepte [(0-42 x Rubin)F_1xS-786)BC_7 x AP 60-11 S_3)]F_2 și complex [NC 11 - 11 S_2 x (M-69 429-82 S_3 x S.s.Turkmen/N)F_1 x S-1122 172 S_3)F_9]F_3 care au sintezat și acumulat ulei esențial (s.u.): 1,877, 1,910 și 1,955%, respectiv (fig. 2. № 26, 31, 46). Excepționali au fost 2 hibrizi simpli: (Cr.p 99 S_{13} x AP 52-11 S_3)F_2 cu 2,611% s.u., iar în primul an de vegetație această combinație hibridă a acumulat – 2,178% s.u. și (AP 49-11 S_3 x NC 61-11 S_3)F_2, la care conținutul de ulei esențial recalculat la substanța uscată a constituit 2,703% (fig. 2. №15, 8). Conţinutul de ulei esenţial în inflorescenţe mai mic de 1%, a fost atestat la 14 din hibrizii evaluaţi (fig. 2. № 2, 20, 21, 22, 28, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 42, 49).

Concluzii

Caracterele inflorescenței: talia plantei, lungimea paniculului, precum şi numărul mare de ramificaţii de gradul I şi II, care la unii hibrizi au constituit în sumă 46 – 64 unități, au favorizat acumularea unui conţinut înalt de ulei esenţial, ce a variat în limitele 0,624 – 2,703% s.u.

Pentru hibrizii evaluaţi, determinarea conţinutului de ulei esenţial în inflorescenţe, recalculat la substanţă uscată, a demonstrat, că unele combinații hibride din cauza secetei au sintezat şi acumulat o cantitate relativ scăzută de ulei – 0,624 – 0,987%.

S-a demonstrat, că conţinut înalt de ulei esenţial, de peste 1,0% (s.u.) s-a atestat la 72,5% hibrizi, în funcție de generaţie, iar 21,6% din aceşti hibrizii au sintezat, acumulat ulei esenţial – 1,4-2,7% (s.u.)

Cu conţinut foarte ridicat în ulei esenţial s-au evidenţiat: hibridul triplu [AP 89-11S_2 x (M-69 42 S_3 x K-19)F_8]F_3 (1,877% s.u.), combinațiile hibride – în trepte [(0-42 x Rubin)F_1xS-786)BC_7 x AP60-11 S_3)]F_2 (1,910 % s.u.) și – complex [NC 11 -11 S_2 x (M-69 429-82 S_3 x S.s.Turkmen/N)F_1 x S-1122 172 S_3)F_9]F_3, (1,955% s.u.).

Excepțional rezultat au demonstrat doi hibrizi simpli: (Cr.p 99 S_{13} x AP 52-11 S_3)F_2, – 2,611% s.u., și (AP 49-11 S_3 x NC 61-11 S_3)F_2 – 2,703% s.u. ulei esențial.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011102 „*Extinderea și conservarea diversitații genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole in contextul schimbărilor climatice*”, finanţat de Ministerul Educației și Cercetării.

Referințe

1. Balmuş, Z., Gonceriuc, M., Cotelea, L., Butnaraş, V. Realizări în ameliorarea speciei *Salvia sclarea* L. (şerlai) în Republica Moldova. În: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*: conferinţa şt. naţ. cu participare intern., ediţia a 5, 29-30 iunie 2021, Bălţi., p. 21-26. ISBN 978-9975-62-432-9.
2. Bojor O. Aromaterapia. Bucureşti, 1994. 234 p.
3. Cotelea L. Hibrizi perspectivi de *Salvia sclarea* L., cu conținut înalt de ulei esențial. În: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective*: al 5-lea simpoz. naţ. cu participare intern., 21-22 oct. 2019: teze. Chişinău, 2019, p. 152 ISBN 978-9975-56-371-0.
4. Cotelea, L., Goncearіuc, M., Balmus, Z., Butnaras, V. Genotypes of *Salvia sclarea* establishment of essential oil. In: Life Sciences in the dialogue of generations: National conf. with international participation, Chisinau, 29-30 Sept. 2022: abstr. book. Chisinau, 2022, p. 36. ISBN 978-9975-159-80-7.
5. Котеля, Л.А., Балмуш, З.К., Бутнараш, В.И., Дубиц, Т.В. Оценка гибридов шалфея мускатного с высоким содержанием эфирного масла. В: Основные, малораспространенные и нетрадиционные виды растений – от изучения к внедрению (сельскохозяйственные и биологические науки). VII Международная научно-практическая конференция (в рамках VIII научного форума «Неделя науки в Крутах – 2023»), Круты, Украина, 2 марта 2023, Т.2, с.154-165.
6. Davis P., Daniel C.W. Subtle Aromatherapy, 1991, 234 p.
7. Goncearіuc M. Aspecte citogenetice ale diferitor tipuri de androsterilitate la hibrizii în trepte de *Salvia sclarea* L. În: Cercetări de Genetică Vegetală şi Animală Vol.VI. Romania, 2000, p. 131-136.
8. Goncearіuc, M. Salvia L. 2002. - Chişinău: Centrul Ed. UASM. - 212 p.
9. Goncearіuc, M. Şerlaiul. În: Ameliorarea specială a plantelor. - Chişinău, 2004, p. 525-541.
10. Goncearіuc, M. Plante medicinale şi aromatice cultivate. Monografie. - Chişinău, 2008, p. 199–202.
11. Гинзберг А.С. Ускоренный способ определения количества эфирного масла в эфироносах в Крыму N.8-9. 1932.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC: 575.22:635.657 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.56

ASSESSMENT OF CORRELATION AND PATH ANALYSIS IN COLLECTION'S GENOTYPES OF CHICKPEA

Curshunji Dmitri
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
http://orcid.org/0009-0006-2928-9583, e-mail: dmitri.cursunji@sti.usm.md

Summary. Twenty three collection genotypes of chickpea were evaluated for 10 components of yield (3 phenological and 7 plant data) on grain yield per plant. Investigation was carried out on field of Institution in 2022-2023. Correlation analysis revealed significant relationship by characters: days taken to flowering and maturity, primary and secondary branches per plant and 100 grain weight with grain yield. Highly negative correlation with yield had component grain per pod. Path analysis revealed direct effect on yield following components: highest effect had character 100 grain weight (0.833) followed by pods per plant (0.562), days to flowering (0.362), primary branches per plant (0.192) and secondary branches per plant (0.074). Highest negative direct effect on yield had character grain per pod (-0.881) followed by grain per plant (-0.593), days taken to maturity (-0.106). Grain per plant was formed mainly on basis 6 components by indirect effects.

Keywords: chickpea, yield, components of yield, correlation, path analysis.

Introduction

Chickpea grain yield is influenced by a wide range of genetic, physiological, and ecological factors. It is essential to comprehend the relationships between grain yield and its yield components in order for effective breeding procedures and agronomic practices to increase productivity and satisfy the growing demand for this crop [3]. Correlation coefficients in general show associations among independent characters. Path analysis is used to determine the amount of direct and indirect effect of the causal components on the effect component. Much research has been done in this area. To my knowledge, in our republic up to the present time this kind of work was not carried out on collection genotypes of chickpea. Let us present the results of some works in this area.

Pakistan's researchers Babar Manzoor Atta et al. reported: thirty-two chickpea genotypes were evaluated for components of yield. Grain yield per plant showed highly significant positive correlation with days to maturity, primary branches, secondary branches and 100 seed weight and significant positive correlation with pods per plant. Path coefficient analysis revealed that pods per plant and 100 seed weight had the highest direct effect on grain yield per plant followed by secondary branches. Results revealed that a greater number of secondary branches, pods per plant and bold seed size are major yield contributing factors in selecting high yielding chickpea cultivars [1]. Mushtaq M.A. et al. reported: a study was carried out to investigate variability parameters and path coefficient analysis in twenty elite chickpea genotypes including three standards. Investigations regarding path coefficient showed that days taken to flowering had maximum direct influence on seed yield per plant followed by total weight of plant, 100 grains weight, primary branches, and plant height. These are important parameters for selecting maximum yielding genotypes in chickpea [4]. Also, Pakistan's researchers reported: correlation studies showed that biomass per plant, number of pods per plant, number of secondary branches per plant, number of seeds per pod and 100-seed weight were positive and significant at genotypic level but positive and highly significant at phenotypic level. Number of days taken to flowering, number of days taken to maturity, primary branches per plant, and secondary branches per plant were positively correlated with the grain yield per plant at genotypic and phenotypic levels [5].

In India, in a recent study, the authors reported: correlation studies showed that the traits *viz.* harvest index, 100 seed weight, number of pods per plant and number of secondary branches per plant recorded a highly positive significant correlation with seed yield at both genotypic and phenotypic level and days to 50% flowering at genotypic level with seed yield. From path coefficient analysis it is indicated that the characters *viz.,* 100 seed weight, harvest index, number of pods per plant, days to 50% flowering and number of secondary branches per plant showed a positive direct effect on seed yield [6]. Also conducted research in India, Umesh reported: the results revealed significant positive correlations between grain yield and several traits, such as days to maturity, plant height, number of pods per plant, and 100-seed weight. Furthermore, path analysis elucidated the direct and indirect effects of these traits on grain yield. Plant height, number of pods per plant, and 100-seed weight emerged as crucial factors with significant direct impacts on grain yield [7].

Material and methods

The experimental material consisted of 23 chickpea collection genotypes. The experiment was conducted in the experimental field of Institution in 2022-2023. Planting genotypes was laid out in a randomized complete block design with three replications. Each plot consisted of 2 rows of 2.5 m length with 50 cm and 10 cm spacing between and within rows, respectively. Observations were recorded on three phenological traits (days to flower initiation, reproductive phase (from pod setting initiation to maturity) and days to maturity). Plant data: in each plot 7 plants were selected randomly to record following observations: primary branches per plant, secondary branches per plant, height plant, pods and grain per plant, grain per pod, 100 grain weight and grain yield per plant. The mean values are subjected to correlation and path analysis. To perform path analysis was used the methodology proposed by Dewey & Lu (1959), for grain yield as resultant variable and its components as independent variables [2]. Correlation and other data were calculated in program *Excel*. Condition of environment: both years was moderate droughty.

Result and discussion

Name and origin of investigated genotypes is presented in Table 1. These are genotypes were obtained from 8 foreign countries. The quantitative genotypes of countries: Moldova- 7, Russia - 6, India – 4 and one of each country Tunisia, Iran, Kyrgyzstan, Turkey, Ukraine and Azerbaijan. Based on the studied characters genotypes are most different from each other by character 100 grain weigh (ranged 13.3 – 41.4). In despite of large range 100 grain weight these genotypes are early and mid-season by maturity.

Table 1

Name and origin of investigated genotypes

Nr.	Genotype	Origin	Nr.	Genotype	Origin	Nr.	Genotype	Origin
1	MDI 02429	India	9	MDI 02505	Turkey	17	MDI 02434	Azerbaijan
2	MDI 02459	India	10	MDI 02422	Russia	18	MDI 02469	India
3	OR1 12	Moldova	11	MDI 02491	Russia	19	OR1-2b	Moldova
4	MDI 02479	Tunisia	12	MDI 02463	Ukraine	20	MDI 02433	India
5	MDI 02427	Russia	13	CS2-16	Moldova	21	MDI 02488	Moldova
6	MDI 02403	Iran	14	MDI 02495	Russia	22	MDI 02441	Moldova
7	CS1-18b	Moldova	15	MDI 02431	Moldova	23	MDI 02496	Russia
8	MDI 02437	Kyrgyzstan	16	MDI 02478	Russia	-	-	-

Maximum, minimum values of characters (range), mean values and variability by coefficient of variation are given in Table 2. Least variable (CV) were phenological characters: reproductive phase (1.96%), days taken to maturity (2.51%) days taken to flowering (4.4%) followed by secondary/primary branches (4.86%/6.03%), pods per plant and grain per pod 11.9% and 12.93%,

respectively. The most variable character is 100 grain weight (30.94%) followed by grain yield per plant (20.67%) and grain per plant (18.0%).

Correlation coefficient analysis: days taken to flowering exhibited highly significant values with days taken to maturity, primary branches per plant, highly negative relationship with grain per pod. Significant correlation was noted with secondary branches per plant, 100 grain weight and yield per plant. Moderate positive value DF displayed with plant height, moderate negative with grain per plant and negative with reproductive phase. Reproductive phase exhibited non significant positive correlation with grain per plant, pods per plant, grain per pod, with others characters negative non significant values. Days taken to maturity displayed significant positive correlation with primary branches per plant and yield per plant, highly negative relationship noted with grain per pod. Moderate correlation DM has had with 100 grain weight and secondary branches per plant, plant height, moderate and highly negative values noted with grains per plant and grain per pod, respectively. Primary branches per plant displayed significant positive correlation with secondary branches per plant, 100 grain weight and yield per plant, significant negative with grain per pod. Moderate positive value noted with height plant and moderate negative with grain per plant.

Table 2

Investigated characters and their generally characteristics

Characters	DF	RPh	DM	PBr/Pl	SBr/Pl	HPl	Pods/Pl	Grain/ Pl	Grain / Pod	100 GW	GY/Pl
Min	47.5	32.5	86.5	1.77	5.79	19	19.2	17.4	0.91	13.3	3.6
Max	54	34.5	93	2.15	6.88	34.6	28.3	37.6	1.34	41.4	8.3
Mean	51.8	33.6	90.7	1.99	6.31	26.52	22.71	24.55	1.08	25.23	6.02
CV, %	4.4	1.96	2.51	6.03	4.86	15.18	11.9	18.0	12.93	30.94	20.67

Note: DF – days taken to flowering, RPh – reproductive phase, DM - days taken to maturity, PBr/Pl – primary branches per plant, SBr/Pl – secondary branches per plant, HPl – height plant, Pods/Pl, Grain/ Pl – pods and grain per plant, Grain/Pod – grain per pod, 100GW – 100 grain weight, GY/Pl – grain yield per plant.

Secondary branches per plant exhibited significant positive correlation with 100 grain weight and yield per plant, significant negative with grain per pod, moderate positive with plant height and moderate negative with grain per plant. Height plant displayed moderate positive correlation with 100 grain weight and yield per plant and moderate negative with grain per plant and grain per pod. Pods per plant exhibited significant positive correlation with grain per plant and moderate positive with yield per plant. Grain per plant displayed significant positive value with grain per pod, and significant negative one with 100 grain weight, moderate negative correlation noted with yield per plant. Grain per pod exhibited highly significant negative relationship with 100 grain weight and yield per plant. Character 100 grain weight had significant positive relationship with yield per plant (Table 3).

Table 3

Data of phenotypic correlation among investigated characters in chickpea

	RPh	DM	PBr/Pl	SBr/Pl	HPl	Pods/Pl	Gr/Pl	Gr/Pod	100GW	GY/Pl
DF	-0.313	0.894	0.821	0.754	0.631	0.075	-0.608	-0.856	0.789	0.823
RPh	-	-0.181	-0.149	-0.066	-0.148	0.317	0.432	0.279	-0.195	-0.014
DM		-	0.805	0.753	0.628	0.173	-0.532	-0.869	0.772	0.832
PrBr/Pl			-	0.829	0.398	0.099	-0.617	-0.845	0.875	0.864
SBr/Pl				-	0.43	-0.019	-0.664	-0.859	0.861	0.834
HPl					-	-0.056	-0.378	-0.431	0.315	0.329
Pods/Pl						-	0.684	-0.028	-0.129	0.371
Gr/Pl							-	0.703	-0.764	-0.382

Gr/Pod								-	-0.896	-0.869
100GW									-	0.824

Path analysis: the data pertaining to direct and indirect effects of yield attributes on, grain yield per plant is given in Table 4. The highest positive direct effect on grain yield exhibited character 100 grain weight (0.833) followed by pods per plant (0.562), days to flowering (0.362), primary branches per plant (0.192), secondary branches per plant (0.074). Highest negative direct effect on yield had character grain per pod (-0.881) followed by grain per plant (-0.593), days taken to maturity (-0.106). Very low negative direct effect on yield had plant height (-0.023). Negligible direct effect had reproductive phase (0.014). Days to flowering exhibited significant positive indirect effect through days to maturity (0.349), primary/secondary branches per plant (0.297/0.272), 100 grain weight (0.290), and plant height (0.228). Highest negative indirect effect DF displayed through grain per pod (-0.325), followed by grain per plant (-0.220) and reproductive phase (-0.113). Reproductive phase with all other characters had negligible indirect effects. Days to maturity exhibited negative indirect effect with all characters (except RPh, Gr/Pl and Gr/Pod), on grain per pod had moderate positive effect (0.094). Primary branches per plant produced moderate positive effect through 100 grain weight (0.168), secondary branches per plant (0.162), days to flowering/maturity (0.157/0.158), non-significant through plant height (0.076). Moderate negative indirect effects primary branches exhibited through grain per pod (-0.179), grain per plant (-0.118) and low negative through reproductive phase (-0.028).

Table 4

Data of path analysis: direct (underline) and indirect effects of yield components

	DF	RPh	DM	PrBr/Pl	SBr/Pl	HPl	Pods/Pl	Gr/Pl	Gr/Pod	100GrW
DF	0.362	-0.004	-0.102	0.157	0.055	-0.014	0.072	0.421	-0.829	0.754
RPh	-0.113	0.014	0.019	-0.028	-0.004	0.003	0.305	-0.299	0.274	-0.184
DM	0.349	-0.003	-0.106	0.158	0.056	-0.014	0.166	0.369	-0.833	0.728
PrBr/Pl	0.297	-0.002	-0.087	0.192	0.062	-0.009	0.095	0.427	-0.857	0.795
SBr/Pl	0.272	-0.001	-0.079	0.162	0.074	-0.009	-0.012	0.456	-0.811	0.808
HPl	0.228	-0.002	-0.066	0.076	0.031	-0.023	-0.053	0.262	-0.421	0.297
Pods/Pl	0.027	0.004	-0.018	0.019	-0.001	0.001	0.562	-0.474	-0.028	-0.121
Gr/Pl	-0.220	0.006	0.056	-0.118	-0.048	0.008	0.658	-0.593	0.690	-0.720
Gr/Pod	-0.325	0.004	0.094	-0.179	-0.065	0.01	-0.027	-0.487	-0.881	-0.852
100GrW	0.290	-0.003	-0.082	0.168	0.067	-0.007	-0.124	0.529	-0.838	0.833

Secondary branches had non-significant positive effects though 100 grain weight (0.067), primary branches (0.062), and days to flowering/maturity (0.055/0.056). Negative indirect effect secondary branches exhibited through grain per pod (-0.065) and grain per plant (-0.048). Plant height with all other character had negligible positive or negative effects. Pods per plant exhibited significant positive effect through grain per plant (0.658), followed by reproductive phase (0.305) and days to maturity (0.166), moderate positive effects were observed with primary branches (0.095) and days to flowering (0.072). Moderate negative effect pod per plant exhibited through 100 grain weight (-0.124). Grain per plant exhibited significant positive effect through 100 grain weight (0.529) followed by secondary/primary branches (0.456/0.427), days to flowering (0.421), days to maturity (0.369), plant height (0.262). Significant negative indirect effect grain per plant exhibited through grain per pod (-0.487). Grain per pod showed highly negative effect through 100 grain weight (-0.838), days to flowering/maturity (-0.829/-0.833) and primary/secondary branches (-0.857/-0.811) and significant negative indirect effect on plant height (-0.421). Significant positive effect grain per pod noted through grain per plant (0.690) and moderate positive one on reproductive phase (0.274). Character 100 grain weight exhibited significant positive effect through primary/secondary branches (0.795/0.808), days to flowering/maturity (0.754/0.728) and moderate positive through

plant height (0.297). Highly negative effect 100GW exhibited through grain per pod (-0.852), followed by grain per plant (-0.720) and moderate negative on reproductive phase (-0.184) some cases, the authors draw an analogy between the correlation and the direct effect on the yield. In my opinion, this is not correct enough. Based on the data presented by path analysis, there are quite a lot of data with a significant and even highly significant indirect effect (especially characters 100GW, Gr/Pod and Gr/Pl), so the direct effect should be considered in conjunction with indirect effects. High degree of similarity between correlation (characters - yield) and path analysis noted for characters with very high direct effects: grain per pod (-0.869(CC) (-0.881(PA)) and 100 grain weight (0.824(CC) – 0.883(PA)). Despite the low negative correlation of reproductive phase (-0.014) the direct effect of this character was positive (0.014). Characters with strong significant direct effects pods per plant and 100 grain weight are different from all the others that least susceptible to environmental condition and have higher level of inheritance. Despite the fact that significant negative direct effect had character's grain per plant (-0.593), in this character by indirect effects influence 6 positive (100GW, Pr&SBr, D/F&M and HPl) versus 3 negative (RPh, Pods/Pl and Gr/Pod) (positive and negative approximately to the same extent). Thus, the manifestation of character grain per plant mainly is based on indirect effects. If we consider the character pods per plant (direct effect 0.562), only 2 characters have significant positive indirect effect (grain per plant (0.658) and reproductive phase (0.305)). Let's look at another character height plant, low negative direct influence on yield have it (-0.023), but manifested indirect in the main through DF (0.228), Gr/Pl (0.262) and 100GW (0.297). With regard to the cited and other works in this area, in my opinion, the results are determined by the properties of the studied genotypes and environmental conditions. Therefore, the results obtained are specific to each study.

Conclusions

As a result of the research conducted, the following conclusions were made, (1) significant values of correlation were determined by characters days taken to flowering and maturity, primary and secondary branches per plant and 100 grain weight with grain yield, (2) by direct effect characters on yield are following parceling: highest significant effect had character 100 grain weight(0.833) followed by pods per plant (0.562), days to flowering (0.362), primary branches (0.192) and secondary branches per plant (0.074); highest negative direct effect on yield had character grain per pod (-0.881) followed by grain per plant (-0.593) and days taken to maturity (-0.106), (3) noted significant indirect effects on such characters as: grain per plant& pod and 100grain weight,(4) character grain per plant significant manifests itself by indirect effects of characters: 100GW, Pr&SBr, D/F&M and HPl, (5) concordance(similarity) values of correlation & path analysis noted by 2 characters with strong significant direct effect: grain per pod (-0.869(CC) (-0.881(PA)) and 100 grain weight (0.824(CC) – 0.883(PA)). So, it should be concluded that characters 100 grain weight, pods per plant, days to flowering and primary branches may be considered as the selection criteria for the improvement of grain yield.

Acknowledgments. This study was supported by the research project of the Subprogram 011102 „Increasing genetic diversity and agricultural crop breeding in the context of climate change", funded by the Ministry of Education and Research.

References

1. Babar Manzoor Atta, Muhammad Ahsanul Haq, Tariq Mahmud Shah. Variation and inter-relationships of quantitative traits in chickpea (C*icer arietinum* L.). In: *Pak. J. Bot*., 2008, 40(2): 637- 647.
2. Dewey, J.R., Lu K.H. A correlation and path coefficient analysis components of crested wheat grass seed production. In: *Agron. J.*, 1959, 51: 515-518.
3. Gaur P.M. Chickpea (*Cicer arietinum* L.); c2012, 165- 189.

4. Mushtaq M.A., Bajwa M.M., Saleem M. Estimation of genetic variability and path analysis of grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: *International journal of scientific & engineering research*, 2013, 4(1):1-4, E06779.
5. Qurban Ali et al. Genetic variability and correlation analysis for quantitative traits in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). In: *Journal of Bacteriology Research* 2011, Vol. 3(1), pp.6-9.
6. Tengse S.M., Sarode S.B., Deshmukh S.S. and Shinde A.V. Assessment of correlation and path analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: *The Pharma Innovation Journal*, 2022; 11(1): 184-188.
7. Umesh. Correlation and path analysis for grain yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2016; 5(6): 470-474.

UDC: 582.232:581.142 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.57

VALORIFICAREA LICHIDULUI CULTURAL AL CIANOBACTERIEI *SPIRULINA PLATENSIS* PENTRU GERMINAREA SEMINŢELOR DE *GALEGA ORIENTALIS* LAM. MENŢINUTE ÎN COLECŢII

Dobrojan Sergiu, *https://orcid.org/0000-0003-0040-5836, sergiudobrojan84@yahoo.com,*
Melnic Victor, *https://orcid.org/0000-0001-6374-2499, melnicvictor088@gmail.com* Ţîţei Victor, *https://orcid.org/0000-0002-1961-1536, vic.titei@gmail.com*
Dobrojan Galina, *galinadobrojan87@gmail.com*
Melnic Angela, *melnicvictor088@gmail.com*
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Summary. Following quantitative research, it was found that treating *Galega orientalis* L. seeds with a biostimulant derived from the cultural liquid of the cyanobacterium *Spirulina platensis* over 3 years significantly improved germination capacity and germination index, while the relative root elongation had a lesser impact. The optimal concentration of 4% and exposure for 4 hours resulted in the highest germination rates (50,00%) and germination index (10,0) compared to the control group (FG – 33,00% and IG – 6,6). These findings suggest that cyanobacterial biostimulants could effectively enhance seed germination and conserve species in seed collections, potentially benefiting agricultural practices.

Keywords: biostimulant, seed germination, *Spirulina platensis*

Introducere

Datorită compoziţiei biochimice valoroase, lipsei toxinelor şi efectele benefice induse cianobacteria *Spirulina platensis* este utilizată pe larg de către specia umană în vaste domenii de consum. Astfel, consumul global de *Spirulina* este în creștere, piața globală a *Spirulinei* este estimată să atingă o valoare de 484,7 milioane USD în a. 2024, cu o rată de creștere anuală de 7,6% până în 2031 [1]. În anul 2024, se estimează că segmentul de alimente și băuturi va reprezenta 38,5% din piața globală a Spirulinei [2, 3]. Cantitativ consumul global anual de Spirulină este de aproximativ 88 000,00 de tone. Pentru a satisface aceste necesităţi cianobacteria *Spirulina platensis* se cultivă în masă în cantităţi industriale. În rezultatul cultivării în masă se obţin volume impunătoare de lichid cultural care se transformă, în cele mai dese cazuri, în deşeu de producţie cianobacteriană. Utilizarea repetată a lichidului cultural la creşterea Spirulinei este ineficientă, proporţiile elementelor nutritive sunt dezechilibrate şi biomasa de Spirulină nu acumulează principiile bioactive în cantitatea necesară. Astfel, lichidul cultural devine o sursă poluantă, care participă atât la poluarea chimică a mediului cu resturi ale nitraţilor, fosfaţilor, carbonaţilor, etc., cît şi organică, prin dezvoltarea microflorei şi a vegetaţiei nespecifice în zonele de scurgere a acestuia care pot provoca chiar şi eutrofizarea bazinelor acvatice [4]. În acest sens, valorificarea lichidul cultural prin obţinerea de biostimulatori prezintă o modalitate practică de realizare a economiei circulare şi de protecţie ridicată a mediului înconjurător.

Actualmente specia *Galega orientalis* Lam. are un interes sporit pentru cultivare. În condiţii naturale *Galega orientalis* Lam. se întîlneşte în Caucaz [5], iar în flora noastră naţională nu a fost identificată de aceea aceasta trebuie introdusă în cultură. In conditii de introducere în cultură *G. orientalis* Lam. are abilități de adaptare ridicate, stabilitate în cenoze (de 6-8 ani), randament ridicat și trăsături valoroase din punct de vedere economic (fitoproductivitatea 10-14 t/ha substanță uscată, randament proteic brut 1,8-2,4 t/ha, productivitatea semințelor 2-4 q/ha), recreștere timpurie primăvara și durată sezonul de vegetație toamna, rezistența la boli și dăunători, rezistență la frig și îngheț, calități de hrănire ridicate, palatabilitate bună a fitomasei și furaj preparat şi poate fi utilizată pe termen lung [6]. Conform cercetărilor realizate de dr. V. Ţiţei sa constatat că cultivarea *Galega*

orientalis Lam. în condiţiile Republicii Moldova permite obţinerea a cca. 5,27 kg/m^2 de masă verde, iar substanţa uscată se caracterizează prin conţinut optim de proteine (16,20 %), celuloză (26,85 %), minerale (7,51 %) şi cantitate mare de grăsimi (3,41 %), aminoacizi esenţiali (lizină, metionină, treonina, fenilalanina, leucina), iar furajele acesteia sunt de foarte bună calitate [7].

Galega orientalis Lam. este cultivată pe suprafeţe relativ mari în zone de pădure, silvostepă şi stepă de pe teritoriul Belarus, Ucraina şi Estonia, Federaţia Rusă, în cultură pură sau în amestec cu cereale perene ierburi pentru hrănire verde, fân, siloz, iarbă făină. De asemenea, ca plantă furajeră este cultivată în China, în ţările occidentale, Austria, Franţa etc. [8, 9].

Această leguminoasă perenă are o importanţă agronomică şi ecologică semnificativă. *Galega orientalis* prezintă interes în agricultură datorită capacităţii sale de a fixa azotul atmosferic în sol prin simbioza cu bacteriile din genul *Rhizobium* [10]. De asemenea, este utilizată ca furaj de înaltă calitate pentru animale, datorită conţinutului său ridicat de proteine şi digestibilităţii bune a acesteia [11]. Planta prezintă interes de cercetare, cultivare şi datorită proprietăţilor medicinale posedînd efect hipoglicemiant, diuretic şi detoxifiant, antioxidant, antiinflamator şi antimicrobian [12, 13].

Pentru menţinerea genofondului de *Galega orientalis* L. şi a culturii este necesară conservarea prin intermediul băncilor de gene aceasta permiţînd menţinerea şi valorificarea ulterioară a acesteia. Seminţele menţinute în băncile de gene îşi pierd în timp capacitatea de germinare din cauza dormanţei tegumentare şi de accea este necesară utilizarea unor tehnici specifice pentru a îmbunătăţi rata de germinare [14, 15].

Astfel, ne-am propus să valorificăm lichidul cultural al cianobacteriei *Spirulina platensis* prin utilizarea acestuia în calitate de biostimulator pentru germinarea seminţelor de *Galega orientalis* Lam. menţinute în colecţii.

Materiale şi metode

În cadrul experimentelor a fost utilizată tulpina cianobacteriei *Spirulina platensis* selectată în cultură de către m.c., prof. Vasile Şalaru, acad., prof. Valeriu Rudic şi coautorii. Tulpina de *Spirulina platensis*, depozitată în colecţia LCŞ „Algologie Vasile Şalaru" a Universităţii de Stat din Moldova, a fost cultivată pe mediul nutritiv lichid Zarrouk modificat (cu următoarea componenţă (g/l): $NaHCO_3$ – 8; K_3HPO_4 - 0,5; $NaNO_3$ - 2,5; K_2SO_4 – 1; NaCl – 1; $MgSO_4$ – 0,2; $CaCl_2$ – 0,04; $FeSO_4$ – 0,01; NaEDTA – 0,08; apă potabilă – 1 L), inoculul constituind 0,5 g/l (biomasă absolut uscată). La a 20-a zi de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis*, biomasa algală a fost separată de lichidul cultural prin centrifugare (la viteza de 6000 rot/min), iar lichidul cultural a fost utilizat pentru obţinerea biostimulatorului aplicat în experimente. Biostimulatorul cianobacterian a fost obţinut prin activarea termică a lichidului cultural separat.

În experimente s-au utilizat soluţiile cu concentraţii de 1-4% obţinute prin diluţia lichidului cultural generat de la cultivarea cianobacteriei *Spirulina platensis* cu apă distilată. Seminţele de *Galega orientalis* L., menţinute în condiţii de colecţie timp de 3 ani, în număr de 100 pentru fiecare lot experimental, au fost expuse în soluţiile preparate timp de 1-4 ore, iar ca martor au servit aceleaţi seminţe expuse în apă distilată în acelaşi interval de timp. Seminţele experimentale de *Galega orientalis* L. au fost puse la dispoziţie de către dr. Victor Ţiţei angajat a Grădinii Botanice Institut Al. Ciubotaru a Universităţii de Stat din Moldova. Pentru studierea procesului de germinare, seminţele au fost plasate în vasele Petri, pe hârtia de filtru umezită cu apă distilată, la iluminarea naturală şi temperatura de 22^{o}C. În cadrul cercetărilor au fost determinaţi următorii indicatori:

- *Facultatea germinativă a seminţelor* (FG), conform formulei: FG = Nsg/Nts * 100, unde Nsg – numărul seminţelor germinate; Nts – numărul total de seminţe;
- *Indicele de germinare* (IG) calculat la a 5-a zi de experiment, conform formulei: IG = $\sum$(Gt/Tt), unde Gt – numărul de seminţe germinate în perioada de timp t, iar Tt – numărul de zile.

- *Alungirea relativă a rădăcinii* (ARR) calculată, la cea de a 7 zi de germinare, conform formulei: ARR= (Le/Lc)*100, unde: Le - lungimea rădăcinii în varianta experimentată; Lc - lungimea rădăcinii în varianta de control.

Rezultate şi discuţii

Semințele de *Galega orientalis* L. pot fi păstrate în colecții pentru perioade îndelungate, însă capacitatea lor de germinare poate scădea din cauza unor factori precum îmbătrânirea semințelor, deshidratarea și pierderea viabilității. Stocarea pe termen lung a semințelor poate duce la reducerea viabilității și creșterea dormanței. Totodată, menținerea semințelor în bănci de semințe trebuie realizată prudent deoarece unii factori (cum ar fi temperatura, umiditate aerului şi a semințelor) influenţează viabilitatea acestora [15]. Aceasta înseamnă că, chiar și în condiții optime de germinare, semințele pot să nu încolțească sau să prezinte o germinare întârziată [14].

Studiile recente au arătat că tratamentul semințelor cu biostimulatori derivați din cianobacterii, cum ar fi *Spirulina platensis*, poate îmbunătăți semnificativ ratele de germinare ale semințelor vechi [10] creînd premise astfel de valorificare şi a lichidului cultural.

În rezultatul cercetărilor realizate am constatat că utilizarea biostimulatorului cianobacterian experimentat a atestat intensificarea procesului de germinare a semințelor de *Galega orientalis* L. menținute în condiții de colecţii fapt caracterizat prin majorarea facultății germinative a acestora (Tab. 1).

Tabelul 1

Facultatea germinativă a semințelor de *Galega orientalis* L. tratate cu biostimulator obţinut din lichidul cultural rezultat de la cultivarea cianobacteriei *Spirulina platensis*, %

Perioada de tratare a semințelor, ore	Variantele experimentale			
	1%	2%	4%	Control
1-a zi				
1	20,00	20,00	17,00	3,00
2	20,00	23,00	13,00	10,00
4	17,00	13,00	13,00	3,00
2-a zi				
1	27,00	27,00	27,00	27,00
2	23,00	40,00	33,00	20,00
4	37,00	27,00	47,00	30,00
3-a zi				
1	27,00	30,00	33,00	33,00
2	23,00	43,00	43,00	27,00
4	37,00	30,00	50,00	33,00
4-a zi				
1	27,00	30,00	33,00	33,00
2	23,00	43,00	43,00	27,00
4	37,00	30,00	50,00	33,00
5-a zi				
1	27,00	30,00	33,00	33,00
2	23,00	43,00	43,00	27,00
4	37,00	30,00	50,00	33,00

După cum se observă, din datele prezentate în tab. 1, în general, semințele tratate cu biostimulatori prezintă o facultate germinativă mai mare comparativ cu grupul de control. De exemplu, pentru varianta experimentală cu concentrația de 4% biostimulatori cu expunerea semințelor la tratare timp de 4 ore, la a treia zi, se înregistrează o rată de germinare de 50%, față de

doar 33% în grupul de control. În primele zile de tratament, semințele par să aibă o reacție favorabilă la concentrații mai mari ale biostimulatorului, cu o tendință de stabilizare a ratelor de germinare pe parcursul perioadelor următoare. De menţionat că seminţele menţinute în condiţii de colecţie, chiar şi în condiţiile de biostimulare, atestă valori ale facultăţii germinative de doar 50%. Acest fapt se explică suplimentar şi prin acea că tegument seminţelor de *Galega orientalis* L. este destul de rigid şi de acea este necesară o perioadă mai mare de timp de expunere a seminţelor în biostimulatori pentru a da posibilitatea pătrunderii acestora către embrion.

Rezultatele indicelui de germinare a semințelor de *Galega orientalis* L. tratate cu biostimulatori indică, la fel, că cele mai semnificative rezultate se atestă în varianta cu 4% biostimulator cu expunerea la tratare de 4 ore (Tab. 2).

Tabelul 2

Valorile indicelui de germinare a semințelor de *Galega orientalis* L. tratate cu biostimulator obţinut din lichidul cultural rezultat de la cultivarea cianobacteriei *Spirulina platensis*

Perioada de tratare a seminţelor, ore	Variantele experimentale			
	1%	2%	4%	Control
1	5,4	6,0	6,6	6,6
2	4,6	8,6	8,6	5,4
4	7,5	6,0	10,0	6,6

Tabelul 3

Alungirii relative a rădăcinii de *Galega orientalis* L. tratate cu biostimulator din lichidul cultural al cianobacteriei *Spirulina platensis*,%

Perioada de tratare a seminţelor, ore	Variantele experimentale			
	1%	2%	4%	Control
1	2,3	1,5	2,0	1,5
2	2,2	2,4	2,6	1,9
4	2,0	2,2	2,0	1,7

Valorile alungirii relative a rădăcinilor atestă că în loturile în care seminţele au fost tratate cu biostimulatori cianobacterieni se observă o tendinţă de creştere în lungime a sistemului radicular (cu diferenţe de 0,7-1,1% comparativ cu variantele de control), ceea ce crează premiza de a constata că ar exista un potenţial mai mare de creştere şi dezvoltare a plantelor. Cele mai mari rezultate sau atestat învarianta seminţelor tratate cu biostimulator cianobacterieni în concentraţie de 4% cu expunerea la tratat timp de 2 ore (Tab. 3).

Concluzii

În rezultatul cercetărilor cantitative realizate sa constatat că tratarea semințelor de *Galega orientalis* L., menţinute în condiţii de colecţii timp de 3 ani, cu biostimulator derivat din lichidul cultural al cianobacteriei *Spirulina platensis* a avut ca efect îmbunătățirea semnificativă a facultății germinative, a indicelui de germinare şi puţin pronunţat a alungirii relative a rădăcinilor. Cea mai optimă concentraţie de bistimulatori ciaobacterieni cu efect major asupra germinării seminţelor de *Galega orientalis* L. este de 4% cu expunerea seminţelor la tratat timp de 4 ore unde sau atestat cele mai mari rezultate ale facultăţii geminative a seminţelor (50,00%) şi a indecelui de germinare a seminţelor, calculat la a 5-a zi de experiment, (10,0) comparativ cu lotul de control (FG – 33,00% şi IG- 6,6). Aceste rezultate sugerează că biostimulatorii cianobacterieni obţinuţi din lichidul cultural rezultat de la cultivarea cianobacteriei *Spirulina platensis* ar putea fi utilizaţi eficient pentru optimizarea germinării seminţelor de *Galega orientalis* L. menţinute în condiţii de colecţii, având

potențial în practicile agricole pentru îmbunătățirea performanțelor culturilor şi pentru conservarea eficientă a genofondului speciei în condiţii de colecţii de seminţe.

Referinţe

1. https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/spirulina-market-972
2. https://www.alliedmarketresearch.com/spirulina-market
3. https://www.globenewswire.com/news-release/2024/01/10/2806989/0/en/Spirulina-Market-Size-Share-to-Surpass-US-465-2-Million-by-2033-Report-by-Persistence-Market-Research.html
4. Bivol, C. *Particularităţile fiziologo-biochimice şi de cultivare ale microalgei verzi Dunaliella salina - sursă valoroasă de substanţe bioactive*. Teza dr. în biol., 2010. 135 p.
5. Горшкова, С.Г. *Galega L.* Флора СССР. М. Л.: Изд-во АН СССР, 1945, т. 11. с. 303–304.
6. Ярошевич, М.И., Вечер, Н.Н., Кухарева, Л.В. Интродукция *Galega orientalis* Lam. в Беларуси. In: *Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства. Матер. Междунар. науч. конф., посвященной 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси* / НАН, 2007, т. 1, с. 320–322.
7. Ţiţei V., Stavarache M. Some agrobiological peculiarities and fodder value of *Galega orientalis*, variety speranta. // *Congresul "International congress on oil and protein crops" Chişinău, Moldova*, 2018, p. 54.
8. Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A., Ball P.W., Chater A.O., Ferguson I.K. In: *Flora Europaea.*Vol. 2. *Rosaceae to Umbelliferae*. Cambridge University Press, 1968. 486 p.
9. Xu, L., Zhu, X.G., Bao, B., Zhang, M., Sun, H., Podlech, D., Welsh, S.L., Ohashi, H., Larsen, K., Brach, A.R. Tribe *Galegeae*. In: *Flora of China.* Vol. 10 *(Fabaceae).* Science Press, Beijin, and Missouri Botanical Garden, St. Lois, pp. 322–511.
10. GILLER, K. E. *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems 2 nd edition.* CABI Publishing, 2001. 423 p.
11. Skerman, P.J., Cameron, D.G., Riveros, F. Tropical forage legumes. FAO Plant Production and Protection Series No. 2. FAOm, 1988. 609 p.
12. Chevallier, A. *The encyclopedia of medicinal plants: a practical reference guide to over 550 key herbs and their medicinal uses*. Dorling Kindersley, 1996. 336 p.
13. Koleva, I.I., Van Beek, T.A., Linssen, J.P., De Groot, A., Evstatieva, L.N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. In: *Phytochemical Analysis*, 2002, 13(1), p. 8-17.
14. Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., Nonogaki, H. *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*, 2013, Springer.
15. Ellis, R.H., Hong, T.D., Roberts, E.H. *Handbook of Seed Technology for Genebanks: Volume I.* International Board for Plant Genetic Resources, 1985.

UDC: 581.135.5:631.547.4:638.138(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.58

FENOLOGIA ÎNFLORIRII PLANTELOR MELIFERE PERENE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Dragoman Iurii[1*], *https://orcid.org/0009-0009-8168-7951*
Caisin Larisa [1]*https://orcid.org/0000-0001-8934-2709*
Chisnicean Lilia[2], *https://orcid.org/0009-0000-6147-323X*
[1]*Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova*
[2]*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova*
**e-mail: iurii.dragoman@doctorat.utm.md*

Summary. This study addressed the issue of nectar scarcity during certain periods. A proposal was made to establish a melliferous conveyor composed of plant species with high economic and apicultural potential, each with different blooming periods. The study identified perennial melliferous plant species with the highest nectar productivity and selected those most frequently visited by bees. The blooming periods of these selected species were determined, and the factors influencing their blooming times were analyzed. Based on this data, a phenological calendar was developed, which can be used to predict the blooming periods of melliferous plants and plan activities in the apiary accordingly.

Keywords: melliferous base, nectar productivity, flowering phenology, melliferous conveyor.

Introducere

Apicultura ocupă un loc important în economia și ecosistema Republicii Moldova. Mierea moldovenească se exportă pe piața externă și este apreciată pentru calitatea sa – are o aciditate scăzută și o aromă originală, iar raportul fructoză/glucoză depășește parametrii mierii din alte țări exportatoare [11].

Pe lângă obținerea unor produse valoroase precum mierea, ceara, propolisul, păstura și polenul albinele joacă un rol esențial în polenizarea și creșterea productivității multor culturi agricole. Valoarea estimată a beneficiilor aduse de polenizarea culturilor agricole de către albine depășește cu mult veniturile generate din produsele apicole [4].

Deși Republica Moldova este un exportator de miere, productivitatea în sectorul apicol este relativ scăzută, cu o medie de aproximativ 24 kg miere-marfă de la o familie de albine pe sezon [11]. Principalul factor care limitează această productivitate este lipsa bazei melifere sau accesul restricționat la cea disponibilă [8].

Recolte sporite de miere pot fi obținute doar dacă în jurul stupinei există o floră meliferă bogată, caracterizată printr-o diversitate de plante melifere, care poate să ofere albinelor hrană pe întreaga durată a sezonului apicol [12]. Moldova dispune de suprafețe importante de plante melifere, cum sunt: salcâmul, teiul, floarea soarelui, pomii fructiferi, rapița, salvia, levănțica ș.a. [9], însă acest potențial poate fi valorificat efectiv doar prin practicarea stupăritului pastoral, care este destul de costisitor și riscant.

Majoritatea gospodăriilor apicole din Republica Moldova sunt gestionate de apicultori amatori și sunt staționare, ceea ce face ca baza meliferă să se formeze adesea spontan, cu numeroase perioade de lipsă de cules. Aceste perioade afectează ritmul de dezvoltare a familiilor de albine și reduc productivitatea lor. În astfel de gospodării, este necesar să se realizeze plantări și însămânțări suplimentare cu plante melifere puternice, pentru a completa perioadele deficitare. Implementarea acestor măsuri are ca scop crearea unui cules de miere continuu (un conveier melifer) pe tot parcursul sezonului apicol.

Pentru prima dată, termenul ,,conveier melifer" a fost propus de profesorul sovietic A.N. Melnicenco, care a publicat în 1953 cartea «Цветочно-нектарный конвейер и управление медосбором». O idee similară a fost lansată anterior de specialiștii Biroului regional de apicultură din Rostov, V.F. Kostoglodov și G.H. Boyadji, în broșura «Цветочный конвейер для пчел» (Ростиздат, 1946). În aceste publicații a fost propus un complex de metode pentru organizarea și îmbunătățirea bazei melifere pentru albine, care poate asigura o înflorire continuă a plantelor nectaro-polenifere [12].

În Republica Moldova în anul 2020 în cadrul Grădinii Botanice Naționale (Institut) ,,Alexandru Ciubotaru" din Chișinău a fost inițiată fondarea Colecției de Plante Melifere [2], cu suportul ANCD, în cadrul proiectului ,,Mobilizarea resurselor genetice vegetale, ameliorarea soiurilor de plante, valorificarea lor ca culturi furajere, melifere și energetice în circuitul bioeconomic", în care au fost selectate specii de plante cu potențial melifer [3].

În studiul resurselor melifere, pe lângă productivitatea de nectar și polen, cel mai important aspect îl prezintă cunoaștearea perioadelor de înflorire a plantelor. Observațiile fenologice sistematice permit alcătuirea unui calendar fenologic, care poate servi la prognozarea perioadelor de înflorire a plantelor și la alcătuirea conveierului melifer neîntrerupt.

Pentru crearea unui conveier melifer este cel mai rațional de inclus plante nectaro-polenifere cu următoarele caracteristici: productivitate meliferă sporită; ciclu de dezvoltare peren, pentru a exlude necesitatea semănatului anual; o durată lungă și stabilă de înflorire, 20-30 zile și mai mult; capacitate bună de regenerare a otavei; viabilitate și energie de creștere sporită; capacitate stabilă de secreție a nectarului pe întreaga durată a zilei; o structură a florii accesibilă pentru culesul nectarului de către albine [13].

Scopul acestei lucrări a fost identificarea speciilor de plante melifere perene cu un potențial economico-apicol sporit și determinarea perioadelor lor de înflorire, în vederea creării unui conveier melifer multianual.

Materiale și metode

Cercetările au fost desfășurate în perioada anilor 2022-2024. Ca obiect de studiu au servit speciile de plante melifere multianuale din colecțiile Grădinii Botanice din Chișinău și din colecția situată în comuna Chetrosu, raionul Anenii-Noi, Republica Moldova.

A fost analizată informația despre speciile de plante melifere perene [5, 6, 7, 10], din care au fost selectate cele cu o producție de nectar de peste 100 kg/ha, stabilindu-se perioadele de înflorire și evidențiindu-se speciile frecvent vizitate de către albine.

Pentru stabilirea perioadelor de înflorire au fost efectuate observații fenologice. Începând cu luna martie, s-au realizat câte 3-4 vizite pe săptămână la colecțiile Grădinii Botanice, cercetând plantele în faza de înflorire, fiecare tură însumând 3-4 km. Pe durata verii, s-au efectuat câte 1-2 vizite pe săptămână, concentrându-se doar pe specii anumite. Observațiile în colecția situată în comuna Chetrosu, raionul Anenii-Noi, R. Moldova, se realizau zilnic, datele fiind înregistrate într-un registru special.

Metoda utilizată pentru colectarea datelor fenologice a implicat marcarea perioadelor de înflorire. Pentru arbori și arbuști, începutul înfloririi era notat, când aproximativ 10% dintre flori erau deschise, iar sfârșitul înfloririi era marcat, când mai rămâneau 10% dintre flori. Pentru plantele erbacee începutul înfloririi era considerat atunci, când în masiv apăreau 5-10 plante cu flori deschise, iar sfârșitul înfloririi atunci, când în masiv mai rămâneau doar câteva plante înflorite [14].

Pentru a identifica factorii de influență, au fost colectate date de la Serviciul Hidrometeorologic de Stat privind temperaturile medii zilnice pentru anii 2022-2024. În baza acestor date a fost creat un calendar al temperaturilor medii, în care valorile au fost împărțite în 5 intervale și reprezentate cu hașuri de culori diferite:

I – cu temperaturi negative, în culoarea albastră;

II – cu temperaturi între 0 și +5 $^{\circ}$C, în culoarea verde;

III – cu temperaturi între +5 și +10 °C, în culoarea galbenă;

IV – cu temperaturi între +10 și +20 °C, în culoarea roz;

V – cu temperaturi de peste +20 °C, în culoarea roșie.

O astfel de ranjare a facilitat compararea calendarului termic cu cel fenologic. Cel mai important prag termic pentru cercetare a fost de +5 °C, el reprezintă minimul biologic de vegetație pentru majoritatea speciilor de plante cercetate.

Rezultate și discuții

Analiza informațiilor din literatura specială privind productivitatea de nectar a plantelor melifere perene a condus la identificarea speciilor cu o producție de peste 100 kg/ha. Cele mai productive dintre acestea au fost selectate și sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Productivitatea nectariferă potențială a plantelor melifere perene

Plante lemnoase		**Plante ierboase**	
Specia	**kg/ha**	**Specia**	**kg/ha**
Tetradium daniellii (Benn.) T.G. Hartley	3000	*Scrophularia nodosa* L.	900
Robinia pseudoacacia L.	1200	*Epilobium angustifolium* L.	600
Tilia tomentosa Moench	1200	*Salvia verticillata* L.	600
Robinia viscosa Vent.	1000	*Asclepias syriaca* L.	600
Tilia cordata Mill.	1000	*Echinops sphaerocephalus* L.	500
Tilia platyphyllos Scop.	800	*Salvia officinalis* L.	400
Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud.	800	*Leonurus quinquelobatus* Gilib.	400
Acer tataricum L.	800	*Onobrychis viciifolia* Scop.	300
Acer campestre L.	400	*Lophanthus anisatus* (Nutt.) Benth.	245
Sophora japonica L.	350	*Rubus idaeus* L.	200
Acer platanoides L.	200	*Lavandula angustifolia* Mill.	200
Salix caprea L.	200	*Silphium perfoliatum* L.	150
Salix cinerea L.	150	*Hyssopus officinalis* L.	150
Salix alba L.	150	*Nepeta cataria* L.	150

Cercetările realizate de numeroși savanți asupra diversității plantelor melifere din zona temperată au demonstrat că cele mai reprezentative familii botanice sunt următoarele: *Lamiaceae, Fabaceae, Rosaceae, Asteraceae, Salicaceae, Tiliaceae, Aceraceae* ș.a. [1].

Datele prezentate în tabelul 1 confirmă această afirmație. Speciile de plane lemnoase selectate în această cercetare fac parte din următoarele genuri: *Tetradium, Robinia, Tilia, Salix, Acer, Paulownia și Sophora.* Din speciile de plante ierboase după potențialul economico-apicol se evidențiază cele din grupa plantelor aromatice și medicinale, care fac parte din familia *Lamiaceae,* și cele din grupa plantelor furajere, din familia *Fabaceae.*

Observațiile asupra frecvenței cu care albinele vizitează plantele melifere au arătat, că acestea preferă să viziteze și pomii fructiferi din familia *Rosaceae.* Totuși, productivitatea lor pe unitatea de suprafață este destul de moderată, situându-se între aproximativ 20-40 kg/ha. În plus, utilizarea pe scară largă a pesticidelor pentru protecția livezilor poate duce la contaminarea produselor apicole și la depopularea familiilor de albine.

Cercetările fenologice au demonstrat că data începutului înfloririi plantelor melifere perene variază în diferiți ani în funcție de condițiile meteorologice, însă succesiunea înfloririi - adică ordinea în care plantele înfloresc una după alta - rămâne constantă din an în an. Devierea în data începutului înfloririi este mai pronunțată la speciile timpurii comparativ cu cele tardive. De exemplu, în anul 2022, când a fost o primăvară târzie, *Salix acutifolia* a înflorit pe data de 21 martie, iar în anul 2024 cu primăvară timpurie - pe data de 26 februarie, astfel diferența alcătuind 23 de zile. Însă la speciile mai tardive diferențele nu au fost atât de mari, de exemplu la: *Robinia*

pseudoacacia – 17 zile, *Tilia europaea* – 10 zile, *Leonurus quinquelobatus* – 11 zile. Acest fapt indică că plantele investigate au diferite praguri al minimului biologic de vegetație, cel mai scăzut prag fiind întâlnit la speciile din genul *Salix*.

Perioadele de înflorire, pe lângă temperaturile medii zilnice ale aerului, sunt influențate și de gradul de insolare a plantelor. În anul 2024 au fost analizate 3 plantații diferite de *Salix caprea* provenite de la aceeași plantă mamă, înmulțite vegetativ, însă amplasate în locații diferite cu o rază de până la 1 km. Astfel prima a înflorit plantația cu expoziție sudică, apoi plantația care a fost umbrită de alți arbori de la sud-est și sud-vest și ultima a înflorit plantația amplasată în partea nordică a unei clădiri, care a avut și o durată de înflorire mai mare în comparație cu celelalte plantații.

În cadrul celor trei ani de studiu au fost investigate peste 50 de specii de plante melifere perene. Studiul a identificat speciile ale căror flori erau cel mai frecvent vizitate de către albine. Perioadele de înflorire pentru aceste specii sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Perioadele de înflorire ale plantelor melifere perene

Specia	2022	2023	2024
Salix acutifolia Willd.	21.III – 29.III	01.III – 10.III	26.II – 15.III
Salix caprea L.	21.III – 30.III	05.III – 22.III	27.II – 18.III 01.III – 22.III 03.III – 28.III
Salix cinerea L.	23.III – 01.IV	10.III – 22.III	04.III – 01.IV
Salix atrocinerea Brot.	27.III – 05.IV	12.III – 26.III	15.III – 30.III
Salix fragilis L.	31.III – 07.IV	22.III – 07.IV	23.III – 31.III
Salix alba L.	21.IV – 01.V	22.IV – 01.V	07.IV – 13.IV
Nepeta transcaucasica Grossch.	01.V – 08.VI	24.IV – 31.V	07.IV – 22.V
Robinia pseudoacacia L.	15.V – 27.V	20.V – 31.V	29.IV – 14.V
Rubus idaeus L.	18.V – 07.VI	14.V – 26.V	30.IV – 15.V
Robinia viscosa Vent.	20.V – 05.VI	25.V – 08.VI	04.V – 28.V
Tilia europaea L.	30.V – 10.VI	02.VI – 14.VI	21.V – 02.VI
Leonurus quinquelobatus Gilib.	03.VI – 05.VII	04.VI – 07.VII	24.V – 30.VI
Tilia tomentosa Moench	20.VI – 27.VI	24.VI – 01.VII	14.VI – 21.VI
Silphium perfoliatum L.	27.VI – 20.VIII	01.VII – 25.VIII	25.VI – 15.VIII
Robinia viscosa (II) Vent.	03.VII – 31.VII	01.VII – 27.VII	30.VI – 25.VII
Echinops sphaerochephalus L.	14.VII – 09.VIII	12.VII -10.VIII	01.VII – 27.VII
Tetradium daniellii (Benn.) T.G. Hartley	-	12.VII – 07.VIII	01.VII – 25.VII

S-a stabilit că durata de înflorire a plantelor melifere variază de la an la an și este influențată în mod semnificativ de condițiile meteorologice. Astfel, în zilele reci și înnorate, durata de înflorire se lungește, în timp ce în zilele calde și însorite se scurtează. De exemplu, specia *Salix caprea* a înflorit în anul 2022 timp de 10 zile, în anul 2023 - 16 zile și în anul 2024 - 21 zile (tabelul 3).

Tabelul 3

Influența temperaturii medii a aerului asupra duratei de înflorire la *Salix caprea*

Parametrii	2022	2023	2024
Perioada de înflorire	21.III – 30.III	05.III – 22.III	27.II – 18.III
Durata de înflorire, zile	10	16	21
Diapazonul temperaturilor medii zilnice, °C	6,1-15,8	3,5-12,7	2,5-7,9
Temperatura medie pe durata de înflorire, °C	9,66	6,27	4,84
Suma temperaturilor medii zilnice, °C	96,6	100,3	101,6

Durata de înflorire a plantelor melifere corelează cu suma temperaturilor active acumulate, care pentru *Salix caprea* este de aproximativ 97 ºC. Suma temperaturilor medii pentru anul 2022 coincide cu suma temperaturilor active. Pentru a calcula suma temperaturilor active în ceilalți ani este necesar să se cunoască minimul biologic de vegetație, care pentru *Salix caprea* este mai scăzut decât la majoritatea plantelor din flora Republicii Moldova.

Aici trebuie de menționat, că mărirea duratei de înflorire la speciile timpurii, din cauza întoarcerii temperaturilor scăzute, nu duce la sporirea culesului de către albine, fiindcă în aceste zile reci albinele nu efectuează zboruri de cules.

Utilizând datele acumulate din observațiile fenologice, a fost elaborat un calendar fenologic de înflorire (tabelul 4), care poate fi utilizat pentru prognozarea perioadelor de înflorire a plantelor melifere și pentru planificarea lucrărilor în stupină.

Tabelul 4

Calendarul de înflorire al plantelor melifere perene

Specia	**Martie**	**Aprilie**	**Mai**	**Iunie**	**Iulie**	**August**
Salix caprea						
Salix atrocinerea						
Salix fragilis						
Salix alba						
Nepeta transcaucasica						
Robinia pseudoacacia						
Rubus idaeus						
Robinia viscosa						
Onobrychis viciifolia						
Tilia europaea						
Leonurus cardiaca						
Tilia tomentosa						
Hyssopus officinalis						
Lophantus anisatus						
Silphium perfoliatum						
Tetradium daniellii						
Echinops sphaerocephalus						

Analizând datele fenologice acumulate, s-a constatat că sezonul melifer în condițiile Republicii Moldova durează în mod natural aproximativ 25 de săptămâni, din luna martie până în luna august. Acestă perioadă poate fi prelungită până la 30 de săptămâni prin înflorirea otavei unor specii de plante furajere, aromatice sau medicinale de la care a fost recoltată masa vegetală în perioada de vară. În anii favorabili unele specii, cum ar fi *Nepeta transcaucasica* sau *Robinia viscosa*, pot înflori repetat. De asemenea, în lunile de toamnă, înfloresc unele specii perene mai puțin productive, care pot oferi un cules de întreținere pentru albine, cum ar fi *Symphyotrichum novi-belgii*.

Concluzii

Data începutului înfloririi plantelor melifere perene variază în diferiți ani în funcție de condițiile meteorologice, însă succesiunea de înflorire - adică ordinea în care plantele înfloresc una după alta, rămâne constantă din an în an.

Perioada și durata de înflorire a unei specii poate varia în dependență de așa factori ca: temperatura aerului, expoziția plantelor la soare, agrotehnica de cultivare, vârsta plantelor etc.

Elaborarea calendarului anual de înflorire a plantelor melifere poate servi la prognozarea perioadelor de înflorire a plantelor și la planificarea lucrărilor în stupină.

Mulțumiri: Autorii aduc mulțumiri colectivelor:

- Grădinii Botanice Naționale (Institut) ,,Alexandru Ciubotaru" pentru suportul în efectuarea cercetărilor: Ion Roșca – director Institut; Victor Țiței – șef laborator ,,Resurse vegetale"; Natalia Cîrlig, Ana Guțu – colaboratori științifici;

- Serviciului Hidrometeorologic de Stat, pentru oferirea datelor privind temperaturile medii zilnice: Tatiana Stamatova – șef al Direcției Meteorologie;

- Holdingului ORHEI-VIT și vinăriei CARLEVANA în persoana domnului Alexandr Bilinkis - întreprinzător, pentru oferirea terenurilor de pământ arabil și a echipamentului de irigare, cu scopul testării plantelor melifere.

Referințe

1. Antonie, I. The biodiversity of the melliferous plants in the surroundings of the town sebes (alba county) and their economical importance. *Scientific Papers Series" Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 14.4 (2014): p. 13-18.
2. Cîrlig N. et al. Inițierea fondării colecției de plante melifere în cadrul Grădinii Botanice Naționale (Institut),,Alexandru Ciubotaru". In: Revista Botanică. 2020, vol. 21, №. 2, p. 169-170.
3. Cîrlig, N., Țiței, V., Guțu, A. Resurse vegetale cu pondere apicolă. In: *Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă*. 2023, c. 172-175.
4. Eremia, N. Apicultura. Chișinău, 2020. 455p.
5. Farkas, Á., Zajacz, E. Nectar production for the Hungarian honey industry. In: *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. 2007, vol. 1, №. 2, p. 125-151.
6. Haas, R., Crișan, I., Vârban, D., Stoie, A., Vârban, R. Melliferous Aromatic Plants. In: *Hop and Medicinal Plants*, 2023. Year XXXI, No. 1-2,
7. Iordache, P. şi alţi. Plante melifere de foarte mare şi mare pondere economico-apicolă. Bucureşti, 2008, 212 p.
8. MAGENTA Consulting. Competitiveness study of the honey/honey products/sector. Chișinău, 2012
9. Modvală, S. Potenţialul biologic şi rezerva de miere a bazei melifere din Republica Moldova. In: *Zootehnie şi biotehnologii*. 2015, vol. 44, p. 258-263.
10. Novac, G. Forest melliferous resources in the Republic of Moldova. In Proceedings of the 4th Edition of the International Conference Integrated Management of Environmental Resources-Suceava, November (2017), p. 30-45.
11. Program național de dezvoltare a apiculturii în Republica Moldova pentru anii 2021-2025. Hotărârea Guvernului Nr. HG768/2020 din 21.10.2020.
12. Ибрагимов, Б. Д., Ишемгулов, А. М. Цветочно-нектарный конвейер – основа успешного медосбора. In: *Новое в науке и практике пчеловодства*. 2009, с. 156-160.
13. Пашкевич, П. и др. Цветочно-нектарный конвейер для эффективности пчеловодства. В: *Наука и инновации*. 2022. №. 9, с. 23-27.
14. Самсонова, И.Д., Саттаров, В.Н., Морев, И.А., Ильясов, Р.А. Фундаментальные методы исследований в пчеловодстве и их результаты: монография. Воронеж: АртПринт, 2022. 183 с.

UDC: 582.232:581.19 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.59

PRODUCTIVITY AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE GREEN MICROALGA *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS FLOTOW CNM-AV-05* CULTIVATED IN THE PRESENCE OF SOME ALCOHOLS

Dudnicenco Tatiana
Moldova State University, Chișinău, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0003-0484-6372, e-mail: dudnicenco@yahoo.com

Summary. Some alcohols have stimulating action on the productivity and biochemical composition of the green microalga *Haematococcus pluvialis Flotow-CNM-AV-05*. From all alcohols tested, the best results were obtained by adding 3.0 ml/l isopropanol for the non-axenic culture and 0.5 ml/l for the axenic culture to the algal nutrient medium. This alcohol can be used as a regulator of *Haematococcus pluvialis* growth and biosynthetic activity.

Keywords: *Haematococcus pluvialis*, alcohols, productivity, biochemical composition

Introduction

The green alga *Haematococcus pluvialis Flotow CNM-AV-05* has particular interest for phycobiotechnology due to its unique ability to synthesize increased amounts of β-carotene and astaxanthin. The limited industrialization of the production of β-carotene and astaxanthin from *Haematococcus* species is caused by the relatively low productivity of the strains used in traditional phototrophic systems [5]. Various strategies have been proposed to solve this problem, one of them being the use of mixotrophic systems, but this procedure has not found practical application in hematococcal biotechnology due to the lability of the chemical composition, especially carotenoids [2].

The productivity and biochemical composition of many algal species is influenced by the presence of alcohols in the nutrient medium – sources of carbon radicals. It has been demonstrated that the addition of alcohols: methyl, ethyl, isopropyl, amyl, mannitol, adonite, sorbitol, inositol, dulcit to the nutrient medium ensures an obvious increase in porphyridium productivity. Most of the alcohols tested have an effect of stimulating lipogenesis and the process of accumulation of phycobiliproteins. A pronounced positive effect on protein biosynthesis was shown by methyl and isoamyl alcohols [1].

Materials and methods

The object of the research carried out was the strain of green algae *Haematococcus pluvialis Flotow CNM-AV-05*[8]. It was algologically and bacteriologically purified and cultivated on RD nutrient medium [7].Young immobile green cells were taken as inoculum in the amount of 0.3g/l in recalculation to the absolutely dry biomass (ADB). Cultivation was carried out at the illumination intensity - 1500lx, temperature - 26^0C, pH - 6.8-7.0. The axenic conditions were ensured according to the methods described by T. Dudnicenco [3]. On the second day of cultivating the algal culture, the tested amount of respective alcohol was added to the nutrient medium. On the 7^{th} day of cultivation, the algal cells are separated from the culture liquid and subjected to biochemical analyses. The determination of hematococcal productivity was carried out according to the developed method [3] The amount of β-carotene was achieved using the value of the optical density of the studied carotenoid at a wavelength equal to 451nm, the extinction coefficient of β-carotene in hexane (2592) and the mass of the investigated sample . Protein was quantified according to the Lowry method [4]. The determination of the effective satellite microflora was carried out by the plate culture method [6] The statistical-mathematical processing of the experimental data was carried out by standard methods [9].

Results and discussions

From the considerations mentioned above, being current and necessary research aimed at increasing the productivity of the haematococcus and improving the biochemical value of the biomass, a series of experiments were carried out in this direction, using axenic and non-axenic cultures of the green alga strain *H. pluvialis CNM-AV- 05*.

The productivity and chemical composition of *H. pluvialis* was studied on nutrient media with the inclusion of the following alcohols: methanol, ethanol, propanol, isopropanol, butanol, isobutanol, pentanol, hexanol, octanol - in concentrations 0.25 - 8 ml/l; mannitol, dulcit, glycocol, inositol, adonit and sorbitol - in concentrations 0.25 - 8 g/l. When hexanol, octanol, amyl and isoamyl alcohol (in concentrations 0.25 – 1.50 ml/l) were added to the nutrient medium, both axenic and nonaxenic algal culture died over 24 hours, which proves their algotoxicity. For this reason, the mentioned alcohols have not been included in the tables below. The results regarding the use of other alcohols are presented in tables 1-3.

Table 1

The productivity of *H. pluvialis* at cultivation in the presence of some alcohols

No.	Alcohol	Alcohol concentration	Nonaxenic culture			Axenic culture	
			ADB		The effectiveness of the satellite microflora (mln/ml) $X\pm m_x$	ADB	
			(g/l) $X\pm m_x$	(% of control) $X\pm m_x$		(g/l) $X\pm m_x$	(% of control) $X\pm m_x$
	Control	0	2.2±0.1	100	20.4±0.9	2.1±0.0	100
1.	Methanol	0.25ml/l	2.0±0.1	90.9	14.2±0.8**	1.7±0.0*	81.0
		0.5	1.9±0.0*	86.4	14.6±1.1**	1.5±0.0**	71.4
		1.0	1.5±0.1**	68.2	14.5±1.1**	1.3±0.0**	61.9
2.	Ethanol	0.25	2.2±0.1	100	41.5±1.0**	2.1±0.1	100
		0.5	2.2±0.1	100	48.9±1.6**	2.1±0.0	100
		1.0	2.2±0.0	100	40.7±1.5**	2.1±0.1	100
3.	Propanol	0.5	2.4±0.2	109.1	80.3±1.3**	2.2±0.1	104.8
		1.0	2.4±0.1	109.1	80.2±1.5**	2.2±0.0	104.8
		1.5	2.4±0.1	109.1	81.5±1.8**	2.2±0.1	104.8
4.	**Isopropanol**	0.25	2.4±0.1	109.1	42.8±1.4**	3.0±0.1**	142.9
		0.5	2.8±0.2	127.3	46.9±3.4**	**3.2±0.2****	**152.4**
		1.0	2.8±0.2	127.3	70.5±2.4**	3.1±0.2**	147.6
		2.5	3.0±0.1**	136.4	91.6±2.6**	3.0±0.2*	144.8
		3.0	**3.1±0.3***	**140.9**	201.7±2.5**	2.9±0.3	138.1
		3.5	2.0±0.3	90.9	180.9±2.5**	2.7±0.2*	128.6
5.	Butanol	0.25	1.8±0.1*	81.8	159.8±3.1**	1.5±0.1**	71.4
		0.5	1.6±0.0**	72.7	180.6±3.4**	1.2±0.0**	57.1
		1.0	1.2±0.0**	54.6	241.3±3.6**	1.1±0.0**	52.4
6.	Isobutanol	0.25	1.9±0.0*	86.4	123.7±3.4**	1.8±0.0	85.7
		0.5	1.7±0.1*	77.3	168.9±2.5**	1.5±0.0**	71.4
		1.0	1.5±0.1**	68.2	190.7±2.8**	1.4±0.1**	66.7
7.	Pentanol	0.25	2.0±0.3	90.9	146.3±9.1**	1.9±0.1*	90.5
		0.5	1.6±0.0**	72.7	189.6±8.2**	1.9±0.1*	90.5
		1.0	1.4±0.1**	63.6	239.5±5.6**	1.9±0.0*	90.5
	Control	0	2.4±0.3	100	16.5±1.4	2.3±0.2	100
8.	Glycocol	2.0mg/l	3.2±0.3	133.3	28.5±0.4**	3.2±0.2*	142.7
		2.5	3.3±0.2	137.5	30.6±3.4**	3.4±0.2*	147.3
		3.0	3.1±0.1	129.2	29.5±1.1**	3.3±0.3	145.3
9.	Ethylene	0.25g/l	2.4±0.1	100	20.5±0.2	2.3±0.2	100

	glycol	0.5	2.2±0.1	91.7	21.4±0.3	2.2±0.0	95.7
		1.0	2.1±0.0	87.5	26.8±0.1**	2.1±0.0	91.3
10.	Manni-tol	1.5	2.7±0.2	114.1	33.9±0.2**	2.9±0.1	127.8
		2.0	3.1±0.0	129.2	38.4±0.4**	3.0±0.1	130.1
		2.5	2.9±0.0	122.6	41.2±0.3**	2.8±0.1	132.2
11.	Dulcit	1.5	3.1±0.0	128.5	60.3±0.4**	3.0±0.1	131.7
		2.0	3.2±0.0*	132.6	60.5±3.1**	3.1±0.0*	136.0
		2.5	3.1±0.0	130.6	59.6±2.8**	3.0±0.2	130.1
12.	Inositol	1.5	2.8±0.0	116.7	34.5±1.3**	2.8±0.2	122.1
		2.0	3.1±0.1	129.2	39.5±3.2**	3.0±0.1	130.1
		2.5	2.9±0.0	120.8	61.2±2.9**	2.6±0.2	114.2
13.	Adonit	0.1	2.5±0.0	104.2	78.4±2.5**	2.7±0.2	117.4
		0.5	2.9±0.1	120.8	90.2±3.4**	2.9±0.1	127.5
		1.0	2.7±0.0	114.1	85.6±4.5**	2.8±0.1	122.0
14.	Sorbitol	1.0	2.4±0.0	100	96.3±4.6**	2.6±0.1	113.0
		1.5	2.8±0.0	116.7	94.1±4.3**	2.8±0.2	122.0
		2.0	2.5±0.1	104.2	98.2±3.5**	2.6±0.1	114.2

*Treal>$T_{95\%}$; **Treal>$T_{99\%}$

Table 2

The content of protein and β-carotene in the biomass of the nonaxenic culture of H. *pluvialis* at the cultivation in the presence of some alcohols

No.	Alcohol	Alcohol concentration	Protein		β-carotene	
			% from ADB $X\pm m_x$	% of control	Raw content synthesized per day (mg/l) $X\pm m_x$	% of control
	Control	0	27.4±0.2	100	10.7±0.2	100
1.	Methanol	0.25ml/l	26.4±0.3**	96.2	9.1±0.1**	85.1
		0.5	26.1±0.4**	95.1	8.4±0.2**	78.5
		1.0	23.9±0.2**	87.1	6.4±0.1**	59.8
2.	Ethanol	0.25	27.4±0.2	100.0	10.7±0.1	100
		0.5	27.4±0.2	99.8	10.7±0.1	100
		1.0	27.3±0.1	99.7	10.7±0.1	100
3.	Propanol	0.5	27.7±0.1	101.0	9.6±0.2*	89.7
		1.0	27.6±0.1	100.6	9.6±0.2*	89.7
		1.5	27.9±0.1	101.7	9.6±0.2*	89.7
4.	**Isopropanol**	0.25	27.6±0.1	100.5	11.7±0.1*	109.4
		0.5	27.4±0.2	100.1	14.4±0.2**	134.6
		1.0	27.2±0.2	100.5	14.4±0.1**	134.6
		2.5	29.6±0.3**	107.8	16.7±0.3**	156.1
		3.0	32.4±0.1**	118.3	**17.7**±0.3**	**165.4**
		3.5	30.1±0.2*	109.7	10.9±0.1	101.9
5.	Butanol	0.25	21.3±0.5**	77.7	5.7±5.7**	53.3
		0.5	19.0±0.1**	69.2	4.1±0.1**	38.3
		1.0	17.6±0.6**	64.2	3.9±0.0**	36.5
6.	Isobutanol	0.25	18.3±0.1**	66.8	7.1±0.1**	66.4
		0.5	15.2±0.1**	55.5	6.3±0.0**	58.9
		1.0	12.6±0.1**	46.1	5.4±0.1**	50.5
7.	Pentanol	0.25	19.1±0.1**	69.6	5.8±0.0**	54.2

		0.5	14.3±0.0**	52.2	4.3±0.0**	40.2
		1.0	13.2±0.1**	48.4	4.0±0.1**	37.4
	Control	0	26.3±0.1	100	11.7±0.2	100
8.	**Glycocol**	2.0mg/l	31.5±0.6**	117.0	16.5±0.2**	141.0
		2.5	**33.6±0.1****	**124.8**	17.9±0.2**	153.0
		3.0	32.7±0.1**	121.5	15.5±0.1**	132.5
9.	Ethylene glycol	0.25g/l	26.8±0.1	99.7	11.7±0.1	100
		0.5	27.1±0.2	100.7	10.1±0.1**	115.8
		1.0	26.7±0.2	99.2	9.6±0.2**	82.1
10.	Mannitol	1.5	29.7±0.8**	110.4	13.5±0.3**	115.4
		2.0	30.3±0.2**	112.8	15.9±0.4**	136.0
		2.5	28.9±0.2**	107.4	14.1±0.2**	120.5
11.	Dulcit	1.5	27.9±0.9**	103.5	15.1±0.3**	129.1
		2.0	30.1±0.3**	111.8	15.5±0.2**	132.5
		2.5	29.4±0.5**	109.2	15.1±0.1**	129.1
12.	Inositol	1.5	28.2±0.6**	104.8	13.6±0.2**	116.2
		2.0	31.4±0.5**	116.7	14.6±0.3**	124.8
		2.5	28.9±0.8**	107.4	13.7±0.0**	117.1
13.	Adonit	0.1	27.1±0.8*	100.7	12.5±0.1*	106.8
		0.5	27.0±0.7	100.5	14.1±0.1**	120.5
		1.0	26.9±0.7	100.0	13.1±0.2**	112.0
14.	Sorbitol	1.0	26.5±0.5	98.7	11.7±0.2	100
		1.5	26.3±0.4	97.8	14.4±0.1**	123.1
		2.0	26.7±0.4	99.2	12.1±0.1	103.4

*Treal>$T_{95\%}$; **Treal>$T_{99\%}$

Table 3

Protein and β-carotene content in the biomass of the axenic culture of *H. pluvialis* at the cultivation in the presence of some alcohols

No.	Alcohol	Alcohol concentration	Proteină		β-caroten	
			% from ADB $X\pm m_x$	% of control	conţinut brut sintetizat pe zi (mg/l) $X\pm m_x$	% l of control
	Control	0	28.2±0.1	100	9.9±0.2	100
1.	Methanol	0.25ml/l	26.4±0.6*	93.6	7.5±0.1**	75.8
		0.5	23.1±0.8**	82.2	6.4±0.2**	64.7
		1.0	20.5±0.2**	72.7	5.4±0.1**	54.6
2.	Ethanol	0.25	28.2±0.1	99.9	9.9±0.1	100
		0.5	28.1±0.3	99.9	9.6±0.2	103.1
		1.0	28.1±0.2	99.9	9.6±0.2	103.1
3.	Propanol	0.5	28.4±0.4	100.3	10.7±0.1*	108.1
		1.0	28.6±0.5	101.0	10.7±0.1*	108.1
		1.5	28.5±0.1	101.6	10.7±0.1*	108.1
4.	**Isopropanol**	0.25	28.9±0.1	102.2	15.4±0.1**	155.6
		0.5	30.2±0.1**	107.7	**17.3±0.2****	**174.8**
		1.0	29.4±0.1**	104.2	17.2±0.1**	173.7
		2.5	28.1±0.6	99.2	15.4±0.2**	155.6
		3.0	28.1±0.6	99.6	14.9±0.1**	150.5
		3.5	28.0±0.4	99.3	13.1±0.1**	132.3

5.	Butanol	0.25	18.2±0.5**	64.6	6.0±0.1**	60.6
		0.5	17.6±0.5**	62.4	4.6±0.1**	46.5
		1.0	17.4±0.3**	61.7	4.2±0.0**	42.4
6.	Isobutanol	0.25	27.4±0.5*	97.1	6.4±0.0**	64.7
		0.5	25.1±0.6**	89.1	5.1±0.0**	51.5
		1.0	23.6±0.2**	83.7	4.4±0.0**	44.4
7.	Pentanol	0.25	20.3±0.1**	72.1	6.0±0.0**	60.6
		0.5	17.2±0.2**	61.2	6.0±0.1**	60.6
		1.0	15.1±0.3**	53.6	6.0±0.0**	60.6
	Control	0	27.4±0.4	100	10.5±0.1	100
8.	**Glycocol**	2.0mg/l	32.8±0.4**	119.5	15.1±0.1**	152.5
		2.5	**33.4±0.3****	**121.9**	17.0±0.2**	161.9
		3.0	31.5±0.5**	115.1	16.0±0.1**	152.4
9.	Ethylene glycol	0.25g/l	25.20±.2**	92.0	10.5±0.1	100
		0.5	22.8±0.3**	83.2	10.4±0.1	99.1
		1.0	21.0±0.4**	76.7	9.6±0.1	91.4
10.	Mannitol	1.5	27.5±0.3	100.3	14.5±0.2**	138.1
		2.0	27.6±0.2	100.8	14.5±0.2**	138.1
		2.5	27.5±0.5	112.6	13.2±0.1**	125.7
11.	Dulcit	1.5	29.3±0.3**	106.8	13.7±0.2**	130.5
		2.0	31.0±0.6**	113.1	14.2±0.2**	135.2
		2.5	26.2±0.5	102.8	14.1±0.2**	134.3
12.	Inositol	1.5	28.1±0.3	102.5	12.8±0.1**	121.9
		2.0	28.1±0.4	103.5	14.1±0.2**	134.2
		2.5	27.9±0.2	101.7	12.3±0.1**	117.1
13.	Adonit	0.1	27.5±0.3	100.3	12.3±0.2**	117.1
		0.5	27.9±0.5	101.7	13.7±0.1**	130.5
		1.0	28.0±0.4	102.4	13.2±0.2**	125.7
14.	Sorbitol	1.0	27.2±0.2	99.4	11.9±0.1**	113.3
		1.5	27.0±0.3	98.7	13.2±0.2**	125.7
		2.0	27.3±0.1	99.6	11.9±0.1**	113.3

*Treal>$T_{95\%}$; **Treal>$T_{99\%}$

The results of the experiments (Tab.1) confirm the fact that isopropanol, glycocol, dulcitol, mannitol, inositol and adonit have a stimulating effect on algal productivity: by 21-41% in the case of non-axenic culture and by 27-52% in the case of more axenic culture much to the witness. The most effective of the alcohols tested is isopropanol in a concentration of 3.0ml/l in the case of the non-axenic culture (increasing by 40.9% the accumulation of biomass compared to the control) and in a concentration of 0.5ml/l in the case of the axenic culture (increasing by 52.4% the accumulation of the biomass). These differences between the results obtained for the axenic and nonaxenic cultures are due to the competition for this nutrient substrate between the algal cells and the bacterial cells of the nonaxenic culture, while in the case of the axenic culture, this competition is missing and the volume of isopropanol necessary to ensure an obvious increase in productivity is 6 times lower. In the case of the use of methanol, butanol, isobutanol, pentanol and ethylene glycol, with the increase of their concentration in the nutrient medium, a decrease in algal productivity is observed (Tab. 2 and 3).

From the point of view of chemical composition, the action of alcohols is different. Thus, the studied alcohols do not stimulate protein synthesis, with the exception of glycocol in a concentration of 2.5mg/l. Under its influence, the amount of protein increases by 24.8% compared to the control in the case of the non-axenic culture and by 22.0% in the case of the axenic culture.

Methanol, butanol, isobutanol, pentanol and ethylene glycol have a negative effect on protein synthesis both in the case of axenic and non-axenic cultures (Tab. 2. and 3).

Regarding carotenogenesis, an increase in it was highlighted when cultivating *H. pluvialis* in axenic and nonaxenic conditions in the presence of alcohols: isopropanol, glycocol, mannitol, dulcite, inositol, adonite and sorbitol. The other alcohols have an inhibitory or neutral effect because, possibly, the enzyme equipment of the algae transforms these substances into intermediate compounds, including substances that negatively influence the carotenogenesis process.

Isopropanol has a more beneficial effect on carotenogenesis, as in the case of stimulating ADB synthesis. Thus, in the case of the non-axenic culture when isopropanol is added to the nutrient medium in a concentration of 3ml/l, an increase in the gross content of β-carotene synthesized per day is observed by 65.4% compared to the control, and in the case of the axenic culture – the presence of this alcohol in the cultivation medium in a concentration of 0.5ml/l – increases the content of β-carotene synthesized per day by 74.8% compared to the control.

Conclusions

Generalizing the results obtained regarding the effect of alcohols on the productivity and biochemical composition of *H. pluvialis*, it follows that isopropanol in a concentration of 3.0ml/l in the nutrient medium for the non-axenic culture and 0.5ml/l for the axenic culture can be applied to direct the quality biomass of this alga.

References

1. Cepoi L. Particularităţile fiziologo-biochimice ale cultivării algei roşii *Porphyridium cruentum-CNM-AR-01* – sursă de substanţe bioactive. În: Autoreferat a tezei de doctor în ştiinţe biologice. Chişinău, 1995. 21p.
2. Cheng X., Shah M. Astaxanthin from *Haematococcus*: Production, applications, and advances. In: Handbook of Food and Feed from Microalgae. Production, Application, Regulation, and Sustainability, Elsevier Inc., 2023, p. 221-236.
3. Dudnicenco T. Particularităţile morfo-fiziologice, biochimice şi biotehnologice ale microalgei verzi *Haematococcus pluvialis Flotow CNM-AV-05*. În: Autoreferatul tezei de doctor în biologie. Chişinău**,** 2001. 20 p.
4. Lowry O.H., Rosebough N.J., Farr A.L., et al. Protein measurment with the Folin phenol reagent. In: J. Biol. Chem., 1951, V. 193, p.265-275.
5. Niizawa Ig. et al. Astaxanthin production by autotrophic cultivation of *Haematococcus pluvialis*. A success story. In: Global Perspectives on Astaxanthin, From Industrial Production to Food, Health, and Pharmaceutical Applications, Elsevier Inc., 2021, p. 71-89.
6. Nimiţian E. ș.a. Metode si tehnici de microbiologie. Iaşi: Ed. Universităţii “Al. I. Cuza”, 1997. 385 p.
7. Rudic V, Dudnicenco T. Mediu de cultură pentru alga verde *Haematococcus pluvialis*. Brevet de invenţie MD, 2001, nr. 1723.
8. Rudic V., Cepoi L., Dudnicenco T. Tulpina algei verzi *Haematococcus pluvialis Flotow* utilizată ca sursă de astaxantin. Brevet de invenţie MD, 1999, nr. 1352.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

UDC: 632.11:535-34:582.632.2(4) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.60

EFFECT OF X-RAY RADIATION ON THE VIABILITY OF EUROPEAN BEECH SEEDS

Elisovetcaia Dina[1], *https://orcid.org/0000-0003-0521-6428, dina.elisovetcaia@sti.usm.md*
Ivanova Raisa[1], *https://orcid.org/0000-0002-2554-2039*
Fedorenco Elena[2]
[1]Moldova State University, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Chisinau, Republic of Moldova;
[2]The "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Ungheni district, Radenii Vechi commune, Republic of Moldova

Summary. *Fagus sylvatica* seeds from the "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Republic of Moldova (PF-23) were treated in peeled (without pericarp) and unpeeled (with pericarp) form with X-ray doses from 25 to 425 Gy. No linear dependence of the viability of both peeled and unpeeled seeds on the radiation dose was established using the hydrogen peroxide test (HP). The use of the Indigo-carmine test (IC) made it possible to reveal a linear dependence of the viability of beech seeds (with pericarp) on the irradiation dose of X-rays. X-ray treatment in doses from 50 to 300 Gy reduced seed viability in the range from 39.53 to 48.84% (limit 50%); X-rays treatment above 600 Gy reduced seed viability by 67.44% or more.

Keywords: *Fagus sylvatica*, seeds, viability, X-ray, irradiation.

Introduction

Current climatic conditions may be limiting for natural regeneration of *Fagus sylvatica* in some areas of its distribution, especially at the southeastern edge of its range, where the likelihood of extreme heat and drought increases significantly (Bolte et al., 2016; Muffler et al., 2021). Successful beech regeneration is critical for population maintenance and range expansion. Muffler et al. (2021) previously found that seed germination success of *Fagus sylvatica* increased with increasing air temperature and decreased with decreasing air temperature, while establishment and survival of seedlings were impaired under warmer and drier conditions. The high plasticity of early life history traits found in European beech, regardless of seed origin, may provide short-term establishment (Muffler et al., 2021). However, due to the low survival rate of beech seedlings found in dry and hot conditions, this plasticity may not be enough to ensure beech regeneration in the future. Long-term plant responses to thermal shifts, changes in moisture regimes, insolation, and the spread of pathogens, accompanied by physiological and genetic mutations, can be stretched over several generations (Alberto et al., 2013; Richardson et al. 2014; Oddou Muratorio et al., 2021; Prozherina and Nakvasina, 2022). Spontaneous mutations in nature occur with an extremely low frequency (10^{-6}), which makes the process of selecting useful traits in plants tedious. One of the ways to successfully increase genetic variability is the selection of radiation mutations, which has been used for a number of agricultural and forest plants for over 100 years (Ma et al., 2021). Radiation mutation breeding is usually divided into classical radiation mutation breeding, particle mutation breeding and cosmic radiation mutation breeding. Classical radiation mutation breeding methods mainly involve the use of X-rays and gamma rays. All major forest-forming species, including European beech, have a huge advantage for mutation breeding over agricultural crops, since they are wild species unaffected by breeding and have huge genetic potential.

Currently, mutation breeding studies are carried out with both fruit and forest crops (Kornienko and Netsvetov, 2016; Holonec et al. 2021). Holonec et al. (2021) found that the maximum germination of acorns (86.67%) of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. was induced by gamma irradiation at a dose of 2 Gy, which caused the highest value of germination index (2.02), of germination energy (7.7) and of germination speed (7.24), and also increased the diameter (2.65 cm) and height of seedlings (11.25 cm) compared to the control. Other authors have studied the remote effects of radiation after seed irradiation on the architecture of the aboveground part of the common oak *Quercus robur* L. (Kornienko and Netsvetov, 2016). The scientific literature has described in detail the diverse effects of gamma irradiation on various traditional crop species and

for species cultivated *in vitro* (Reznik et al., 2021, Bliznyuk et al., 2023; Ghanim, 2024). However, research on the effects of beech irradiation is very limited (Lof et al., 2005).

The aim our investigation was to select doses of X-rays irradiation that would cause the death of 25, 50 and 75% of the beech seed population in order to determine which doses to *Fagus sylvatica* seeds could be considered high, moderate and low.

Materials and methods

The objects of the study were *Fagus sylvatica* seeds collected in the fall of 2023 in the "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Republic of Moldova (hereinafter referred to as PF-23), the viability of which, determined by hydrogen peroxide method (HP) was 78.0-86.0%. The study was conducted in laboratory conditions in the Laboratory Natural Bioregulators of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Moldova State University, Chisinau, Republic of Moldova.

X-ray treatment. PF-23 seeds were treated according to the relevant protocol (Protocol for X-ray mutagenesis of plant material: seed, 2010; FAO/IAEA, 2018) with an RS-2400-Q Rad Source Technologies ionizer-radiator, at different X-ray doses. The seeds (100 seeds in each variant) were packed into labeled paper bags, which were placed in the middle of the containers and covered with grain to minimize air space. After irradiation with different doses, the viability of seeds was determined – in the first experiment, using the HP test; and in the second experiment, using the indigo-carmine test **(**IC).

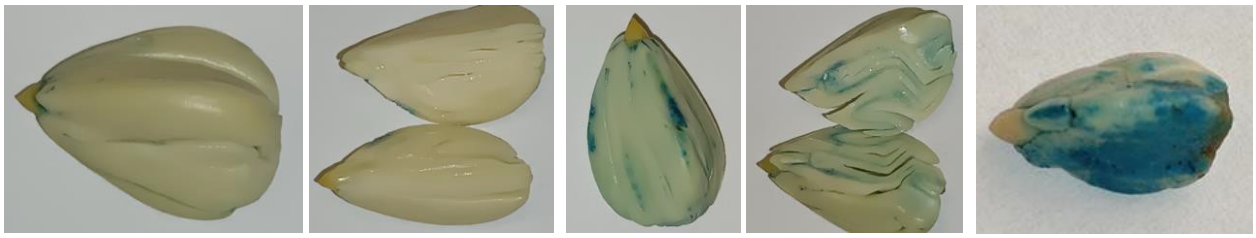
Hydrogen peroxide test (HP). Each variant contained 100 seeds, in four replications. Seeds were selected using random sampling techniques and soaked in 100 ml of 1.0% hydrogen peroxide solution (H_20_2) at temperature 25 °C for a day. The pericarp tip of the seed was cut deep enough to expose but not damage the root tip. After cutting, the seeds were immediately placed in 100 ml of 1.0% H_20_2 to prevent drying out and incubated in the dark at 25 °C to allow the radicles elongation to occur. After three and six days of incubation, the seeds were returned to fresh 1.0% H_20_2 solution. On the 7th day, all seeds were evaluated and the test was completed. The grouping of seeds into classes through the hydrogen peroxide test was carried out according to Kerkez et al. (2018) and all seeds were divided into three classes: evident – radicle > 2 mm long; slight – radicle ≤ 2 mm long and none – no radicle protrusion (Fig. 1). Data were expressed as the proportion of "evident" and "slight evident" germinates to the total number of seeds used in the test (Kerkez et al., 2018; Sharma and Sibi, 2020; Elisovetcaia et al., 2021).



Figure 1. The degree of germination of radicle in *Fagus sylvatica* seeds in the HP test (a – completely viable seed with radicle more than 2 mm; b – conditionally viable seeds with radicle equal to 2 mm; c –ungerminated non-viable seeds) (photo Dina Elisovetcaia)

Indigo-carmine test (IC). Each variant contains 4 replicates of 25 seeds each. Duration of testing: 2 days, temperature +30 °C (Gugala, 2002). The beech seeds (100 seeds for four replications of 25 seeds each selected using random sampling techniques) are pre-soaked in Petri dishes in 50 ml distilled water for 18-24 hours at temperature 30 ºC, after which the pericarp and brown seed coat is carefully removed. Staining is carried out with a 0.5% aqueous solution of

indigo carmine (disodium salt of indigo-5,5'-disulfonic acid) for 2 hours in the thermostat. After the staining time has passed, the seeds are thoroughly washed with water. IC test stains dead seed tissues dark blue or gray-blue (Fig. 2, C-E). Living seed tissue remains white or light blue (Fig. 2, A-B). A light blue border around the radicle is allowed (Fig. 2 A).



A B C D E

Figure 2. Distribution of beech seeds in groups according to the degree of fabric staining: A-B – viable seeds and C-E non-viable seeds (photo Dina Elisovetcaia)

Results and discussions

It was necessary to select not only the X-ray doses, but also a method for determining the viability of seeds that would most objectively reflect the real picture. Initially, the experiment was conducted on the PF-23 seeds with and without pericarp with X-ray doses from 25 to 425 Gy. Viability was determined by the HP method (which had proven itself well previously) by germinating the seeds in a 1% hydrogen peroxide solution (Table 1). It was found that the HP test does not provide a linear dependence of the decrease in viability according to X-ray data (Fig. 3). Moreover, even at the maximum dose of 425 Gy, the decrease in the viability of beech seeds did not exceed 37.18% (Fig. 3). The absence of a linear dependence of the viability of beech seeds on the dose was obvious both for seeds with and without pericarp. We believe that one of the reasons for such sinusoidal fluctuations in viability is the high heterogeneity of seeds, i.e. the resistance of individual seeds to irradiation, which results in a nonlinear relationship. Another reason for the sinusoidal fluctuation may be that the surviving roots of irradiated seeds can germinate significantly even with significant damage to the cotyledons in the HP test. At the same time, such sinusoidal of the results suggests the induction of mutations in irradiated seeds.

In order to obtain an objective picture of the death of living seed tissue during irradiation, we conducted an experiment to study the effect of different X-ray doses on seeds with pericarp using the IC test. As a result, it was calculated that X-rays from 25 to 35 Gy reduce seed viability by 25%; X-rays from 50 to 300 Gy reduced seed viability in the range from 39.53 to 48.84% (limit 50%); X-rays above 600 Gy reduced seed viability by 67.44% or more (limit 75%) (Fig. 4).

Table 1

Viability of *Fagus sylvatica* seeds from the "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Republic of Moldova (PF-23) in laboratory conditions under the influence of X-ray doses, HP test, 2024

Variants (X-ray doses, Gy)	Viability (HP test), %	
	without pericarp	with pericarp
Control	78.00	78.00
25	76.00	51.00
125	68.00	65.00
225	50.00	54.38
325	52.13	51.00
425	57.81	49.00

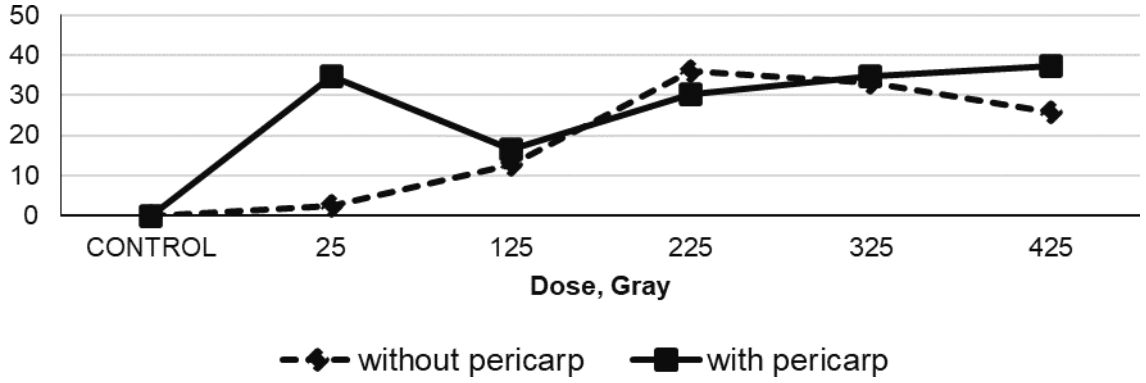


Figure 3. Decrease in the viability of *Fagus sylvatica* seeds from the "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Republic of Moldova (PF-23) in laboratory conditions under the influence of X-ray doses, HP test, 2024

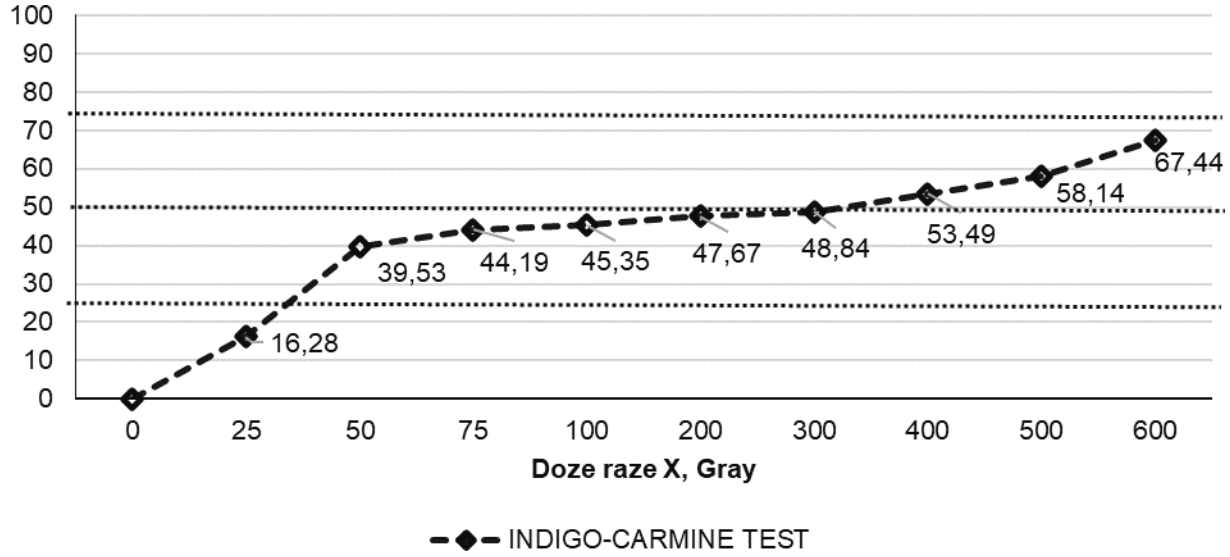


Figure 4. Decrease in the viability of *Fagus sylvatica* seeds from the "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Republic of Moldova (PF-23) in laboratory conditions under the influence of X-ray doses, IC test, 2024

Statistical analysis of the data showed a linear relationship between the viability of seeds and X-ray irradiation doses when determining the IC test (Table 2). It was noted that there was no significant difference between seed irradiation with a dose of 75 g and 100-200 Gy. Also, no significant difference was found between doses of 100-200 Gy and a dose of 300 Gy (Table 2). Thus, in the specified range from 75 to 300 Gy, mutations with varying degrees of resistance can be obtained, with an insignificant decrease in viability in a small range.

Thus, for further study of the effect of radiation on beech seeds during stratification, a dose limit of X-ray radiation from 50 to 300 Gy was chosen.

Table 2

Distribution of variants in groups according to the confidence levels in dependencies on the viability of *Fagus sylvatica* seeds from the "Plaiul Fagului" Natural Reserve, Republic of Moldova (PF-23) under the influence of X-ray doses, IC test, 2024

No.	**Variants (X-ray doses, Gy)**	Viability, %	Distribution of variants into groups depending on the confidence levels																							
			α = 0.05 +/- limits 3.06847								α = 0.01 +/- limits 3.61242								α = 0.001 +/- limits 3.87456							
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Control	86.00								X								X								X
2.	**25**	72.00							X								X								X	
3.	**50**	52.00						X								X								X		
4.	**75**	48.00					X								X								X			
5.	**100**	47.00				X	X							X	X							X	X			
6.	**200**	45.00				X	X							X	X							X	X			
7.	**300**	44.00				X								X								X				
8.	**400**	40.00			X								X								X					
9.	**500**	36.00		X								X								X						
10.	**600**	28.00	X								X								X							

Conclusions

The use of two tests – hydrogen peroxide (HP) and indigo-carmine (IC) showed that the IC test is better suited for identifying the viability of beech seeds exposed to X-ray irradiation, as it allows for identifying a linear dependence and prevents distortion of the results. The HP test can produce distortions, since even heavily damaged seeds can produce significant root growth when stimulated by peroxide. The dose range between 50 and 300 Gy is of interest for studying the effect on beech seed germination. In this range, seed viability decreases within 39.53-48.84%, which leaves more than half of the seeds alive, and at the same time provides opportunities for obtaining plants with useful mutations.

Acknowledgments. Research was carried out within the Subprogramme 011101 “Genetic and biotechnological approaches to agroecosystem management under climate change conditions”, financed by the Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova.

References

1. Alberto F.J.,Aitken S.N., Alía R. et al. 2013. Potential for evolutionary responses to climate change – evidence from tree populations. In: *Global Change Biol*, vol. 19: 1645-1661. https://doi.org/10.1111/gcb.12181
2. Bliznyuk U., Borshchegovskaya P., Malyuga A. et al. 2023. Effects of X-Ray irradiation on germination and phytosanitary condition of cereal and oilseed crops. E3S Web Conf., vol. 420, article number 01013. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342001013
3. Bolte A., Czajkowski T., Cocozza C., et al. 2016. Desiccation and Mortality Dynamics in Seedlings of Different European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Populations under Extreme Drought Conditions. In: *Front. Plant Sci*, vol. 7:751. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00751
4. Elisovetcaia D., Ivanova R., Gumeniuc Ia., et al. 2021. Quality estimation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds from the Eastern Europe. In: *Studii şi cercetări ştiinţifice. Seria biologie, Univer. V. Alecsandri, Bacău*, vol. 30 (1): 25-30. ISSN: 2457-5178. https://pubs.ub.ro/.

5. FAO/IAEA. 2018. Manual on Mutation Breeding – Third edition. Spencer-Lopes, M.M., Forster, B.P. and Jankuloski, L. (eds.), Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 301 p. ISBN 978-92-5-130526-3
6. Ghanim A.M.A. 2024. Physical Mutagenesis in Cereal Crops. In: Ghanim, A.M.A.; Sivasankar, S.; Rich, P.J. (eds) Mutation Breeding and Efficiency Enhancing Technologies for Resistance to Striga in Cereals. *Springer, Berlin, Heidelberg*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-68181-7_2
7. Gugala A. 2002. Changes in quality of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds stored at the Forest Gene Bank Kostrzyca. *Dendrobiology*, vol. 47(Supplement): 33-38.
8. Holonec R., Viman O., Morar I.M. et al. 2021. Non-chemical treatments to improve the seeds germination and plantlets growth of sessile oak. In: *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 49(3), article number 12401, https://doi.org/10.15835/nbha49312401.
9. Kerkez I., Pavlovic S., Lucic A. et al. 2018. Different methods for beech seed quality testing. In: *Sustainable forestry. Collection 77-78*. Institute of Forestry. Belgrade. pp. 1-10. http://doi.org/10.5937/SustFor1877001K.
10. Kornienko V.O, Netsvetov M.V. 2016. The influence of radiation exposure on the architectonics of the above-ground part of the common oak *Quercus robur* L. In: *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, no. 3. 93-99. https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-radiatsionnogo-oblucheniya-na-arhitektoniku-nadzemnoy-chasti-duba-chereshchatogo-quercus-robur-l (date of access: 01.12.2023) [in Ukrainian].
11. Lof M., Bolte A., Welander N.T. 2005. Interacting effects of irradiance and water stress on dry weight and biomass partitioning in *Fagus sylvatica* seedlings. In: S*candinavian Journal of Forest Research*, vol. 20: 322-328.
12. Ma L., Kong F., Sun K. et al. 2021. From Classical Radiation to Modern Radiation: Past, Present, and Future of Radiation Mutation Breeding. In: *Front. Public Health*, vol. 9: 768071. https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.768071.
13. Muffler L., Schmeddes J., Weigel R., et al. 2021. High plasticity in germination and establishment success in the dominant forest tree *Fagus sylvatica* across Europe. In: *Global Ecology and Biogeography*, vol. 30(8): 1583-1596. https://doi.org/10.1111/geb.13320.
14. Oddou-Muratorio S., Gauzere J., Angeli N. et al. 2021. Phenotypic and genotypic data of a European beech (*Fagus sylvatica* L.) progeny trial issued from three plots along an elevation gradient in Mont Ventoux, South-Eastern France. In: *Annals of Forest Science*, vol. 78: 88. https://doi.org/10.1007/s13595-021-01105-9.
15. Protocol for x-ray mutagenesis of plant material: seed. 2010. Joint FAO/IAEA Centre of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. https://www.iaea.org/sites/default/files/21/07/nafa-pbg-manual-protocol-x-ray-mutagenesis-plants.pdf
16. Prozherina N.A., Nakvasina E.N. 2020. Climate change and its impact on adaptation and intraspecific variability of Conifer species of the European North of Russia. 2022. In: *News of Higher Educational Institutions. Forestry Journal*, vol. 2(386): 9-25. https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-2-9-25 [In Russian].
17. Reznik N., Subedi B.S., Weizman S. et al. 2021. Use of X-ray Mutagenesis to Increase Genetic Diversity of *Zantedeschia aethiopica* for Early Flowering, Improved Tolerance to Bacterial Soft Rot, and Higher Yield. In: *Agronomy*, vol. 11: 2537. https://doi.org/10.3390/agronomy11122537
18. Richardson J.L., Urban M.C., Bolnick D.I. et al. 2014. Microgeographic adaptation and the spatial scale of evolution. *Trends Ecol Evol*, vol. 29: 165–176. https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.01.002
19. Sharma S., Sibi G. 2020. Seed germination and maturation under the influence of hydrogen peroxide-a review. In: *Journal of Critical Reviews*, vol. 7(1):6-10.

UDC: 574.1(478):631.541.11:634.10 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.61

CONSERVATION OF BIODIVERSITY OF POME ROOTSTOCKS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Gendov Natalia[1], *https://orcid.org/0000-0002-4509-5918*
Chernets Alexandr[1, 2] *https://orcid.org/0000-0003-3552-1757*
Kovalenko Galina[1, 2, *], *https://orcid.org/0000-0003-3051-0258*
[1]Public Institution Scientific and Practical Institute of Horticulture and Food Technologies, Republic of Moldova, Chisinau
[2] Phytosanitary Control and Protection of Fruit Plantations, Republic of Moldova, Chisinau
**e-mail: galinakovalenko697@gmail.com*

Summary. The results of long-term research on the preservation and maintenance of a healthy biobank of the main zoned and promising apple rootstocks for the Republic of Moldova using the *in vitro* tissue culture method and *in vivo* conditions of the depository are presented. The described plant cultivation methods eliminate the possibility of reinfection of the original material and guarantee the availability of pure, virus-free biodiversity of pome rootstocks. Special attention is given to the possibilities of accelerated micropropagation of these genotypes to meet the needs of local nurseries.

Keywords: biobank preservation, rootstocks, apple, virus-free planting material, *in vitro* propagation.

Introduction

The modern course of fruit nursery development in the Republic of Moldova, in line with European quality standards, is aimed at introducing a certification system for the production of orchard planting material (2). Certification will guarantee high biological quality of the planting material, compliance with established standards, and expand potential sales markets. This will positively impact the country's economy. While reducing phytosanitary risks associated with the import of planting material. In the process of achieving these goals, the primary task is to maintain the availability of basic original plants of each genotype that are of interest to the country's nurserymen and fruit growers to ensure their varietal and phytosanitary purity.

The Laboratory of Virology and Phytosanitary Control at the Scientific and Practical Institute of Horticulture, Viticulture and Food Technologies (Moldova, Chisinau) maintains a strategic assortment of virus-free clonal apple rootstocks for the Republic of Moldova (5). Apple is an important industrial pome crop, but in recent years, apple plantations in Moldova have been gradually decreasing due to the uprooting of old orchards and the weak establishment of new plantations. The limiting factor is also the insufficient production of high-quality rootstock material. Maintaining a bank of valuable virus-free biotypes of clonal apple rootstocks and using the potential of microclonal propagation technology can open new prospects for the industrial cultivation of this fruit crop.

Materials and Methods

The research was conducted in the Laboratory of Virology and Phytosanitary Control of Fruit Crops at the Scientific and Practical Institute of Horticulture, Viticulture and Food Technologies (Moldova, Chisinau). The objects of our research were clonal apple rootstocks: M 26, MM106, 62-396, Pi-80, M 9, M 27, M 4, 54-118. The rootstocks were preserved *in vivo* and *in vitro.* Under greenhouse conditions, two plants of each genotype were maintained, planted in soil in 17-liter containers. Plant maintenance in the depository was organized with isolation to prevent reinfection by diseases and pests. The initial material for creating the *in vitro* collection was shoot

tips from actively growing plants (April-May) measuring 4-8 mm. The sterilization of plant material was carried out using chlorine-containing agents and hydrogen peroxide. The cultivated explants were kept in a culture room with regulated environmental conditions - at a temperature of +22+24°C, relative humidity of 70%, light intensity of up to 3-5 thousand lux, and a light period duration of 16 hours. Transfer of explants to fresh nutrient medium was performed every 4-8-12-16 weeks. For introducing explants *in vitro*, the nutrient medium by Murashige-Skoog (MS, 1962) with the addition of sucrose 30 g/l, vitamins (inositol 100 mg/l, B6-0.5 mg/l, B1-0.5 mg/l, PP-0.5 mg/l, ascorbic acid - 10 mg/l),citokinine BAP -1 mg/l, agar-agar - 6 g/l, pH of the nutrient medium 5.8 was used. To maintain regenerative capacity to preserve isolated material, nutrient media WPM (McCown B., Lloyd G., 1981), or MS (Murashige and Skoog, 1962) with reduced nitrogen salt content were used. For proliferation, nutrient media based on MS (4), WPM (3), B5 (Gamborg O., Eveleigh D., 1968) (1) supplemented with sucrose 30 g/l, inositol 100 mg/l, B1, B6, PP -0.5 mg/l, ascorbic acid - 3 mg/l, BAP -0.5-3 mg/l, auxin IBA -0-0.5 mg/l, agar-agar - 6 g/l, pH of the nutrient medium 5.8 were tested. At the rhizogenesis stage, the concentration of macronutrients in the nutrient medium was halved, and IBA (Indole-3-butyric acid) was used as a growth stimulator. The adaptation of rooted plants was carried out in plastic tunnels at 100% air humidity during the first weeks of cultivation.

Results and Discussions

The preservation of virus-free clonal apple rootstocks in the depository has been conducted for 20 years. Annual spring pruning is performed. During the vegetation period, daily watering is required. From March to September, protective measures are taken every 7-14 days. Annual retesting of rootstocks for the absence of viral and mycoplasma diseases is conducted. It should be noted that during this period, the death of individual plants was observed. According to regulations, the initial material is renewed every 8-10 years. The presence of only two original plants for further propagation in the certification system chain does not allow for rapid multiplication of the necessary rootstock. The preservation of virus-free pome rootstocks under *in vitro* laboratory conditions has been conducted for several years (6). Currently, the collection includes eight main clonal apple rootstocks. The initiated material is maintained in minimal quantities - 10-30 microplants and is renewed annually to avoid genetic changes due to long-term exposure to physiologically active substances. Cultivation of plants on nutrient media with reduced nitrogen concentration (WPM, MS with ½ N salt) and cytokinins allows for the preservation of quality material without transplanting for about 8 weeks, which halves the number of subcultures and minimizes the cost of maintaining the biobank *in vitro*. Extending the period between passages to 12-16 weeks leads to partial or complete necrosis of shoots.

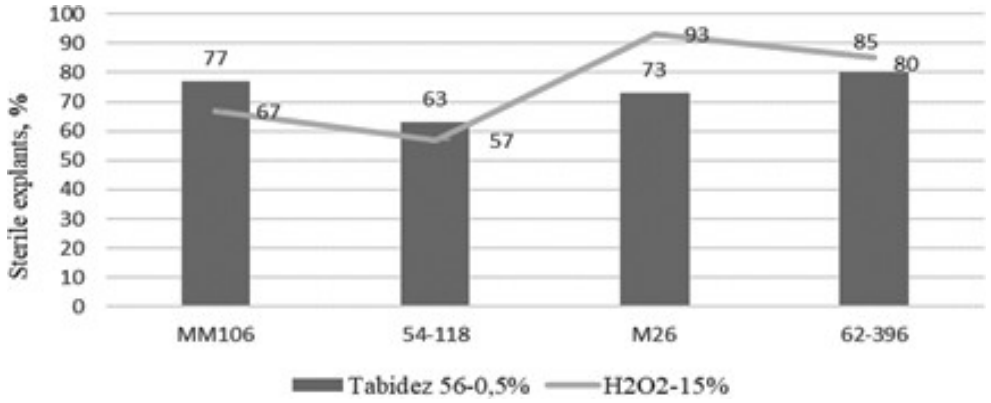


Figure. Resuts of sterilization of explants of clonal apple tree rootstocks

The availability of such a collection allows for the rapid multiplication of high-quality rootstock material at any time of the year. Microclonal propagation of plants is a highly productive method widely used in modern horticulture. Research conducted in the virology laboratory has developed effective *in vitro* propagation techniques for many clonal apple rootstocks, achieving a multiplication rate of 10 - $^{3\text{-}3.5}$ from a single original explant. As a result of the research, optimal sterilization schemes for isolated explants were selected.

The use of 15% hydrogen peroxide and 0.5% sodium dichloroisocyanurate allowed obtaining more than half of the clean explants capable of further development (Fig.). Clonal apple rootstocks M 26, 62-396 showed increased regenerative ability.

The mineral composition of the nutrient medium, as well as the composition and concentration of physiologically active substances, had a significant impact on the formation of new microshoots and their parameters. For rootstocks MM106, M 26, and 62-396, high quality of newly formed plants along with intense proliferating effect was achieved when cultivated on MS nutrient medium. For 54-118 and 62-396, good results were also obtained on WPM medium. The multiplication rate differed significantly between rootstocks depending on the biotype, combination, and concentration of cytokinin. Cultivation of microplants on nutrient media with the concentrations of growth stimulants indicated in table allowed obtaining an average of 4.8-5 additional shoots per passage (about 4 weeks) in rootstocks 54-118 and 62-396. For MM106, this value reached 4.3, and for M 26 - 3.8 new shoots per original. Rhizogenesis processes in clonal apple rootstocks were successfully conducted in the presence of IBA on a nutrient medium with reduced macronutrient content. Rootstocks 54-118 and 62-396 rooted 80 and 85% of shoots respectively, at an IBA concentration of 0.5 mg/l. Rhizogenesis within 83% was achieved in rootstock M 26 at an IBA concentration of 1 mg/l and within 75% in rootstock MM106 at 3 mg/l IBA. The average number of roots varied between 2.5-6 per shoot.

Table

Average number of additional microshoots obtained during micropropagation of apple rootstocks over 4 weeks of cultivation

Rootstock	BAP: IBA concentration in nutrient medium, mg/l	In average number additional shoots	Of average shoot Height, cm
MM 106	2: 0.5	4.3	0.8
M 26	1: 0-0.5	3.8	1.2
54-118	0.5: 0	4.8	1.0
62-396	1.5: 0.5	5	1.0

The adaptation of rooted shoots to non-sterile conditions is the final and very responsible stage of microclonal propagation technology. Its complexity is due to the restructuring of respiratory and transpiration mechanisms, the transition from heterotrophic to autotrophic nutrition. Success at this stage directly depends on the availability of temperature and air humidity control mechanisms, as well as control over the infection load on plants during the first three weeks of acclimatization. The acclimatization methods developed by virology laboratory specialists based on years of experience allow for the successful adaptation of 65-75% of apple rootstocks to ex vitro conditions. The best planting times in non-sterile conditions were April and May. By the end of the vegetation period, the plants are fully developed and reach a length of 20-25 cm.

Conclusions

The method of propagation and cultivation under *in vitro* conditions is an effective way to solve the problems of preserving and maintaining a healthy gene pool of clonal pome rootstocks. It allows preserving a large number of apple rootstocks in a small area *in vitro* and quickly

multiplying high-quality planting material when necessary. An additional method for maintaining apple rootstock genotypes is their preservation with a few plants under depository conditions.

References

1. Gamborg O., Eveleight D. Cutllure methoda and defection of glucanases in cultures of wheat and barley. Canad. J. Biochem. 1968, V. 46. N5. P. 417
2. Government Decision no. 415 from 21.06.2013. For the approval of the Standard regarding the production, control, certification, and marketing of fruit propagation and planting material. In: Official Monitor of the Republic of Moldova, 28.06.2013, no. 136-139.
3. Lloid G. & Mccown B. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, Kalmia latifolia, by shoot tip culture.,Comb. Proc. Int. Plant Prop.Soc, 30 (1980) 421-427
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum. 1962., V. 15., № 13. P.473-497.
5. Prodaniuc L., Calaşean Iu., Cerneţ A., Luchita V., Covalenco G., Calaşean N., Ghendov N., Prodaniuc E., Dadu D. "Increasing the range of virus-free clones of fruit species", 2020, p. 266-279, Scientific Achievements in Horticulture, Oenology, and Food Technologies, Chisinau, ISBN 978-9975-56-808-1
6. Kolibaba N., "Preliminary results of clonal micropropagation of pome rootstocks at the proliferation stage", Lucr. şt. UASM., Vol 14., Horticulture, viticulture, forestry, plant protection., Mat. Conf. "Achievements and prospects in horticulture, viticulture, and forestry" Chişinău 2005, pp. 58-61, ISBN 9975-64-061-3.

UDC: 593.93:581.142(478) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.62

NEW FINDINGS OF *Achillea ochroleuca* EHRH. IN REPUBLIC OF MOLDOVA

Izverscaia Tatiana, *https://orcid.org/0009-0003-8530-0140*
Ghendov Veaceslav, *https://orcid.org/0000-0001-6405-3935*
National Botanical Garden of Moldovan State University, Chisinau, Republic of Moldova

Summary. The article presents updated data on distribution of *Achillea ochroleuca* Ehrh. – the threatened species growing in the Ponto-Sarmatic steppes of the Republic of Moldova. Two new locations of *Achillea ochroleuca* within the the clearings of the forests of downy oak (*Quercus pubescens* Willd.) – near commune Speia, Anenii Noi district and near commune Baurci-Moldoveni, Cahul district. The morphological description, synonymy, Latin, English, Romanian and Russian names, data on stational characteristics, habitat, quantitative aspect of populations, maps of species distribution in the republic are indicated.

Keywords: *Achillea ochroleuca* Ehrh., Ponto-Sarmatic steppes, rare species.

Introduction

One of the features of the spontaneous flora of Republic of Moldova is the presence in it of a high number of rare and endangered species. Rare species of vascular plants now account for about 600 species (about 30 %) of the total composition of the flora of different categories of rarity. In accordance with the rarity categories, all these species are threatened with extinction due to the small number of populations and limited distribution across the territory [3, 5, 11]. The rarest taxa are included in the Lists of Species Protected by the State and in the Red Book of the Republic of Moldova. More than a third of rare species (215 taxa) grow in the preserved fragments of steppe biotopes – Ponto-Sarmatic steppes, preserved in the Beltsy (north of the republic) and Budzhak (southern parts) steppes, as well as in the glades and clearings of the forests of downy oak (*Quercus pubescens* Willd.) so called “gyrnets”.

The paper presents the results of a study of the distribution of *Achillea ochroleuca* Ehrh. – the threatened species growing in the Ponto-Sarmatic steppes of the Republic of Moldova.

Materials and methods

During our investigation concerning rare species of the flora of Republic of Moldova, in order to their inclusion to the 4th edition of the Red Book of the Republic of Moldova, we performed all necessary research concerning the *Achillea ochroleuca* species. Firstly, we reviewed all published information on the presence of species in the territory [1, 12-16, 20-24] and consulted specimen materials in several scientific herbaria (Herbarium of the National Botanical Garden (Institute) from Republic of Moldova, Herbarium of the State University of Moldova).

The distribution map of the species on the territory of the Republic of Moldova has been compiled. The following symbols are used to denote the spread of the taxa on the distribution map in the region: ○ – locality, where the species has been met in the past (before 1971 i.e. 50 years ago) and ● – locality, where the species grows in the present time (from 1971 to 2024). The general range of distribution is determined based on literary data [14, 15, 23].

The rarity of *Achillea ochroleuca* is assessed according to the categories and criteria of IUCN [6-8].

Results and discussions

Achillea ochroleuca Ehrh. 1792, Beitr. Naturk. 7: 166, non Willd. 1804; Афанасьев, 1961, Фл. СССР, 26: 93; Richards. 1976, Fl. Europ. 4: 164; Гейдеман, 1986, Опред. высш. раст.

МССР, изд. 3: 541; Цвелев, 1994, Фл. евр. части СССР, 7: 127; Зиман, 1999, Опред. высш. раст. Укр., изд. 2: 335; Васильева и Коваленко, 2003, Консп. флори Півден. Бессарабії: 42; Ciocârlan, 2009, Fl. ilustr. a României: 797. – *A. pectinata* Willd. 1804, Sp. Pl. 3, 3: 2197, non Lam. 173. – *A. kitaibeliana* Soó, 1941, Acta Geobot. Hung. 4: 193; Кондратюк, 1962, Флора УРСР, 11: 263. – Pale yellow yarrow. – Alunică palid-galbenă. – Тысячелистник бледножёлтый.

Perennial, herbaceous plant, up to 50 cm tall, greyish, soft-tomentose (with long, thin, sticky hairs), with thick, woody, multi-headed rhizome and multiple roots. There are 5-30 stems (vegetative and generative) on each plant (Figure 1), from the base ascending and legniscent, finely striate, simple, sometimes slightly branched in the upper part, often with leafy branches in the axils of the median stem leaves. Generative stems of 10-50 cm high, with spaced leaves, the lower ones petiolate, the others sessile, auriculate. Vegetative stems of 5-25 cm high, densely leafy, with petiolate leaves. Leaves finely pubescent or almost glabrous, punctate-foveolate, 1-4 linear, pinnately secate, cm long and 2-4.5 mm wide; rachis 1.5-2 mm wide; segments arranged like the teeth of a comb, linear or subulate-linear, acuminate, 1-4 mm long and 0.4-0.5 mm wide, entire or sometimes 1- or 3-toothed. Median stem leaves sessile, at the base with longer segments, linear-filamentous, slightly amplexicaul. Lower leaves and those from sterile shoots, often upper ones long-petioled, with segments arranged at the base of the rachis and in the top part of the leaf. Anthodia numerous, gathered in compound, dense, convex corymbs. Receptacle flat at flowering, then convex. The involucre is broad-ovoid or ovoid, 3-4 mm long and 2.5-3.5 mm wide, with membranous involucral leaflets, slightly keeled, the outer ones triangular-ovate, the inner ones elongated, obtuse, with a white-membranous margin, at apex sometimes pale-brown. Ligules of marginal flowers pale-yellow, oblong-rounded, two times shorter than the involucre, rounded-3-toothed at the tip. Achene obovoid or almost elipsoidal, 1-1.5 mm long and 0.3-0.6 mm wide.



Figure 1. Habitus of *Achillea ochroleuca* Ehrh.

Perennial hemicryptophytic plant. It blooms in May-June, bears fruit in July-August. It is propagated by seeds and vegetatively by dividing the rhizomes and rooting the emergent shoots. Steppic, xerophilous, decorative, medicinal, fodder, tanning plant. Endangered species [Endangered (EN)]. B2b(iii, iv, v) [6-8].

In the Republic of Moldova in the years 1930-50 species was found in the south of the country: Creţoaia village, Anenii Noi district; town Taraclia, Dermengi village, Taraclia district; town Vulcăneşti, Baurci commune, UTA Găgăuzia; town Cahul, Găvănoasa commune, Cahul district; Troiţcoe commune, Cimişlia district. It currently grows near Zolonceni commune, Criuleni district; com. Speia, Anenii Noi district; the village of Ciumai, Taraclia town; Bugeac commune, UTA Gagauzia; Andriaşevca Noua village, UATSN; Baurci-Moldoveni commune, Cahul district (Figure 2). It is located at the northern limit of the distributional area, which covers the Balkan Peninsula (north), Middle (center and south-east) and Eastern (south-west) Europe.

It is preserved and protected within the Ponto-Sarmatic steppes – natural reserve of medicinal plants "Bugeac" (Figure 3), in the representative sectors with steppe vegetation "Andriaşevca Nouă" and "Ciumai", within the Zolonceni protected area. Included in the Red Book of the Republic of Moldova, 3rd edition as a critically endangered species. Included in the Red List of Romania.

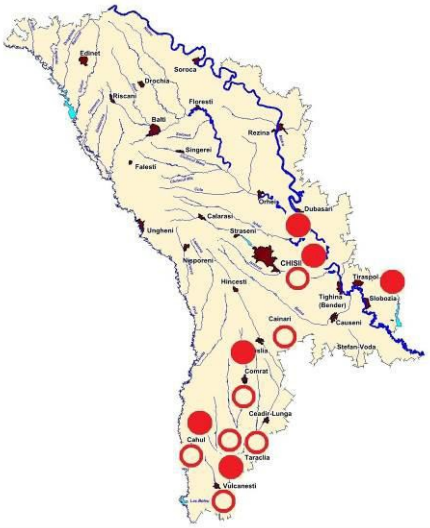


Figure 2. Distribution of *Achillea ochroleuca* Ehrh. in Republic of Moldova

The Ponto-Sarmatic steppes – *62C0 is a dry grassland habitat which is belonging to the Steppic Biogeographical Region of the European continent [2, 4] which has only a small foothold in the European Union, but it develops into a vast band of vegetation that stretches out from the eastern parts of Romania and incorporates the entire region known as Dobrogea over southern parts of Republic of Moldova, Ukraine, Russia and western Kazakhstan. It eventually continues all the way across Asia to the foothills to the Altai Mountains on the border of Mongolia. The region itself is characterized by low-lying plains and undulating hills or plateaus with an average height of 200-300 meters. The Ponto-Sarmatic steppes display special habitat conditions, due to the various climatic effects and unique biogeographical position. They offer many highly-specialized plant species a valuable habitat and are characterized in general by a high biodiversity. Along with Romania and Ukraine, Republic of Moldova bears responsibility for the preservation of the numerous species of the area, because many of them have their most important range of distribution here or because these steppes is their only home [9, 10, 11, 17-19]. For these reasons the European Union placed the Ponto-Sarmatic steppes on the list of ”priority habitats” [4].



Figure 3. Fragment of Ponto-Sarmatic steppes in Bugeac steppe (near comm. Bugeac, UTAG).

As a result of our research two new locations of *Achillea ochroleuca* within the the clearings of the forests of downy oak (*Quercus pubescens* Willd.) – near comm. Speia, Anenii Noi district (Figure 4a) and near comm. Baurci-Moldoveni, Cahul district (Figure 4b).

In the vicinity of the Speia comm. (N 47°00'37.69"; E 29°18'56.90", 33 metres above sea level) it forms numerous groups with an abundance (1-2) of several generative and vegetative specimens on the flat top of the slope. The overall surface of the population is approximately 200 m^2. It grows as part of the steppe grassland, which is dominated by species of the genus *Stipa* L. (*Stipa lessingiana* Trin., *Stipa pennata* L., *Stipa pulcherrima* K.Koch and *Stipa ucrainica* P.A.Smirn.), *Festuca valesiaca* Gaudin and a significant number of species of steppe vascular plants (*Astragalus varius* S.G.Gmel., *Melica transsilvanica* Schur, *Pleconax conica* (L.) Šourková, *Salvia nutans* L., etc.). Seldom can be met *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng in small spots. In the grassland, together with *Achillea ochroleuca*, grow rare species protected at the national, regional

(included in the Red Books of Romania and Ukraine) and European levels: *Asparagus officinalis* L., *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow, *Crambe tataria* Sebeók, *Digitalis lanata* Ehrh., *Goniolimon besserianum* (Schult.) Kusn, *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur, *Pontechium maculatum* (L.) Böhle et Hilger, *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stipa pennata* L., *Stipa pulcherrima* K.Koch, *Stipa ucrainica* P.A.Smirn., *Veronica euxina* Turrill.

In the glades of the gârnets forest stands in the vicinity of the Baurci-Moldoveni comm. (N 46°02'41.41"; E 28°15'48.53", 182 metres above sea level) species of *Achillea ochroleuca* grows in grater groups than in previous locality, with an abundance of (2-3). The overall surface of the population is approximately 300 m^2. The community is dominated by *Festuca valesiaca* Gaudin and species of steppe grasses, characteristic of the primary communities of the Budzhak steppes. In the glades, together with *Achillea ochroleuca*, local populations of rare species protected at the national, regional (included in the Red Books of Romania and Ukraine) and European levels are preserved: *Adonis vernalis* L., *Asparagus officinalis* L., *Dictamnus albus* L., *Doronicum hungaricum* (Sadl.) Rchb.f., *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur, *Iris aphylla* L., *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch., *Ornithogalum fimbriatum* Willd., *Ornithogalum refractum* Schlecht., *Pontechium maculatum* (L.) Böhle et Hilger, *Scorzonera mollis* M.Bieb., *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stipa pennata* L., *Stipa pulcherrima* K.Koch, *Stipa ucrainica* P.A.Smirn., *Veronica euxina* Turrill.



a **b**

Figure 4. Fragments of Ponto-Sarmatic steppes on the glade of the forests of downy oak: a – near comm. Speia, Anenii Noi district), b – near comm. Baurci-Moldoveni, Cahul district

In *ex situ* conditions Pale yellow yarrow grows in the Collection of rare vascular plants and in the Collection of medicinal plants of the National Botanical Garden (Institute). The purpose of growing *Achillea ochroleuca* in *ex situ* conditions is the reproduction of plants and obtaining seeds and rhizomes for its subsequent reintroduction in the localities of their origin in the past (where the presence in the present has not been confirmed during field surveys) and in new analogous biotopes, mainly in protected territories.

Conclusions

Pale yellow yarrow assessed as an endangered species in the Republic of Moldova (according to IUCN criteria), grows in Ponto-Sarmatic steppes communities in the central and southern parts of the region in the Republic of Moldova. Two new locations of species occurrence represent valuable areas of habitats valuable from biodiversity point of view. Therefore, we propose to continue further research of these habitats in order to their inclusion into the List of protected areas by law.

Acknowledgments. The research was supported by the subprogram 010101 “Research and *ex situ, in situ* conservation of the plant diversity of the Republic of Moldova”.

References

1. Cartea Roșie a Republicii Moldova. Ed. a III-a. Ch.: Î.E.P. Știința, 2015. 492 p.
2. European Union Habitat Directive, Natura 2000 in the steppic region, 2009. http://ec.europa.eu/environment/nature
3. Ghendov V., Izverscaia T., Shabanova G. Pre-identified Red List of vascular plants in the flora of Republic of Moldova. In: *Journal of Botany*, 2012. Vol. IV, № 1 (5). P. 41-52.
4. Interpretation Manual of European Union Habitats – EUR 28, European Commission DG Environment. Nature and biodiversity. April 2013, 2013, 142 p.
5. IUCN STANDARDS AND PETITIONS COMMITTEE. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15. Prepared by the Standards and Petitions Committee. 2022. Available on: https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf.
6. IUCN. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1., IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland. 2001. www.iucnredlist.org.
7. IUCN. Guidelines for application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0., IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland. 2003. Available on: www.iucnredlist.org.
8. IUCN. IUCN Red List of Threatened Species, 2011. Available on: www.iucnredlist.org.
9. Izverscaia T. Assessment of the current state of steppe vegetation in the South of Moldova. 2011. 39 p. [In Russian] Available on: http://steppe.org.ua/index2.php
10. Izverscaia T., Ghendov V. Threatened with regional extinction vascular plants recommended for state protection in the Republic of Moldova //Mediul ambiant, 2014. № 4 (76). P. 1-3.
11. Izverscaia T.D., Ghendov V.S. The steppe communities of the southern districts of the Republic of Moldova (the state, the problem of the restoration and sustainable use). Mediul ambiant, no. 3(45), 2009, p. 8-14. [In Russian]
12. Negru A. Determinator de plante din flora Republicii Moldova. Chişinău, „Universul", 2007. 391 p.
13. Pânzaru P., Negru A., Izverschii T. Taxoni rari din flora Republicii Moldova. Chişinău, 2002. 148 p.
14. Plants of the World online. Kew Science**.** Available on: http://www.plantsoftheworldonline.org/
15. Richardson I.B.K. *Achillea* L. /Flora Europaea. Cambridge: Cambridge university press, 1976. Vol. 4. P. 159-164.
16. Săvulescu Tr., Rayss T. Materiale pentru flora Bassarabiei. Bull. Agriculturii. Bucureşti, 1926. Vol. 3, p. 81-230.
17. Shabanova G.A. Steppe vegetation of Republic of Moldova. Eco-TIRAS, Kishinev, 2012. 264p.
18. Shabanova G.A., Izverscaia T.D., Ghendov V.S. Flora and vegetation of Bugeac steppes within the Republic of Moldova. Botanical readings. Ishim, 2013, p. 157-159. [In Russian]
19. Shabanova G.A., Izverscaia T.D., Ghendov V.S. Operational checklist of threatened and extinct species of higher plants. Andreev A. (Edr.) Guide for Assessment of core areas of ecological network. Chisinau, 2014. p. 24-30. Available on: http://biotica-moldova.org/ru/lib_bio.htm [In Russian]
20. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений МССР. Изд. 3-е, Кишинев, «Штиинца», 1986. 636 с.
21. Пачоский И.К. Материалы для флоры Бессарабии //Тр. Бессараб. о-ва естествоиспыт. и любителей естествозн. Кишинев, 1911-1912. Т. 3. 91 с.
22. Пачоский И.К. Херсонская флора. Т. II. Poznan, 2008. 505 с.
23. Цвелев Н.Н. Тысячелистник – *Achillea* L. /Фл. евр. части СССР. СПб.: Наука, 1994. Т. 7. С. 117-127.
24. Шмальгаузен И.Ф. Флора Средней и Южной России, Крыма и Северного Кавказа. 1895. Т. 1. 468 с.

UDC: 582.675.1:581.4(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.63

COLLECTION FUND OF SPECIES AND CULTIVARS OF PLANTS *NIGELLA* L. GENUS IN M.M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF NAS OF UKRAINE

Korablova Olga[1]*, *https://orcid.org/0000-0001-6656-4640*
Rakhmetov Dzhamal[1], *https://orcid.org/0000-0001-7260-3263*
Shanaida Mariia[2], *https://orcid.org/0000-0003-1070-6739*
Bondarchuk Oleksandr[1], *https://orcid.org/0000-0001-6367-9063*
Vakulenko Tetyana[1], *https://orcid.org/0000-0002-6141-6689*
[1]M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of the Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Department of Pharmacognosy and Medical Botany, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine
** e-mail: okorablova@ukr.net*

Summary. A review of domestic and foreign literature, electronic resources on the origin, distribution and directions of use of plants of the *Nigella* genus was carried out. The results of the long-term introduction and selection work carried out in the of cultural flora department of the M.M. Gryshko National Botanical Garden in the context of the creation of a collection fund of species and cultivars of plants of the *Nigella* genus from different centers of origin and as a result of its own selection work are highlighted. The distribution of plant samples by morphogroups was carried out based on the assessment of their biometric parameters and morphological features, which in the future makes it possible to determine genotypes promising for breeding research.

Keywords: *Nigella* L., species and cultivars, morphological features.

Introduction

According to The World Flora (2021), more than 90 *Nigella* taxa reported, but only 23 from them are accepted, the rest are synonyms [1]. All these species are distributed in Southern and South-Eastern Europe, the Mediterranean, the Caucasus, Asia Minor and Central Asia, only 3 species – in Ukraine.

Since 1959, the chemical composition and medicinal properties of *Nigella sativa* L. (black cumin) have been actively studied [2-6]. The effectiveness of using *N. sativa* seed meal as a feed additive in poultry farming has been successfully tested [7-10]. The chemical composition of the seeds of *Nigella damascena* L., and *Nigella arvensis* L. is quite similar, so research on the medicinal properties of these species is promising [11-12]. It is very important to establish the characteristic taxonomic features of species [13-16]. Currently, *N. damascena* is mainly known as an ornamental plant. Considering the valuable medicinal and decorative properties, genotypic diversity, resistance to biotic and abiotic environmental factors, there is a great need to mobilize representatives of the genus *Nigella* in Ukraine. This will make it possible to have a rich genotypic base for the creation of high-yielding varieties to meet the needs of medicine, food industry and landscape construction.

The purpose of the work was to evaluate the collected over a long-term period in the department of cultural flora M.M. Gryshko National Botanical Garden (NBG) of the gene pool of plants of the genus *Nigella*, to demonstrate the difference in morphological features depending on species, shape and varietal characteristics.

Materials and methods

Objects of studies were: the collection fund plants of the *Nigella* L. genus at the National Botanical Garden of NAS of Ukraine includes 12 taxa: *N. arvensis* L., *N. ciliaris* DC., *N. damascena* L., *N. damascena* L. 'Risdviana zirochka', *N. damascena* L. f. duplex, *N. nigellastrum* L., *N. hispanica* L., *N. integrifolia* Regel, *N. orientalis* L., *N. sativa* L., *N. sativa* L. 'Diana', *N. sativa* L. 'Faraon' [17].

Methods of studies. Extensive field surveys and population investigations of taxa *Nigella* in NBG were carried out during the years of 2018–2023. The general appearance, structure and color of leaves, flowers, seeds and capsules of plants of the *Nigella* genus were studied during the growing season and compared with botanical descriptions in the scientific literature [18-19]. We mainly used POWO for identification of taxa *Nigella* [20-21].

Results and discussions

During the long-term introduction and selection work, the cultural flora department collected a valuable gene pool of useful plants (about 2,000 taxa), part of which, namely the "Collection Fund of Energy and Aromatic Plants of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of the Sciences of Ukraine" (more than 1,600 samples) is included in the List of scientific objects that constitute the National Heritage 28.01.2015 [22].

Among taxa of *Nigella* genus at NBG have been selected perspective forms, 3 cultivars of plants Nigella genus have been created by breeding. Cultivars have been recommended for cultivation in all agro-climatic zones of Ukraine and entered into the State Register of Plant Varieties of Ukraine [23] – *N. sativa* 'Diana', *N. sativa* 'Faraon' and *N. damascena* 'Risdviana zirochka'. Plants of the Nigella genus are distinguished by their morphological parameters depending on species, form and varietal characteristics. Such differences are especially pronounced in the morphology of plant flowers (Fig. 1). In this regard, the studied representatives were divided into the following groups: blue-flowered – *N. damascena*, *N. nigellastrum*; purple-flowered – *N. damascena* 'Risdviana zirochka', *N. hispanica*; yellow-flowered – *N. ciliaris*, *N. orientalis*; pale-blue flowered – *N. arvensis*; milk-white flowered – *N. sativa* 'Faraon'.

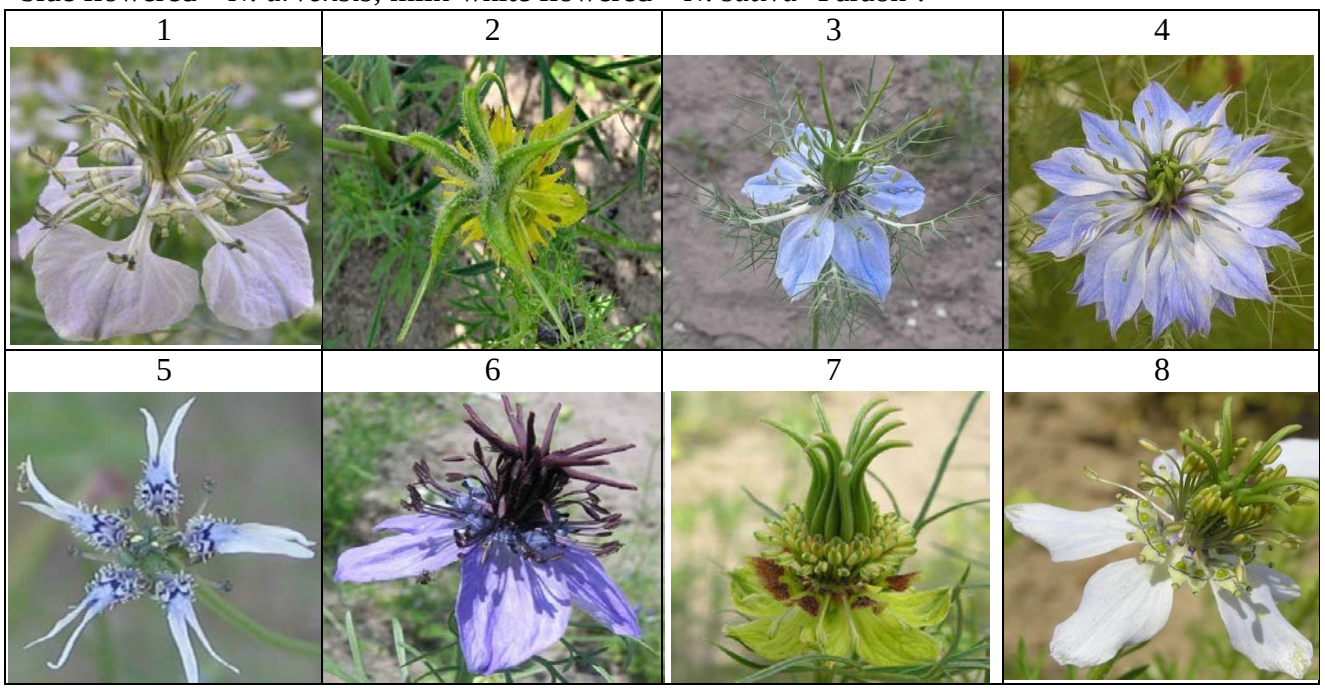


Figure 1. Flowers plants of species and cultivars of the *Nigella* genus: 1 – *N. arvensis*, 2 – *N. ciliaris*, 3 – *N. damascena*, 4 – *N. damascena* 'Risdviana zirochka', 5 – *N. nigellastrum*, 6 – *N. hispanica*, 7 – *N. orientalis*, 8 – *N. sativa* 'Faraon'

Seeds of representatives of the *Nigella* genus are widely used in the medicinal and food industry, therefore the study of its morphological parameters has important scientific and practical importance for determining a more promising direction. It was found that the seeds of plants of the genus *Nigella* differ in size and color. Detailed micromorphological studies made it possible to divide the investigated plant genotypes into the following morphogroups: with black color of the seed coat – *N. ciliaris*, *N. damascena, N. damascena* 'Risdviana zirochka', *N. sativa*; with brown color – *N. hispanica, N. orientalis, N. integrifolia, N. arvensis*. The seeds of some plants are used for food and medicine [24].

Seed geometry and size were strongly divergent between taxa [25]. Seed *N. orientalis* and *N. ciliaris* characterized by dorsoventrally flattened seeds more about 4 mm long and wide, with circular outline. Rest of taxa has smaller seeds a basically trigonous-ovate shape, with a single ventral ridge, and covered by an irregular reticulum different forms and colors. *N. ciliaris* lacks any secondary structure in seed surfaces, which gives them a shiny appearance (Fig. 2).

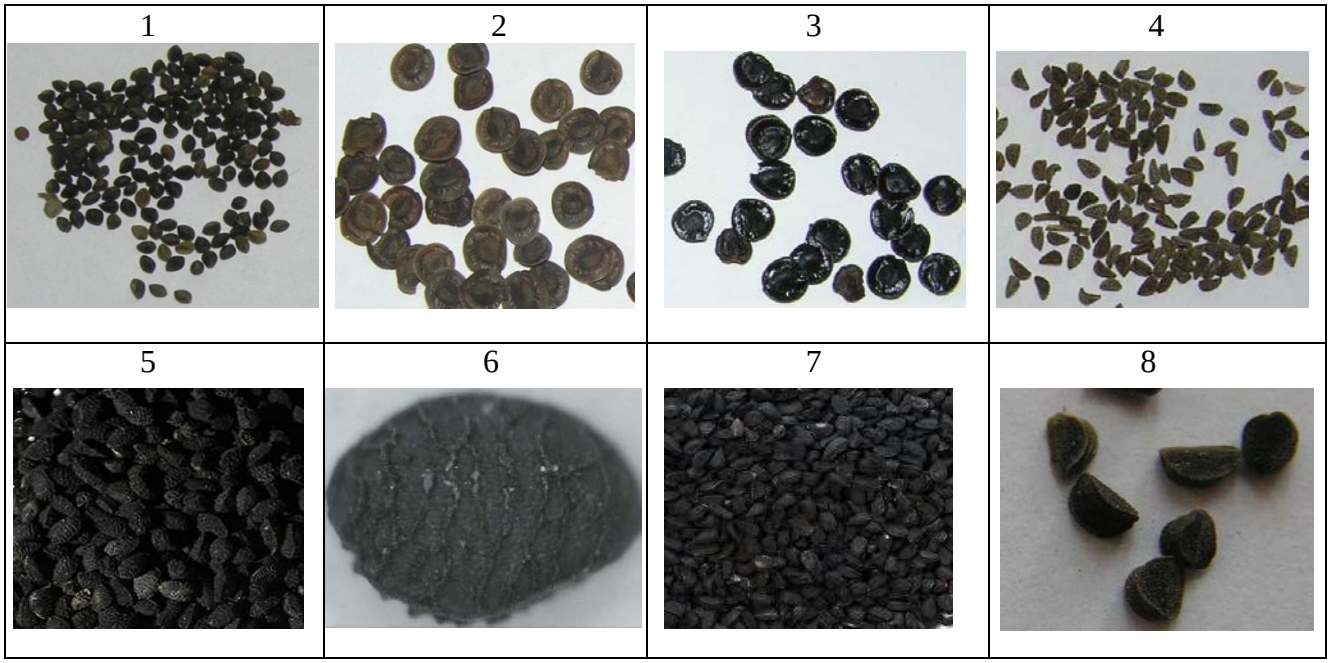


Figure 2. Seeds of plants of the *Nigella* genus: 1 – *N. hispanica*, 2 – *N. orientalis*, 3 – *N. ciliaris*, 4 – *N. integrifolia*, 5 – *N. damascena*, 6 – *N. damascena* 'Risdviana zirochka', 7 – *N. sativa*, 8 – *N. arvensis*

Leaves play an important role not only as the photosynthetic apparatus of plants, but also as one of the elements that determines the degree of decorativeness of a plant, since the size, color and density of their placement on the shoots are valuable features. The morphological features of the leaves of medial part of the main shoot were evaluated (Fig. 3).



Figure 3. Leaves of plants of the *Nigella* genus: 1 – *N. orientalis*, 2 – *N. hispanica*, 3 – *N. arvensis*, 4 – *N. damascena*, 5 – *N. sativa*, 6 – *N. nigellastrum*

Two morphogroups of leaves were identified: deeply pinnate with dense arrangement of lobes – *N. orientalis, N. hispanica, N. arvensis, N. damascena, N. integrifolia, N. sativa*; deeply pinnately dissected with sparse distribution of lobes – *N. nigellastrum*. The leaf segments are narrowly linear (*N. sativa*) to threadlike (*N. nigellastrum*).

In addition to the morphological differences of the above-mentioned organs of the studied plants of the Nigella genus, a difference in the size and features of the structure of the fruits was found depending on the genotype of the plants (Fig. 4).



Figure 4. Capsules of plants of the *Nigella* genus: 1 – *N. arvensis*, 2 – *N. hispanica*, 3 – *N. damascena*, 4 – *N. sativa*, 5 – *N. orientalis*, 6 – *N. nigellastrum*, 7 – *N. ciliaris*

Three groups are distinguished by the size of the capsules: large-fruited – *N. hispanica, N. damascena, N. orientalis*; medium-sized – *N. arvensis, N. sativa, N. ciliaris*; small fruits – *N. nigellastrum*. The fruits of species *N. hispanica, N. damascena, N. sativa, N. nigellastrum* is a inflated capsule composed some united follicles, each containing numerous seeds which are used as spice. The fruits of species *N. arvensis, N. orientalis, N. ciliaris* have a capsules with vertical, smooth, compressed oblong folicules, united at least to the middle for *N. arvensis, N. orientalis*, and separate – for *N. ciliaris*.

Thus, demonstrated the main external differences in the morphological structure of individual organs of plants of species and cultivars of the *Nigella* genus of the collection fund of the cultural flora department.

Conclusions

The collection fund of plants of the *Nigella* genus have been analyzed in this article, and the morphological features of the vegetative and generative organs of plants were clarified. This will make it possible to select the most important traits for the creation of high-performance genotypes of various uses in the future selection work.

A difference was significant so in the structure of flowers as leaves and seeds of all studied species. The number of petals in the flowers of plants of the genus *Nigella* varies from 5 in most studied species, and up to 27 – in the terry form of *Nigella damascena*.

In this way, the organs of the studied species have clear taxonomic characteristics, due to which the species cannot be confused.

The seeds of *N. damascena* have a sweet scent, slightly resembling those of strawberry. The seeds of *N. arvensis* and *N. sativa* have a pleasant smell of pepper so can be used by people as an energetically food additives, so as feed supplements for animals.The seeds of the remaining taxa are odorless, but this not affect to its other beneficial properties, which we plan to study in our future investigations of the plants *Nigella* genus.

References

1. Badalamenti N., Modica A., Bazan G., Marino P., Bruno M. The ethnobotany, phytochemistry, and biological properties of *Nigella damascena* – A review. *Phytochemistry.* 2022; 198:113165. doi: https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113165
2. Dalli M., Bekkouch O., Azizi S.E., Azghar A., Gseyra N., Kim J. *Nigella sativa* L. Phytochemistry and pharmacological activities: A Review. *Biomolecules*. 2021. 12*(1)*. P. 20. doi: https://doi.org/10.3390/biom12010020
3. Dąbrowski G., Czaplicki S., Konopka I. Variation in the Composition and Quality of *Nigella sativa* L. Seed Oils-The Underestimated Impact on Possible Health-Promoting Properties. *Molecules*. 2024. 29(6), 1360. https://doi.org/10.3390/molecules29061360
4. Niu Y., Zhou L., Meng L., Chen S., Ma C., Liu Z., Kang W. Recent progress on chemical constituents and pharmacological effects of the genus *Nigella*. *Evid. Based Complement. Altern. Med*. 2020. 2020, 6756835. https://doi.org/10.1155/2020/6756835
5. Scognamiglio M, Maresca V, Basile A, et al. Phytochemical Characterization, Antioxidant, and Anti-Proliferative Activities of Wild and Cultivated *Nigella damascena* Species Collected in Sicily (Italy). *Antioxidants.* (Basel). 2024. 13*(4)*. P. 402. doi: https: doi.org/10.3390/antiox13040402
6. Benazzouz-Smail L., Achat S., Brahmi F. et al. Biological Properties, Phenolic Profile, and Botanical Aspect of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Seeds: A Comparative Study. *Molecules.* 2023. 28*(2)*. P. 571. doi: https://doi.org/10.3390/molecules28020571
7. Black cumin (*Nigella sativa*) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications / Ed. By Ramadan M.F. Springer Nature Switzerland AG. 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48798-0
8. Balel S. Obeidat, Ja'far Al-Khaza'leh, Ahmed M. Alqudah. Black cumin meal (*Nigella sativa*) as an alternative feed resource during the suckling period of Awassi ewes: Assessments of performance and health. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 306, December 2023, 115820. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115820
9. Kumar P., Patra A.K. Beneficial uses of black cumin (Nigella sativa L.) seeds as a feed additive in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*. 2017. 73*(4)*. P. 872–885. Published online: 23 Sep 2019. https://doi.org/10.1017/S0043933917000848
10. Laudadio V., Nasiri-Dehbaneh M., Bilal R.M., Qotbi A., Javandel F., Ebrahimi A., Seidavi A., Slozhenkina M., Gorlov I. Dunne P.G., Tufarelli V. Effects of different levels of dietary black cumin (*Nigella sativa* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and their combination on productive traits, selected blood constituents, microbiota and immunity of broilers. *Animal Biotechnology*. 2020. 33(5). P. 941–954. https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1853138
11. Korablova O., Shanaida M., Ivanusa I., Gontova T. Chromatographic analysis of volatile compounds isolated from the *Nigella damascena* L. and *Nigella arvensis* L. seeds. *PharmacologyOnLine*. 2021. No 3. P 21–29.
12. Vergun O., Rakhmetov D., Korablova O., Shymanska O., Rakhmetova S., Haznyuk M., Fishchenko V. Nigella spp. as multipurpose plants: a short review. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*: матеріали VI Міжнародної наукової конференції (Березоточа, 25 березня 2023 року)/ДСЛР ІАП НААН. Лубни : ВКФ «Інтер Парк», 2023. 292 с. (157–160). https://doi.org/10.5281/zenodo.7845320

13. Дроздова А.А., Мойсієнко В.В. Особливості росту і розвитку рослин чорнушки (Nigella L.) залежно від елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2021, № 132, С. 59–65. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.8
14. Дослідна станція Маяк. Чорнушка посівна, сорт Іволга. http://www.dsmayak.com.ua/
15. *Nigella sativa* L., cv. Ivolga. http://www.dsmayak.com.ua/item/chornushka-posivna-nigela-sort-ivolga.html
16. Хареба В.В., Уляніч О.І., Ковтунюк З.І., Кецкало В.В., Хареба О.В., Філонова О.М. Малопоширені овочеві рослини. Ч.2: навчальний посібник. Київ: Аграр. наука, 2016. 192 с.
17. Sultana S., Asif H.M., Akhtar N., Iqbal A., Nazar H., Rehman R.Ur. *Nigella sativa*: Monograph. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2015. 4(4). P. 103–106.
18. Колекційний фонд енергетичних, ароматичних та інших корисних рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України. Рахметов Д.Б., Ковтун-Водяницька С.М., Корабльова О.А. та ін. Київ : Паливода Ф.И, 2020. 208 с. ISBN 978-966-437-596-9.
19. Margout-Jantac D., Kelly M.T., Auinger D., Pelissier Y., Larroque M., Munier S. Morphological, microscopic and chemical comparison between *Nigella sativa* L. cv (black cumin) and *Nigella damascena* L. cv. *Journal of Food, Agriculture and Environment.* 2013. 11(1). P. 132–138.
20. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзінський. Київ : Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. (Стаття 1244). 544 с.
21. Plants of the World Online (POWO). https://powo.science.kew.org/, *Nigella damascena*. https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:711645-1, *Nigella sativa* https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:711687-1
22. Державний реєстр наукових об`єктів, що становлять національне надбання. URL: https://registry.nauka.gov.ua/registry/natcnadbania/search/
23. State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine. 2024. https://minagro.gov.ua/en/file-storage/state-register-of-plant-varieties-suitable-for-dissemination-in-ukraine, Інформаційно-довідкова система. http://sort.sops.gov.ua/search/search
24. Frolova N., Yushchenko N., Korablova O. Development of the combinations of spices for the ayurvedic dishes. Book of Abstracts of the 4th International Scientific Conference *«Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life»*, September 11–13, Nitra: Slovak University of Agriculture. P. 82. 2019. DOI: https://doi.org/10.15414/2019.9788055220703
25. Вакуленко Т.Б., Багацька Т.С., Корабльова О.А. Діагностичне значення карпологічних ознак *Stellaria media* (L.) Vill. та *Stellaria graminea* L. (Caryophyllaceae). *PLANTA+. НАУКА, ПРАКТИКА ТА ОСВІТА*: матеріали IV Науково-практичної конференції з міжнародною участю, до 20-річчя кафедри фармакогнозії та ботаніки Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (Київ, 20 лютого 2023 р.). Київ, 2023. Т. 1. С. 176–179.

UDC: 635.72:581.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.64

ELEMENTAL COMPOSITION OF THE AERIAL PART OF PLANTS OF THE GENUS *PYCNANTHEMUM* MICHX.

Kovtun-Vodyanytska Svitlana
M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-2367-461X, e-mail: catta-s@ukr.net

Summary. These are the results of the study of plants of the genus *Pycnanthemum* Michx. (Lamiaceae), which were introduced in the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. The characteristics of the soil and climatic conditions of plant growth are given. The quantitative content of 22 chemical elements in the raw materials of plants in the flowering phase is established. It is revealed that some species, in particular *P. californicum*, *P. montanum*, *P. muticum*, are able to accumulate K, Na, Mg to a greater extent than other. Heavy metals Ni and Zn are also found in the raw materials.

Keywords: introduction, genus *Pycnanthemum*, raw materials, chemical elements

Introduction

Introduction studies of plants in botanical gardens of Ukraine have a comprehensive approach, due to which the accumulated experimental and analytical material contributes to the implementation of the main task – the preservation of floristic diversity. At the same time, the polyfunctionality of plants, their adaptive potential and lability, high introduction resistance in the proposed soil and climatic conditions allow individual plant species to be involved in breeding work and recommended for cultivation in cultural phytocenoses.

The practical use of introduced plants has production feasibility and, probably, an economic advantage, given the dynamics of climatic variability, the disturbed ecological balance in the country, the growing demand for natural plant products and their derivatives. Particular attention is paid to the quality of plant raw materials.

In a comprehensive study of plants of a specific species (genus), part of the research is necessarily aimed at biochemical screening of raw materials, assessing their safety and establishing enrichment with certain compounds and elements. The qualitative and quantitative content of chemical elements in plant materials used by humans has a direct impact on their health. All chemical elements in relation to the human body – essential, toxic and neutral – play an important role in regulating water-electrolyte metabolism, in oxidation-reduction reactions, in the processes of transmission of neuromuscular excitation, etc. [4]. In this paper, we propose to publish the results of a study of the elemental composition of raw materials of plants of the genus *Pycnanthemum* Michx. (Lamiaceae), which were first introduced in Ukraine and are of considerable interest both from a scientific point of view and from the practical side of use.

Materials and methods

The following plants of the genus *Pycnanthemum* were used in the research: *P. californicum* Norr. ex Durand, *P. montanum* Michx., *P. muticum* (Michx.) Pers., *P. tenuifolium* Schrad., *P. verticillatum* var. *pilosum* (Nutt.) Cooperr., *P. virginianum* (L.) T. Durand & B.D. Jacks. ex B.L. Rob & Fernald. They are by introduced to the collection of the Department of Cultural Flora of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (NBG). The collection was carried out in 2023 during the flowering of the plants.
A blend of inflorescences, leaves and herbaceous parts of shoots was subject to analysis.

The quantitative content of 22 chemical macro-, micro- and ultramicroelements in the raw materials of plants of the genus *Pycnanthemum* was determined in the experiment was determined

at the Center for Collective Use of Scientific Instruments «Spectrometric Center for Elemental Analysis» of the NBG using the ICP OES method on the ICAP 6300 DUO apparatus (Thermo Fisher Scientific, USA).

The soil analysis was carried out in the laboratory of the Allelopathy Department of the NBG. The samples were collected in accordance with GOST 17.4.02-84, the content of the complex of biogenic macro- and microelements was determined using the colorimetric method, pH was determined using the potentiometric method, and the total humus content was determined using the I.V. Tyurin method [6].

Climatic conditions are analyzed and summarized based on the initial data of the Borys Sreznevsky Central Geophysical Observatory (Kyiv) for 2019-2023.

Results and discussions

For the first time in Ukraine, we primary introduction test of perennial herbaceous plants of the genus Pycnanthemum Michx. (Lamiaceae), which are representatives of foreign flora. The natural range of the genus *Pycnanthemum* is in North America. Most species grow in the eastern part of the United States, and the center of diversity of the genus is considered to be the mountains of North Carolina [1]. About 50% of the known species are distributed in the state of Alabama [8]. According to the modern taxonomic processing of «The Plant List», the genus *Pycnanthemum* includes 22 plant species with two varieties inclusive [9]. These are perennial rhizomatous herbaceous plants 30-95 cm high, the aboveground part of which, when rubbed, has a refreshing mint aroma due to the content of essential oil.

In NBG the plants are presented in the collection of Non-Traditional essential oil plants. Examination of the soil of the collection showed that it is dark gray, ashed, weakly washed and compacted. It was established that the soil is rich in humus, the pH value of the soil is alkaline and was within the limits suitable for plant development. The content of mobile elements – N, R, Mg, Fe – had deviations both towards a deficiency (NO_3^-, K) and a significant excess (Mg, Fe). The content of NH_4^+ is within the norm, and the content of NO_3^- is significantly less than the indicated norm (Table 1).

Table 1

Chemical composition of the soil of the collection Non-Traditional essential oil plants

Content of elements, mg/l										
NH_4^+	NO_3^-	P	K	Ca	Mg	Fe	S	Mn	pH	C % humus
14,0	15,0	109,0	121,2	8330,0	2032,0	1250,0	37,5	160,0	6,6	6,2

The analysis of chemical elements in raw revealed a deficiency of K in the soil, which could have a negative effect on the frost resistance of plants, their resistance to diseases, and in growth processes. The Mg content exceeded the norm and could have a negative effect on the absorption of Ca, and the excess of the low-mobility element S – on the physiological functions of plant leaves. A significant excess of Fe was revealed, which could have affected to a certain extent the growth parameters of the experimental plants [2], as well as immobile elements Ca and Mn, which still did not cause interveinal chlorosis of the leaves, but probably affected the process of absorption of elements, in particular K. The P content was close to the norm.

The climatic conditions under which the primary introduction of the *Pycnanthemum* species were carried out are characterized by elevated temperatures and insufficient precipitation in summer, which confirms the general trend of aridization of growth conditions (Table2). The winter period became warmer with a normalized amount of precipitation.

A brief description of the soil and climatic conditions gives an understanding of the environment in which the experimental plants of the *Pycnanthemum* species grow.

Table 2

Average monthly air temperature and monthly precipitation during the growing season of plants for the period 2020-2023 in the city of Kyiv

Climate parameter	Year	Months							
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Average monthly air temperature, °C	2020	6,5	9,9	12,4	21,7	21,9	21,4	18,4	12,5
	2021	2,7	8,0	14,4	21,3	24,6	21,1	13,6	8,4
	2022	2,6	8,1	14,6	21,7	20,8	22,3	12,7	10,6
	2023	4,8	9,6	16,0	19,6	21,5	23,8	18,8	11,4
average long-term deviation from the norm		*2,1*	*-3,1*	*-5,2*	*1,9*	*1,7*	*2,2*	*1,22*	*2,3*
Monthly precipitation, mm	2020	15	39	122	49	47	31	31	101
	2021	17	45	74	24	63	65	23	2
	2022	12	42	33	42	40	60	63	44
	2023	42	102	1	87	136	19	8	66
average long-term deviation from the norm		*-18,3*	*53*	*-18*	*-23,3*	*-1,5*	*-15,5*	*-24*	*10*

In the flowering phase of the plants, the content of chemical elements in the above-ground herbaceous part was determined (Table 3).

Table 3

Elemental composition of the raw materials of introduced species of the genus *Pycnanthemum*

Elementals	*Pycnanthemum*					
	californicum	*virginianum*	*tenuifolium*	*montanum*	*muticum*	*verticillatum var. pilosum*
macroelements						
Ca	20370.0	10460.0	16720.0	11742.0	18020.0	10643.0
Na	92.51	58.46	87.00	144.00	187.00	87.30
K	9086.0	8941.0	6803.0	10760.0	3419.0	9818.0
Mg	4391.0	1624.0	3668.0	2374.0	4950.0	2331.0
P	3624.0	1873.0	3032.0	2231.0	1487.0	1924.0
S	10570.0	597.2	6547.0	2533.0	2038.0	2129.0
microelements						
Al	407.0	109.0	138.0	251.00	330.5	245.13
B	23.84	16.48	23.26	19.80	49.5	19.53
Cu	11.62	7.02	10.13	2.20	1.15	2.3
Fe	417.0	106.0	165.0	249.0	430.0	340.0
Mn	39.81	18.7	24.79	17.30	7.85	23.3
Sr	71.06	34.05	51.90	33.66	56.2	42.43
Zn	89.01	41.3	57.16	57.16	84.6	35.21
Pb	1.35	0.57	1.19	0.41	0.4	0.53
Cd	0.07	0.04	0.04	<.00	0.05	<.00
Si	1012.0	597.2	961.7	693.7	513.0	876.3
ultramicroelements						
Ba	32.42	80.91	9.04	27.68	34.5	30.62
Ni	1.08	0.46	0.68	2.36	not determined	2.26
Cr	1.43	0.54	0.80	2.23	0.06	1.83
Ti	14.26	10.06	15.5	11.49	12.03	11.91
V	1.52	0.36	0.7	<.00	0.54	0.03

Co	0.27	0.13	0.21	0.16	0.13	0.18

It was found that among the introduced species, *P. montanum* and *P. verticillatum* var. *pilosum* have the highest K content – 1070 mg/kg and 9818 mg/kg, respectively; Mg – *P. muticum* (4950 mg/kg) and *P. californicum* (4391); *P. californicum* dominates in P (3624), S (10570 mg/kg) and Ca content (20370 mg/kg), and *P. muticum* (187 mg/kg) and *P. montanum* (144 mg/kg) predominate in Na. As for the so-called heavy metals – Pb, Cd and Ni, their content is quite different among the experimental species. The Cd content in the introduced species is normal, however, in one species – *P. californicum* it exceeds the maximum permissible concentration (MPC) by 0.02 mg/kg, and in *P. montanum* and *P. verticillatum* var. *pilosum* it was not detected at all, but the Ni and Cr content in these two species is the highest compared to the indicators of other species. The Pb content in the analyzed samples of raw materials is within the limits not exceeding the MPC, while a significant excess of the MPC of Zn in the raw materials is noted, especially in *P. californicum* (89.01) and *P. muticum* (84.6 mg/kg).

In general, heavy metals – Pb, Cd, Cr, Co, Ni, Cu, Zn – were detected in all samples of *Pycnanthemum* raw materials in different concentrations. We can see the reasons for the pollution of plant raw materials due to the influence of the high level of air pollution in the metropolis of Kyiv has a direct effect on the introducers, and the possible anthropogenic entry of heavy metals into the soil through agrotechnical measures, namely, the application of organic fertilizers. In this way, the content of Co, Cr, Cu, Ni in the soil and then in the raw materials can increase. We assume that species of the genus *Pycnanthemum* are, to one degree or another, concentrators of a certain set of heavy metals.

Note that K contributes to the relief of allergic reactions in humans, equalizes blood pressure, Ca – improves immunity and the process of hematopoiesis, P ensures the functioning of the brain and muscular system, Zn has a positive effect on the activity of certain hormones of the pituitary gland and on the secretory capacity of the liver, etc. Cu, Fe, Mg, Zn, and Mn are capable of forming complexes with substances of an organic nature, are components of or activate up to 300 enzymes in the human body [5, 10]. Using plant raw materials in aqueous medicinal forms – decoctions and infusions, the transition of elements is 8-28%. This process is influenced by both the properties of the elements themselves and the degree of grinding of raw materials [3, 7].

Conclusions

Thus, in the proposed soil and climatic conditions, *Pycnanthemum* introducers have raw materials enriched with macro-, micro- and ultra-microelements. The highest content of K in *P. montanum* (1070 mg/kg) and *P. verticillatum* var. *pilosum* (9818 mg/kg), Ca – *P. californicum* (20370 mg/kg), Mg – *P. muticum* (4950 mg/kg) and *P. californicum* (4391), Na – *P. muticum* (187 mg/kg) and *P. montanum* (144 mg/kg), *P. californicum* dominates in P and S content –3624 and 10570 mg/kg, respectively. The content of lead in the analyzed samples of raw materials is within limits that do not exceed the MPC. Cd content was not detected in *P. montanum* and *P. verticillatum* var. *pilosum*, in the rest of the species it is normal, except for *P. californicum* (0.07 mg/kg) (8), the Ni content prevails in the raw materials of *P. montanum* and *P. verticillatum* var. *pilosum.* The level of Zn in the above-ground mass of plants exceeds the MPC, particularly in *P. californicum* (89.01) and *P. muticum* (84.6 mg/kg). The presence of heavy metals in raw materials requires clarification of the reasons for their entry into plants, as well as the possible accumulative properties of plants in relation to certain elements.

References

1. Flora of the Carolinas, Virginia, Georgia, northern Florida, and surrounding areas *Pycnanthemum* Michaux (Mountain-mint, Wild-basil), 2008. P.424-426. (924 p.). URL: http://www.herbarium.unc.edu/weakleyflora_2008-apr.pdf

2. Korovetska G., Dzura N., Tsvimenyuk O., et al. Macroelement composition of plants *Carex hirta* L. under the influence of oil pollution of the soil. Bulletin of Lviv University. Biological series, 2009. 50. 182-188.
3. Lovkova M.Ya., Buzuk I.N., Sokolova S.M., Derevyago L.N. On the possibility of using medicinal plants for the treatment and prevention of macroelementoses and pathological conditions. Macroelements in medicine. 2005. 6(4). P.3-10.
4. Pharmaceutical encyclopedia. URL: http://www.pharmencyclopedia.com.ua
5. Popova N.V., Bobrytska L.O., Arapetyan M.A. Elemental composition of immortelle and flamin. Herald of Pharmacy. 2013. 3(75). P. 49-51.
6. Rinkis G.Ya., Nollendorf V.F. Balanced nutrition of plants with macro- and microelements. Riga: Zinatne, 1982. 304 p.
7. Rubanka K.V., Zinchenko I.M. Research on the safety of plant raw materials. URL: http://www.dspace.nuft.edu.ua
8. Setzer W.N., Duong L., Pham T., Poudel A., et al. Essential Oils of Four Virginia Mountain Mint (*Pycnanthemum virginianum*) Varieties Grown in North Alabama. Plants 2021, 10, 1397. https://doi.org/10.3390/plants10071397.
9. The Plant List: *Pycnanthemum* Michaux. URL: http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Pycnanthemum (accessed July 16, 2024).
10. Tsurkan O.O., Galembiovska O.I., Kolyadych O.P. Micro- and macroelemental composition of above-ground and underground organs of *Prunella vulgaris* L. Zaporizhia Medical Journal. 2012. 4 (73). P. 132-134.

UDC: 634.8:631.523:581.142 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.65

INFLUENCE OF GRAPEVINE GENETIC AND PHYSIOLOGICAL FEATURES ON THE AGROCLIMATIC RESOURCES RELATED YIELD

Lyashenko Galina *, *https://orcid.org/0000-0003-2069-8971*
Muliukina Nina, *https://orcid.org/0000-0003-3176-9827*
Buzovska Maryna, *https://orcid.org/0000-0003-1334-4171*
Melnik Ella, *https://orcid.org/0000-0002-9272-4625*
Popova Hanna, *https://orcid.org/0000-0002-2714-5264*
Mandych Olesia, *https://orcid.org/0000-0002-8983-2246*
National Scientific Centre "Tairov Institute of Viticulture and Winemaking",
Odessa region, Ukraine
** e-mail lgv53@ukr.net*

Summary. The solution of food security actual problem for all countries is associated with the scientific substantiation of crop yields formation, first of all, the issues of plant photosynthetic activity under the influence of many environmental factors, among which agroclimatic and soil conditions have the greatest contribution. The aim of this article is to present the results of the 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black' grapevine varieties yield study in the central regions of Ukraine Steppe zone. The research was carried out using agroclimatic information and the method of modeling the climatically possible yields formation. The peculiarities of various coefficients of PAR (photosynthetically active radiation) use influence, the calorific value of grapes and the coefficients characterizing the economic value of the crop (for grapes – the ratio of berry raw weight to the total vine plant weight) under the average values of photosynthetically active radiation (PAR) and moisture conditions during the growing season of grape varieties were revealed.

Keywords: grapes, potential and climatically possible yield, Steppe zone.

Introduction

The influence of weather conditions on the crop yields formation is beyond doubt, and the nature of this influence has been studied by scientists in the agricultural sector for a long time on the basis of the relationship between the main hydrometeorological indicators (temperature, precipitation) analysis and the size of the yield. Since the 70s, research in this direction has been carried out using mathematical modeling methods of yield formation. A number of models for various crop yield formation have been developed, which are based on the analysis of the photosynthesis and respiration processes as the main physiological processes and are aimed at assessing the photosynthetic activity of the vegetation cover (VP), the principles of which were laid down in the fundamental works of Nychyporovych O.O. and others. [1].

In the development of this area of research, Tooming H.G. formulated the concept of скщз maximum productivity, in which the main provisions are based on the desire of plants to form maximum productivity, and the limiting factors are environmental conditions, primarily weather and climatic [2]. It is proposed to consider potential and really possible yields, which can be obtained in a given territory for a certain agricultural crop. This direction was further developed by Polevoi A.M., Vitchenko O.M. and others [3, 4], and in the researches of Lyashenko G.V. this approach was modified in relation to the agroclimatic assessment of crop yield formation and implemented on the Ukraine territory example for six crops within the framework of the multi-scale agroclimatic zoning [5].

The first mathematical models based on vineyard photosynthetic activity theory were developed by A.G. Amirjanov and others [6-8] and has continued for the past 40 years. In the last 20 years, the NSC "Tairov Institute of Viticulture and Wine-Making" has developed a mathematical

dynamic model for the grape yields formation, which is implemented on the example of the 'Rubin Tairovsky' and 'Zagrey' varieties for the territory of the Forest-Steppe and Steppe zones of Ukraine [9]. At the same time, research is being carried out to improve the model of agroclimatic assessment of the yields formation of different groups of varieties, which differ in the requirements of grapevines for light, heat and moisture resources.

This paper presents the results of potential and climatically determined yield formation modeling for early and late ripeness grapevine varieties.

Materials and methods

As the main principle of the study, a systematic approach is considered, the essence of which lies in the consistency, complexity and detail of agroclimatic resources and agroclimatic assessments of the crop productivity formation. The determination of the maximum possible or potential yield is carried out taking into account the amount of photosynthetically active radiation that enters the vegetation cover and the genetic possibilities for its use, as well as the morphological characteristics of plants, which include the calorific value of the crop and the ratio between the mass of economically valuable and the total part of the crop. The real climatically possible yield is determined taking into account the moisture supply indicator.

In the course of the research, the average ten-day long-term values of the sunshine duration, the sum of photosynthetically active radiation, the average air temperatures in the warm period, the amount of precipitation and the reserves of productive moisture in the soil meter layer were used. The methods of agroclimatic calculations and generalizations and the method of potential and climatically possible yields determining were used.

To determine the potential and real climatically possible yield, the following formulas are proposed:

$$PY = 10^3 \cdot \eta \cdot K'_m \cdot \frac{\Sigma Q_f}{q}, \quad (1)$$

$$CRY = 10^3 \cdot \eta \cdot K'_m \cdot \frac{\Sigma Q_f}{q} \cdot \frac{Wm}{W1}, \quad (2)$$

PY, CRY, η, K'_m, ΣQ_f, q, Wm, W_1 – accordingly, the potential and climatically possible grape yields in t/ha, the coefficient of the photosynthetically active radiation use in % or fractions of a unit, the coefficient of the economically valuable part of the crop, the sum of photosynthetically active radiation during the growing season, the calorific value of the crop unit, the average reserves of productive moisture in the meter layer of soil during the growing season and the value of the smallest moisture capacity of this soil for the meter layer

Thus, the proposed model is aimed at a comprehensive and most detailed consideration of the bioecological characteristics of grapes and agro-climatic resources during the growing season of 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black' varieties with early and late ripening.

Results and discussion

Calculations of the photosynthetically active radiation amounts during the growing season of 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black' varieties were carried out, which respectively amounted to 1390 and 1770 MJ per m^2, and the ratio of average moisture reserves in a meter layer of soil for this period to the value of the lowest moisture capacity ranges from 0.45 to 0.50. Calculations of potential and climatically possible radiation were carried out under the condition that grapes used 0.75, 1.0, 1.5 and 2.0% of photosynthetically active radiation (relative values 0.0075, 0.01, 0.015 and 0.02). The coefficient characterizing the ratio of the economically valuable part of the crop mass (grapes) to the total weight of the plant with a water content in grapes of 20% is taken to be

equal to 2.25 and 3.0 and the value of the calorific value per unit weight of grapes varies from 16000 to 17000 KJ/kg.

The obtained results of modeling the formation of potential, as the maximum possible, yield of grapes, indicate their significant variability under the influence of all indicators that characterize both climatic conditions and genetic and physiological properties of varieties. It can be clearly seen (Fig. 1) that with the same values of the coefficient indicators of photosynthetically active radiation use, the coefficient of the economically valuable part of the crop and the calorific value, the grape yield of the 'Odessa Black' variety is 5-25 t/he higher than that of the 'Muscat Odessa' variety. This is due to the longer duration of the growing season and more by almost 400 MJ/m^2, amount of photosynthetically active radiation. Among the indicators characterizing the genetic and physiological properties of grapes, the coefficient of photosynthetically active radiation use has the greatest impact on the potential yield variability. The difference in potential yield at coefficients of 0.75 and 2.0% for 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black' varieties is 15-30 t/he. Where is the smaller variability of potential yield fixes under the other indicators changes – 5 – 10 t/he.

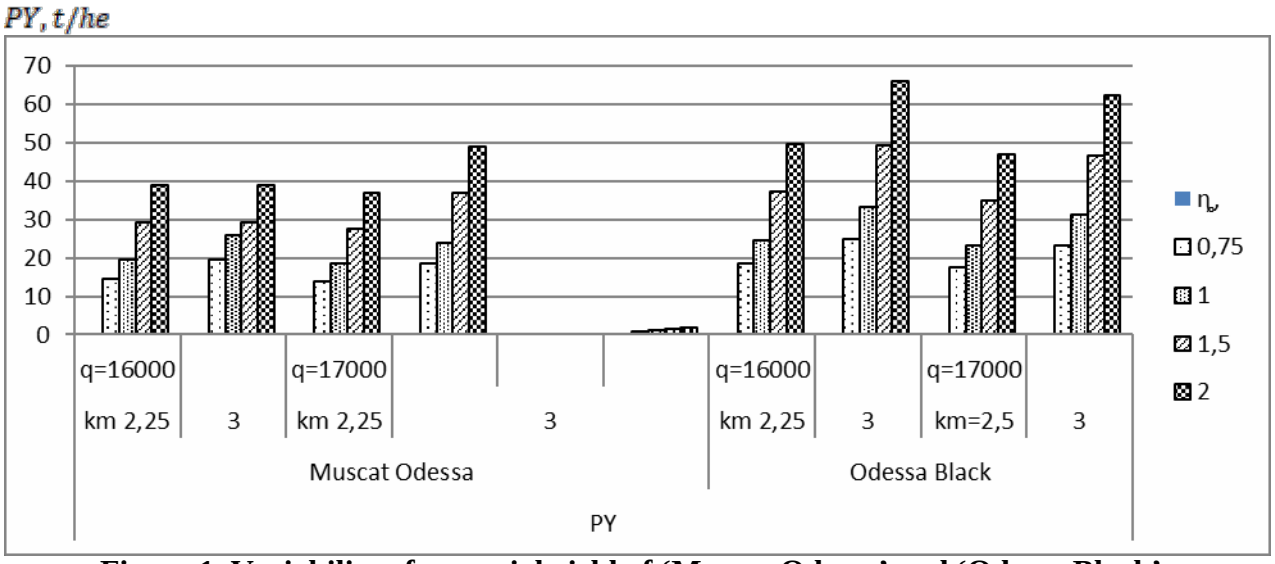
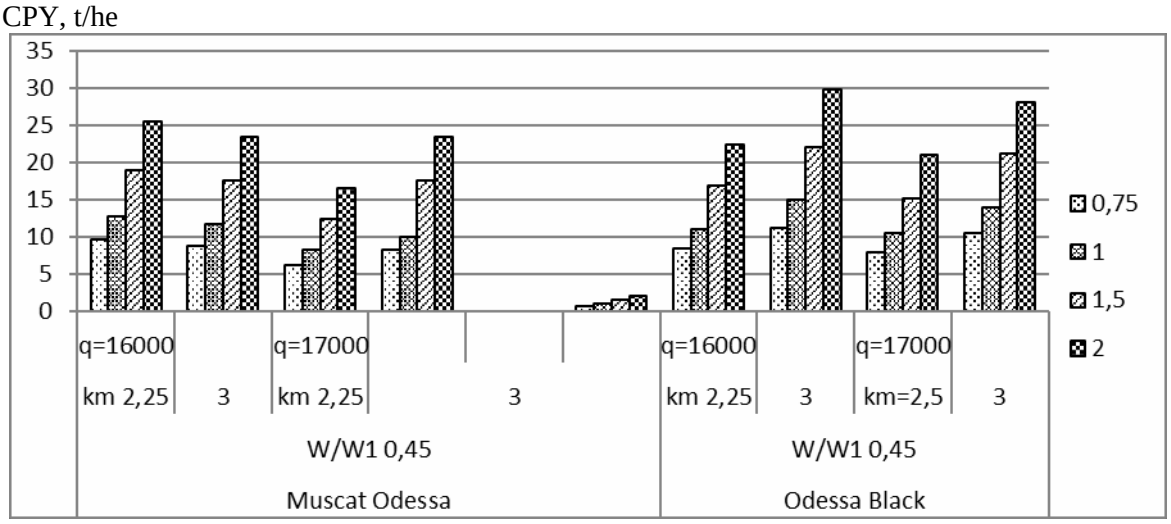


Figure 1. Variability of potential yield of 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black' grapes in the central regions of the Ukraine Steppe zone

The difference in the impact of all indicators on climatically possible yields is very different. Their greatest difference is noted depending on moisture, which leads to a twofold decrease in the climatically possible yield compared to the potential one (Figs. 2 and 3). The greatest influence of the coefficient of photosynthetically active radiation use is noted. However, there is a decrease in the difference in climatically possible yield under the influence of different indicators in the varieties 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black'.

a)



b)

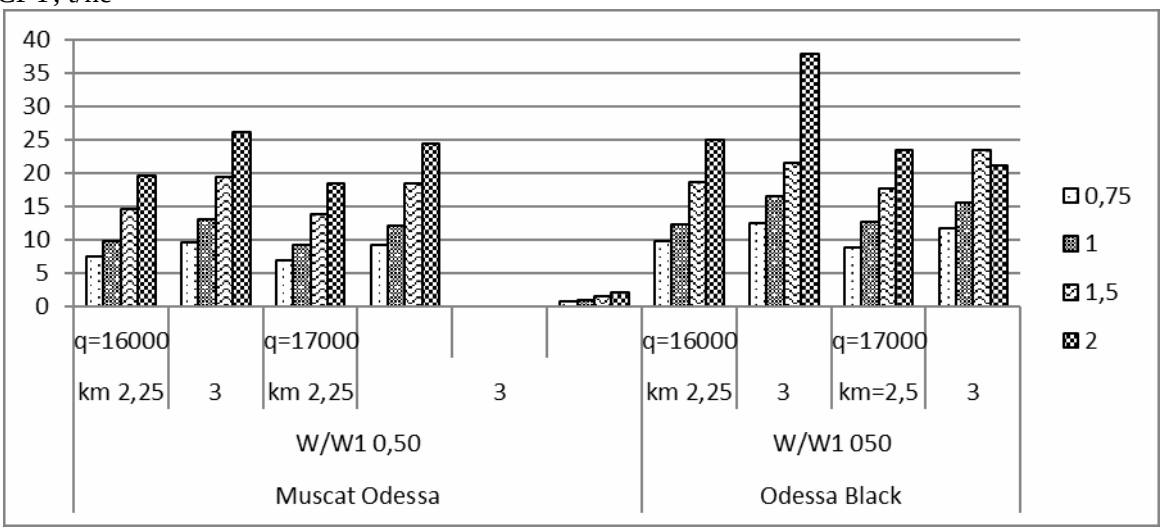


Figure. 2. Variability of climatically possible yield of 'Muscat Odessa' and 'Odessa Black' grapes in the central regions of the Ukraine Steppe zone

It should be noted that, according to numerous studies, the coefficient of photosynthetically active radiation use for most grape varieties ranges from 0.75 and 1.0% and sometimes reaches 1.5%.

Conclusions

The results obtained indicate the need for similar studies for other grape varieties and territories, which will optimize the location of the viticultural industry within the regions and the country. It makes sense to model yield formation for lands with different terrain and soils. It should be noted the possibility, as promising, of research aimed at obtaining high yields of grapes with directed breeding work on the development of new varieties with other genetic and physiological properties, first of all, with a higher coefficient of use of photosynthetically active radiation.

References

1. Nichiporovich A.A. Theory of Photosynthetic Productivity of Plants: Results of Science and Technology. Series: Plant PhysiologyVolume 3. Moscow. 1977, pp. 11-54.

2. Tooming H.G. Ecological principles of maximum crop productivity. Leningrad: Gidrometeoizdat. 1984. 264 p.
3. Polevoy A.N. Basic Model for Assessing Agroclimatic Resources for Crop Productivity Formation. Meteorology. Climatology and Hydrology. Odessa.2004. Iss. 48, pp. 195-205.
4. Vitchenko A.N.. Polevoy A.N. Methodology of agroecological assessment of agricultural productivity of landscapes. Bulletin of the Belarusian University, Ser. 2: Chemistry, Biology, Geography. 1986, №2, pp. 56-59.
5. Lyashenko G.V. Agroclimatic assessment of agricultural crop productivity in Ukraine. Odessa. 2011. 249 p.
6. Amirjanov A.G. Solar radiation and grape productivity. Leningrad: Gidrometeoizdat. 1980. 208 p.
7. Pedro Rodrigues, Vanda Pedroso, Fernando Goncalves, Semuel Reis and Joao A Santos.Temperature-Based Grapevine Ripeness Modeling for cv. Touriga Nacional and Encruzado in the Dão Wine Region, Portugal. In: *Agronomy*, 2021, 11(9), 1777; https://doi.org/10.3390/agronomy11091777.
8. Fotoula Droulia and Ioannis Charalampopoulos. A Review on the Observed Climate Change in Europe and Its Impacts on Viticulture. In: *Atmosphere* , 2022, 13(5), 837. https://doi.org/10.3390/atmos13050837.
9. Lyashenko G.V., Zhygailo O.L., Vlasov V.V., Mulyukina N.A., Kovalova I.A., Melnyk E.B., Bulaieva Iu.Iu. Modelling of the formation of grapevine yield in Ukraine under climate change scenarios A1B and A2 until 2050 (on example of grapevine varieties Zagrey and Rubin tairovskyi). In: *Ukrainian Journalof Ecology*, 2021, 11(8), pp. 62-66. doi: 10.15421/2021_269 https://www.ujecology.com/inpress.html.

UDC: 575.22:635.657 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.66

INVESTİGATİON OF YIELD AND QUALITY OF SOME CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) GENOTYPES UNDER MEDITERRANEAN CLIMATIC CONDITIONS

Mart Dürdane
https://orcid.org/0000-0002-2944-1227, e-mail: durdanemart@yahoo.com
Eastern Mediterranean Agricultural Research Ens, Adana, Turkey

Summary. This research was established to determine yield and quality factors in the experimental field of Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute in Adana province under Mediterranean climatic conditions during the 2021-2022 growing period. The experimental material consisted of 18 genotypes and 5 commercial cultivars which were considered as control. The experiment was carried out according to the Coincidence Blocks Experiment design with three replications, 45 cm between rows, 8 cm above rows, 5 m long rows and 4 rows (5mX4 rowsX0,45m) for each genotype. The sowing of the experiment was done in December for winter and the harvest was completed in July. The research findings obtained from the varieties in the study showed that grain yield varied between 267.6-191.2kgda, hundred grain weight 51.3-36gr, plant height 63.7-43.7cm, 50% flowering period 94-90 days. The quality parameters examined were water absorption capacity 0.477gr/grain, swelling index 2.29%, cooking time 60min, %protein 22.7% and sieve value 8.2mm. It is useful to continue the studies and support them with agronomic trials.

Keywords: Chickpea, winter sowing, Yield and Quality.

Introductıon

The data for chickpea in Turkey for 2022 is 456,480 ha of cultivation area, 580,000 tons of production and 127.00 kg/ha of grain yield per unit area (FAO, 2024). Chickpea has an important place in human and animal nutrition, especially in developing countries because it is rich in protein. In addition, because it is not selective in terms of soil requirements and gives good yield in arid and semi-arid areas, it is of great importance in cereal-edible legume crop rotation (Craufurd & Wheeler, 2009). Chickpea plant is among the most produced edible grain legumes in our country because it is a plant that can withstand heat and drought the most after lentils and can grow in nutrient-poor soils (Şahin & Geçit, 2006). The economic importance of chickpea as a protein source is increasing due to the drought stress of chickpea plant with global warming. In addition to these, chickpea also constitutes the raw material of chickpea industry. The most important factor limiting chickpea cultivation areas in the world and in our country is Anthracnose blight disease. The climate of the Mediterranean region is suitable for winter cultivation of chickpea plants, but yield losses are observed in late spring sowing due to high temperatures. In addition to the increases in yield with winter sowing, other benefits should not be ignored. Chickpea sown in winter stays in the field longer compared to summer sowing. Considering the global drought and water shortage in recent years, breeding of varieties with high tolerance or resistance to environmental conditions will become more important in order to make better use of winter precipitation in variety development and selection studies. In addition, the importance of conducting breeding programs in different ecological conditions in order to develop varieties resistant to yield, quality and stress conditions, and therefore the importance of developing varieties that are resistant/tolerant to diseases, resistant/tolerant to extreme heat and drought, i.e. biotic and abiotic stress conditions, increases even more with breeding programs.

Materıal and methods

This research was conducted in the experimental field of the Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute in the 2021-2022 growing year. The research experiment was established according to the randomized block design with three replications. The plots were planned as 4 rows (5mX4 rowsX0.45m) of 9 m2 with 45 cm between rows and 8 cm above rows, and fertilizer was applied as 3 kg /da N and 6 kg /da P_2O_5 with planting. Doğankent locality, where the trials were planted in this study, is located at (37°00´ N, 35°20´ E) latitude and longitude coordinates and has alluvial soils in terms of soil structure.

Table 1

Climate values for 2022-2023 and long years in Adana province

Months	Rainfall (mm)	Long Years (37years)	Temperature (^{0}C)	Long Years (37years)	Moisture (%)	Long Years (37years)
	2021-2022	1982-2021	2021-2022	1982-2021	2021-2022	1982-2021
December	6,91	121,48	11,5	10,43	68,26	68,67
January	5,07	109,01	10,2	9,05	67,19	67,69
February	2,48	81,87	11,5	10,15	70,97	65,68
Mart	2,31	63,08	12,7	13,14	60,04	66,74
April	2,6	49,67	18,3	17,27	57,2	68,02
May	1,0	42,15	23,9	21,40	61,7	68,03
June	12,8	13,97	25,8	25,17	72,7	69,01
July	0	7,46	29,4	27,08	66,2	69,94
Total	33,17	488,69		133,69		543,78

The experimental area is under the influence of Mediterranean climate and meteorological data are given in Table 1. When the temperature averages of the years in which the experiments were carried out are examined, it is observed that the temperature values are close to the long-term average in terms of temperature, but the temperature values in July have shown values above the long-term average. As for precipitation values, there have been irregularities in precipitation distribution and intensities in precipitation amounts in recent years due to global warming. In the 2022 growing year, it was observed that precipitation amounts were lower than in many years and their distribution was irregular. Drought stress was observed in plants during the growing period. Relative humidity rates showed values parallel to long years (Table 1).

Results and dıscussıon

This research was carried out in the experimental field of Adana-Doğankent in the 2022 growing year by sowing in December during winter sowing.

When the table is examined; the difference between the varieties in terms of yield was found to be statistically significant at 5% in Adana location. In Adana, the average yield was 229 kg/ha. The highest yield in Adana location was found to be in Ş.Urfa3 line with 267 kg/da. When the 100 grain weights of the varieties included in the experiment were examined; the statistical difference between the lines at Adana location was found to be significant according to 1%. The highest 100 grain weight average was 42,8 g.

In this study, the highest grain yield values of chickpea varieties were obtained from Azkan, Şurfa3 and Dbakır2 varieties with a range of 272.4-267.3 kg/ha and were analyzed in the same group. The lowest grain yield was obtained from KMN 16-55 genotype with 191.2kg/ha. In terms of 100 grain weight, the highest value was obtained from X09 T.H 71-1 genotype with 51.1 g. The lowest 100 grain weight was obtained from Hasanbey and Şurfa1 genotypes with 36-37.1 g, respectively (Table 2).

Table 2

Grain Yield (kg/ha) and 100 Grain Weight (g) Values of Chickpea Genotype/Varieties

Genotype/Varieties	Yield (kg/da)	100 Grain Weig (g)
D.Bakır 1	207,7 bc	43,6 cd
D.Bakır 2	267,3 a	42,4 de
D.Bakır 3	232 a-c	43,3 cd
KMN 16-55	191,2 c	48,8 b
KMN 16-76	207,4 bc	51,3 a
KMN 16-270	207,2 bc	43,3 cd
FLİP 03-110C	221,1 a-c	44,4 c
FLİP 03-61C	250,8 ab	39,1 gh
X09 T.H 71-1	230,1 a-c	51,1 a
FLİP 09-284C	213,8 bc	44,5 c
Ş.Urfa 1	232,6 a-c	37,1 ı
Ş. Urfa 2	212,8 bc	39,6 fg
Ş. Urfa 3	267,6 a	39,3 fg
HASANBEY	250,8 ab	36 ı
ARDA	247,7 ab	37,3 hı
AKSU	214,4 bc	41,1 ef
AZKAN	272,4 a	44,8 c
UBET	200,5 bc	44,4 c
Average	229,3	42,8
Coefficient of variation (%)	16,04	3,02
F	*	**
AÖF	52,23	1,84

* 5% significant level, ** 1% significant level

Mishra et al. (2002) reported that the number of pods in a plant was the character with the highest positive effect on seed yield. Grain yield may vary depending on factors such as cultivation technique, climate and soil conditions and genetic structure of chickpea. It is reported that plant height increases in winter sowing and there is a significant and positive relationship between plant height and yield (Özdemir and Karadavut, 2003). The most important factor in price formation in the market is the cleanliness and grain size of the product. Generally, the product with large grains is sold at a higher price. Another issue as important as grain size in variety development is that grain size should be as homogeneous as possible. Because at the marketing stage and before packaging, the grains are separated according to their size in order to make them conform to the standard (Atmaca, 2008).

In Adana ecological conditions, the highest plant height values obtained from chickpea varieties in winter sowing were determined from Ubet variety with 58.3 cm and the lowest plant height values were determined from D.Bakır3 genotype with 43.7 cm (Table 3). (Mart et al., 2017), In terms of agronomic characteristics, high plant height of chickpea plants indicates suitability for machine harvesting. Ceyhan et al. (2007), plant height of chickpea varieties varied between 33.1 - 44.1 cm in Konya ecological conditions. In another study, Ceyhan et al. (2013) found that plant height of chickpea genotypes varied between 39.0 - 60.2 cm under Konya conditions. Although the plant height values obtained by the researchers are similar to the values obtained in this study, sowing time has an effect on plant height. Higher plant height values were obtained in winter sowing compared to summer sowing.

Table 3

Plant Height (cm) and Days to Flowering (days) and Ascochyta Blight in Chickpea Genotype/ Varieties

Genotype/ Varieties	**Plant Height** (cm)	**Flowering (days)**	Ascochyta Blight **(*Ascochyta rabiei* (*Pass. Labr.*))** SUNİ EPİDEMİ (1-9)	
			ANKARA	**ESKİŞEHİR**
D.Bakır 1	44,6	94	4	5
D.Bakır 2	53,7	92	4	5
D.Bakır 3	43,7	93	5	5
KMN 16-55	57,9	93	4	5
KMN 16-76	54,2	90	5	5
KMN 16-270	53,3	91	5	5
FLİP 03-110C	47,1	90	5	5
FLİP 03-61C	55,0	91	4	5
X09 T.H 71-1	53,7	92	5	6
FLİP 09-284C	52,1	90	4	6
Ş.URFA 1	50,4	92	4	5
Ş.URFA 2	48,3	92	5	5
Ş.URFA 3	50,8	92	4	6
HASANBEY	51,7	91	5	5
ARDA	55,8	92	4	5
AKSU	50,8	93	5	4
AZKAN	63,7	93	5	5
UBET	58,3	92	6	5
Average	52,5	92		
MİN	43,7	90	4	4
MAX	63,7	94	6	6
Coefficient of variation (%)	4,9	1		

* 5% significant level, ** 1% significant level

In Adana location, the highest number of days to flowering values of chickpea varieties in winter sowing were obtained from D.bakır1 genotype with 94 days and the lowest number of days to flowering was obtained from KMN 16-76, FLİP 03-110C, FLİP 09-284C genotypes with 90 days (Table 3). In chickpea farming, 50% days to flowering values represent the most important parameters indicating whether chickpea varieties are early or late (Mart et al., 2017).

Genotypes were tested for Anthracnose disease under field and artificial epidemic conditions. Under artificial epidemic conditions, FLIP 03-110C, X09 T.H 71-1 genotypes were the most susceptible genotypes with a score reading value of 5 at Ankara location; X09 T.H 71-1 and FLIP 09-284C genotypes were the most susceptible genotypes with a score reading value of 6 at Eskişehir location (Table 3). The occurrence of Ascocyhta blight disease has a negative effect on hundred grain weight, average grain size values and yields, causing yield losses and decreasing hundred grain weight. Chickpea varieties to be planted for winter should have high tolerance/resistance to winter and Ascocyhta blight disease ((Nalçacı et al., 2021, Kocalar et al2020, Bakoğlu, 2009, Mart et al, 2001).

Table 4

Results of Analysis of Quality Values of Chickpea Varieties in Winter Sowing

Genotype/ Varieties	Dry Weight (100 grain) (g)	Water Intake Capacity (g/grain	Water Intake Index (%)	Cooking time (minutes)	Protein (%)	Sieve value (mm)
D.Bakır 1	41,4	0,493	2,32	61	22,6	8,3
D.Bakır 2	39,9	0,466	2,36	64	21,7	8,3
D.Bakır 3	39,9	0,462	2,31	65	24,3	8,4
KMN 16-55	45,1	0,551	2,29	60	22,9	8,5
KMN 16-76	46,6	0,601	2,41	61	23,9	8,7
KMN 16-270	39,9	0,471	2,32	71	22,7	8,2
FLİP 03-110C	40,1	0,495	2,39	53	23,7	8,2
FLİP 03-61C	36,7	0,433	2,28	59	23,3	7,8
X09 T.H 71-1	48,8	0,608	2,18	63	22,9	8,8
FLİP 09-284C	41,2	0,477	2,16	51	23,9	8,4
Ş.URFA 1	35,5	0,421	2,27	51	21,6	7,9
Ş.URFA 2	35,8	0,402	2,19	61	21,8	7,8
Ş.URFA 3	37,0	0,428	2,22	68	21,5	7,9
HASANBEY	34,9	0,408	2,31	60	21,4	7,8
ARDA	34,1	0,423	2,40	58	22,1	7,9
AKSU	37,5	0,444	2,37	55	21,9	8,0
AZKAN	43,9	0,515	2,26	66	24,1	8,4
UBET	41,7	0,483	2,22	54	21,6	8,3
Average	**40,0**	**0,477**	**2,29**	**60**	**22,7**	**8,2**

In terms of variety averages of the quality values of chickpea varieties in winter sowing at Adana location; the obtained values of hundred grain weight were 40 g, water absorption capacity was 0.477 g/grain, swelling index was 2.29%, cooking time was 60 min, %protein was 22.7% and sieve values were 8.2 mm. The lowest and highest average crude protein values of the varieties were determined from Dbakır3 genotype with 24.3% and Hasanbey chickpea varieties with 21.4% (Table 4). After animal proteins, the highest vegetable protein is found in edible grain legumes. Depending on the variety and environment, they contain 18-36% protein (Çiftçi et al. 2004). Although there is a wide variation in the chemical structure and composition of the grain among chickpea varieties, it has been reported that climate, soil structure, soil nutrient content, agronomic practices, living and non-living stress factors and heredity are effective on the chemical composition of the grain (Adak, 2021; Erol et al., 2023).

Conclusıons

In order to be evaluated in breeding studies, yield and yield parameters of chickpea genotypes used in the experiment were examined in terms of their suitability for the ecology of the region. In terms of grain yield, Azkan (272,4 kgda), Ş.Urfa3 (267,6 kgda), D.Bakır2 (267,3 kgda) chickpea varieties were examined in the same statistical group and their performances were remarkable. In terms of 100 grain weight, KMN 16-76 (51,3g), X09 TH 71-1 (51,1g) genotypes stood out. The average plant height values of the varieties were 52.25 cm; average days to flowering values were 92 days; and the disease values of the varieties were generally in the tolerant (4-5) group. These varieties were recorded for evaluation in breeding studies. These studies need to be repeated and studied for longer years and multi-locations in line with our aim.

References

1. Anonymous, 2004. FAO. www.faostat.org.
2. Adak, M. S. 2021. Edible Legumes Ankara University Publications 699. Textbook: 53:102 s.
3. Atmaca, E. (2008). The Effect of Different Sowing Times and Row Spacing on Yield, Yield Elements and Quality in Some Chickpea Varieties and Lines under Eskisehir Conditions. Ankara University Institute of Science and Technology, Department of Field Crops, Master's Thesis, 99 p. Ankara.
4. Bakoglu A, 2009. A study on yield and yield components of some chickpea (Cicer arietinum L.) varieties under Elazığ ecological conditions. Harran University Faculty of Agriculture Journal. 2009 13(1):1-6
5. Ceyhan E, Önder M, Harmankaya M, Hamurcu M, Gezgin S 2007. Response of chickpea cultivars to application of boron in boron-deficient calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38: 2381-2399.
6. Ceyhan E, Kahraman A, Ateş MK, Topak R, Şimşek D, Avcı MA, Önder M, Dalgıç H. 2013. Determination of grain yield and yield components of chickpea (Cicer arietinum L.) genotypes under Konya conditions. Turkey X. Field Crops Congress. 1: 789-796.
7. Craufurd, P. Q., & Wheeler, T. R. (2009). Climate change and the flowering time of annual crops. Journal of Experimental Botany, 60(9), 2529-2539. https://doi.org/ 10.1093/jxb/erp196
8. Çiftçi, V., Doğan, Y., Togay, N., Karakuş. M., 2004. Determination of Yield and Yield Components of Some Chickpea (Cicer arietinum L.) Varieties Registered in Turkey under Van Ecological Conditions, Ç.Ü.Journal of Faculty of Agriculture, 19(2):105-110
9. Erol, O., H. Özaktan, Z. Tosun. 2023. Determination of technological characteristics of some registered chickpea (Cicer arietinum L.) varieties grown under Kayseri ecological conditions by multivariate statistical analysis. Çukurova Agriculture Food Bil. Derg. 38(1):66-75.
10. Kocalar, H., Kafadar F. N.,, Ozkan, A., Talapov,T. Demirel, Ö., Anay, A., Mart, D., Can, C., (2020); Current Distribution and Virulence of Fusarium oxysporum f. sp. ciceris in Turkey; Legume Research - An International Journal, 10.18805/LR-520
11. Mart, D., Yücel, D., Türkeri, M. 2017. Yield and yield components and quality values of chickpea (Cicer arietinum L.) lines and varieties under Çukurova Conditions. KSÜ Nature Bil. Derg. 20 (Special Issue):371-374.
12. Mart, D., Anlarsal, E; 2001. A Research on Determination of Genotype X Environment Interactions and Adaptability of Chickpea (Cicerarietinum L.) for Some Important Traits under Çukurova Conditions. Turkey 4th Field Crops Congress September 17-21, 2001, Tekirdag.
13. Mishra, S.K., Brajesh, G., Shrivastava, G.K., Lakhera, M.L., Rathore.A.R., Choubey, N.K., Gupta, B., (2002). Path Coefficient Analysis in Chickpea. Annals of Agricultural Research. 23:1,168-170.
14. Nalcaci,N. , Turan A., Basbuga S., Kafadar F. N., Isler D.Ceyhan E, Anay A., Mart D., Ogut E., Sarpkaya K., and Can C.(2021) Virulence and Mating Type Distribution of Didymella rabiei in Chickpea Growing Areas of Turkey, J. Agr. Sci. Tech. (2021) Vol. 23(1): 209-220 (JAST)
15. Özdemir, S., Karadavut, U., 2003. The Performance of Autumn Sowing over Spring Sowing of Chickpea in the Temperate Region. Tr. J. of Agriculture and Forestry, (27) 345-352
16. Sahin, N., & Gecit, H.H. (2006). The effects of different fertilizing methods on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agricultural Sciences, 12(3):252-258.

UDC: 635.656:581.5 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.67

INVESTIGATING THE ADAPTATION OF PEA (*Pisum sativum* L.) LINES AND VARIETIES UNDER MEDITERRANEAN CLIMATIC CONDITIONS

Mart Dürdane*, Türkeri Meltem
Eastern Mediterranean Agricultural Research Ens., Adana, Turkey
https://orcid.org/0000-0002-2944-1227, e-mail: durdanemart@yahoo.com

Summary. This research was conducted in Adana ecological conditions of the Eastern Mediterranean region in order to determine the yield and yield components of pea genotypes that were advanced in the breeding studies carried out in Adana province during the 2022-2023 growing period. The experimental material consisted of 20 genotypes and 3 commercial varieties considered as control. The experiment was carried out according to the randomized block design with three replications, 45 cm between rows, 10 cm above rows, 5 m in length and 4 rows (5mX4 rowsX0,45m) for each genotype. The sowing of the experiment was carried out on December 20, 2022 for winter and the harvest was completed on June 5, 2023. According to the results of the research findings, the flowering period of the varieties varied between 67.50-58 days, pod setting period 79.50-70 days, plant height 182.50-57cm, first pod height 68-23.50cm, hundred grain weight 28.85-11.24gr and grain yield 245-105.33kgda. According to the data obtained at the end of the research, Adana1, Adana3, Adana8, Adana13, Adana14, Adana15 and Adana16 genotypes, which have high values in terms of grain yield and hundred grain weight, were found suitable for evaluation for the region and recorded in breeding studies. However, in order to make a better decision, it should be supported by more long-term and detailed agronomic studies.

Keywords: pea, yield, quality and yield parameters.

Introductıon

In Turkey, pea (*Pisum sativum* L.) has a cultivation area of 887 ha, a production of 2,392 tons and a grain yield of 26,967 kg/ha (FAO, 2024). In terms of pea cultivated area and production amount, our country ranks last in dry pea production. However, its consumption in fresh, canned or frozen food industry is quite common (Ceyhan et al., 2005). Edible grain legumes are among the plants used in human nutrition in our country and are important vegetable protein sources. Pea is a very important food type with its protein, carbohydrate, phosphorus, potassium and vitamin A content. Due to its protein richness, it is one of the irreplaceable food sources in human and animal nutrition in eliminating the nutritional deficit. Pea, which is an important legume among edible grain legumes, is consumed as green vegetables and also as dry grains due to its high protein and vitamin richness. The protein ratio of pea grain at dry maturity varies between 18-28.4% and it is a very rich plant in terms of vitamins A and B as well as mineral substances (Şehirali, 1988). The nitrogen fixer is an important component of the low-input crops group due to its symbiotic life with bacteria. Dry peas are a good source of nutritionally low digestible carbohydrates, protein and micronutrients (Thavarajah et al., 2022). According to Pawar et al. (2017), it is the second most valuable legume crop in the world. The dry, green leaves are fed to animals and the highly nutritious dense green pods are preferred for eating. Depending on soil structure and moisture conditions, in some cases, taproots can go as deep as 150 cm; however, under normal conditions, the majority of pea roots develop close to the soil surface. For these reasons, peas are a good preplant for other crops. In pea cultivation, a significant yield decrease is observed in successive plantings in the same place. In pea roots, nodosites formed by Rhizobium bacteria, which help to retain the free nitrogen of the air, develop (Şehirali, 1988). Our country has rich genetic resources in terms of many cultivated plants and pea is one of them. It is important to examine pea gene resources originating from Turkey in terms of agronomic and quality traits through different

researches and to evaluate them in breeding programs. Therefore, conservation of genetic diversity in local varieties is of utmost importance (Tan, 2010). It has been stated by many researchers that local pea genotypes are very important genetic resources in terms of adaptation to different ecologies (Nechit et al. 1988; Ceccarelli 1994; Bunder et al. 1996; Chahal and Gosal 2002). In our country, which is very rich in pea gene resources, it is very important to examine these gene resources in terms of their ability to adapt to different ecologies and their agronomic and quality characteristics and to use these materials rapidly in pea breeding programs in order to develop new varieties originating from Turkey suitable for different ecological regions. Pea is an important self-fertilized legume plant with diploid chromosome number 2n=2x=14 (Dolezel and Greilhuber 2010).

Materıal and methods

This research was conducted in the experimental field of Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute in the growing year 2022-2023. The research experiment was established according to the randomized block design with three replications. The plots were planned as 4 rows (5mX4 rowsX0,45m) of 9 m2 with 45 cm between rows and 8 cm above rows, and fertilizer was applied as 3 kg /da N and 6 kg /da P2O5 with sowing. Wheat was planted as a pre-plant in the trial area and pea trial was planted after harvest. Doğankent locality, where the trials were planted in this study, is located at (37°00´ N, 35°20´ E) latitude and longitude coordinates. The trial material consisted of 20 genotypes and 3 commercial cultivars as control. The genotypes are part of the trials carried out for the purpose of variety registration in the regional conditions of the lines that have been developed from crossbreeding studies of national materials. Breeding studies were shared from trial evaluations. The list of dry pea genotypes and dry pea varieties used in the trial is given in Table 1.

Table 1

List of materials used in the experiment

Adana1 (KIRKLARELİ X JOF-6)	,Adana2 (UTRİLLO X RONDO)	Adana3 (BURDURX EKİRDAĞ-2),	Adana4 (CARİNA X BOLERO-1),
Adana5 (CARİNA X BOLERO-2)	Adana6 (CARİNA XBOLERO-3),	Adana7 (BURDUR X TEKİRDAĞ-6),	Adana8 (KIRKLARELİ X JOF-2),
Adana9 (KIRKLARELİ X JOF-3)	Adana10 (BURDURX TEKİRDAĞ-1)	Adana11(KIRKLARELİ X JOF-4),	Adana12 (BURDUR X TEKİRDAĞ-5),
Adana13 (KIRKLARELİ X JOF-1)	Adana14 (KIRKLARELİ X JOF-5),	Adana15 (BURDUR X TEKİRDAĞ-4),	Adana16 (BURDUR X TEKİRDAĞ-7),
Adana17 (BURDUR X TEKİRDAĞ-3)	Adana18 (Irmak01),	Adana19 (Deren),	Adana20 (Elena),

The experimental area is under the influence of Mediterranean climate and meteorological data are given in Table 2. When the temperature averages of the year in which the experiments were carried out are examined, it is observed that the temperature values are close to the long-term average in terms of temperature, but the temperature values in July showed values above the long-term average.

When the precipitation values are analyzed according to years, irregularities in the distribution of precipitation and periodic intensities in precipitation amounts have been experienced in recent years due to global warming. In the 2023 growing years, it is observed that precipitation amounts are lower and their distribution is irregular compared to long years. Relative humidity rates, on the other hand, showed values parallel to long years Table 2. As it is known, climatic factors (temperature and precipitation) play a major role on the fruit setting period of pea (Bilgili, 2009).

Table 2

2022-2023 Growing Season and Long Term Climate Data

Months	Rainfall (mm)	Long Years (37 years)	Temperature (°C)	Long Years (37years)	Moisture (%)	Long Years (37 years)
	2022-2023	1982-2021	2022-2023	1982-2021	2022-2023	1982-2021
December	24,7	121,48	11,2	10,43	68,53	68,67
January	16,0	109,01	9,9	9,05	63,65	67,69
February	61,1	81,87	8,62	10,15	58,89	65,68
Mart	81,4	63,08	14,86	13,14	67,09	66,74
April	47,5	49,67	17,14	17,27	66,08	68,02
May	42,2	42,15	21,55	21,40	61,27	68,03
June	0,0	13,97	23,72	25,17	67,50	69,01
July	2,00	7,46	36,32	27,08	62,15	69,94
Total	274,9	488,69	143,31	133,69	515,16	543,78

Results and dıscussıon

This research was carried out in the Mediterranean region in the Mediterranean region in the 2023 growing year in Adana-Doğankent experimental area by winter sowing in December. In this study, the dry pea genotypes were obtained,

The statistical difference between the varieties in terms of days to flowering and days to pod tying was significant; however, the highest number of days to flowering was obtained from genotypes Adana1 with 67.50 days and the lowest number of days to flowering was obtained from genotypes Adana15, Adana16, Adana17, Adana19 with 58-59 cm. The highest number of days to pod setting was obtained from genotypes Adana1 and Adana6 with 79.50-79 days and the lowest number was obtained from Adana17 and Adana19 varieties with 70 days.

The statistical difference between the varieties in terms of plant height and first pod height was significant; however, the highest plant height was obtained from Adana4 and Adana5 genotypes with 182.50-160.50 cm, the lowest plant height was obtained from Adana 16 and Adana15 genotypes with 57-59 cm. The highest first pod height was obtained from Adana1, Adana4, Adana5 and Adana6 genotypes with 70 cm, the lowest first pod height was obtained from Adana 15 and Adana16 genotypes with 24 cm.

The statistical difference between the varieties in terms of hundred grain weight and grain yield was found to be significant. The highest hundred grain weight was determined from genotype Adana14 with 28.85 g and the lowest hundred grain weight was determined from genotype Adana20 with 11.24 g. The highest dry pea grain yield values were obtained from genotype Adana13 with 245 kg/ha and the lowest from genotype Adana2 with 105.33 kg/ha (Table 3). Ceyhan et al. (2005), in a study conducted with six local and twenty exotic pea genotypes under Konya ecological conditions in 2001-3, reported that the year-genotype interaction was significant, the number of branches on the plant ranged between 3.8-7.8, the number of pods between 18-38, thousand grain weights between 101-236 g, and grain yields between 112-243 kg/ha. Geisler (1983), Mart (2022) reported that atmospheric temperature is more important than soil moisture on pea yield and it is effective on fertilization biology. In a study conducted by Kaya et al. (2003) in 1998-9 under Ankara conditions, the effects of four different sowing times (20 days apart starting from the beginning of March) on grain yield and some traits were investigated. In the study where significant differences were found between sowing times, thousand grain weight varied between 140 and 178 g, grain yield varied between 63 and 224 kg/ha and it was determined that early spring sowing was effective to obtain high grain yield.

Table 3

Number of days to flowering, number of days to pod tying, plant height values, first pod height, 100 grain weight (g) and grain yield (kg/ha) values of pea genotypes

Genotypes	Flowering (days)	Number of Days for Pod Tying (days)	Plant Height (cm)	First pod height (cm)	100 Grain Weight (g)	Yield (kg/da)
Adana-1	67,50 a	79,50 a	128,00 b	66,50 a	21,34 cd	191,67 a-c
Adana-2	65,00 ab	76,50 a-c	75,00 cd	34,50 bc	19,08 de	105,33 f
Adana-3	64,00 a-c	75,50 a-d	72,00 cd	30,50 bc	24,79 bc	206,33 a-c
Adana-4	64,00 a-c	77,50 ab	182,50 a	70,50 a	18,22 d-f	125,11 d-f
Adana-5	64,00 a-c	77,00 ab	160,50 a	68,00 a	18,07 d-f	111,22 ef
Adana-6	64,00 a-c	79,00 a	126,50 b	66,00 a	17,04 e-g	113,33 d-f
Adana-7	62,50 b-d	75,00 a-e	92,00 c	43,50 b	17,28 e-g	167,22 b-e
Adana-8	62,00 b-d	75,00 a-e	123,00 b	43,00 b	20,92 d	190,44 a-c
Adana-9	62,00 b-d	75,50 a-d	73,00 cd	35,50 bc	18,92 de	218,78 ab
Adana-10	60,50 b-d	71,50 c-e	87,00 c	37,00 bc	19,86 de	208,11 ab
Adana-11	60,50 b-d	71,50 c-e	93,50 c	39,50 b	25,55 ab	149,89 c-f
Adana-12	60,00 cd	72,50 b-e	93,50 c	30,50 bc	17,90 d-g	202,78 a-c
Adana-13	59,50 cd	70,50 de	74,50 cd	34,50 bc	24,72 bc	245,00 a
Adana-14	59,50 cd	71,00 de	71,50 cd	32,50 bc	28,85 a	191,33 a-c
Adana-15	59,00 d	71,00 de	59,50 d	23,50 c	25,30 ab	186,22 bc
Adana-16	58,50 d	71,00 de	57,00 d	24,50 c	25,04 b	207,56 a-c
Adana-17	58,00 d	70,00 e	75,50 cd	32,50 bc	18,52 d-f	219,78 ab
Adana-18	61,50 b-d	75,50 a-d	117,00 b	60,50 a	14,49 gh	118,89 d-f
Adana-19	58,50 d	70,00 e	84,50 c	33,00 bc	15,14 fg	169,00 b-d
Adana-20	61,00 b-d	73,50 b-e	93,00 c	40,00 b	11,24 h	117,33 d-f
CV	3,75	3,89	10,97	15,78	8,51	15,99
LSD	4,83	5,25	22,27	13,97	3,58	57,67
F	**	**	**	**	**	**

* 5% significant level, ** 1% significant level

Conclusıons

As a result of the study conducted with the genotypes and varieties used in the experiment, it was observed that some varieties stood out in the ecology of the region. According to the results of the research findings, the flowering period of the varieties varied between 67.50-58 days, pod setting period 79.50-70 days, plant height 182.50-57 cm, first pod height 68-23.50 cm, hundred grain weight 28.85-11.24 g and grain yield 245-105.33 kgda. The flowering and pod setting times of the varieties provided important data on the earliness of the genotypes, while plant height and first pod height provided important data on the suitability of pea genotypes for mechanized farming. According to the data obtained at the end of the research, the genotypes Adana1, Adana3, Adana8,

Adana13, Adana14, Adana15 and Adana16, which have high values in terms of grain yield and hundred grain weight, were found suitable for evaluation for the region and recorded in breeding studies. However, in order to make a better decision, it should be supported by more long-term and detailed agronomic studies.

References

1. Anonim, 2024. FAO. https:// www. fao. org/ faostat/
2. Bilgili, U., 2009, Fodder Pea (*Pisum arvense* L.), Volume: II, Ministry of Agriculture and Rural Affairs TÜGEM, İzmir, pp: 440-447.
3. Bunder J., Loeber A., Brores J.E.W. and Havertkort B., 1996. An Integrated Approach to Biotechnology Development (ED: J. Bunder, B. Havertkort, W. Hiemstra), Biotechnology, Building of Farmers Knowledge. Macmillan London and Basingstoke, pp. 201-227
4. Ceccarelli S., 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. Euphtica, 77(3): 205- 219.
5. Ceyhan,E., M.A.Avcı and K.E.McPhee. 2005. Yield and some agronomic characteristics of pea genotypes grown as winter crops under Konya ecological conditions, Journal of Selçuk University Faculty of Agriculture 19(37):6-12.
6. Chahal G.S. and Gosal S.S., 2002. Principles and procedures plant breeding: biotechnological and conventional approaches. Narosa Publishing House, New Delhi
7. Dolezel J. and Greilhuber, J. 2010. Nuclear genome size. Are we getting closer? In: *Cytometry* 2010, 77, 635-642.
8. Geisler,G. 1983. Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas., Paul Parey, Berlin, Hamburg.
9. Kaya,M., C.Y.Çiftçi, M.Atak and M.D.Kaya. 2003. Effects of Different Inoculation Methods, Nitrogen Fertilizer Doses and Sowing Times on Yield and Some Traits in Winner Pea (*Pisum sativum* L.) Variety. Turkey 5th Field Crops Congress, (2):313- 318, Diyarbakır.
10. Mart, Dürdane (2022). Determination of Some Characteristics of Edible Pea (*Pisum sativum* L.) Genotypes, MAS Journal of Applied Sciences: MAS Journal of Applied Sciences 7(2): 506-518,
11. Nechit M.M., Ketata H. and Yau S.K., 1988. Breeding durum wheat for stress environments of the Mediterrennian Region. (Ed: G. Wittmer), Proc. 3rd Int. Symp. Durum Wheat , "The Future of Cereals for Human Feeding and Development of Biotechnological Research". Publ. Chamber of Commerce, Foggia, Italy, pp. 297-374
12. Pawar, Y., Varma, L. R., Verma, P., Joshi, H. N., More, S. G. and Dabhi, J. S. (2017). Influences of integrated use of organic and inorganic sources of nutrients on growth, flowering and yield of garden pea (Pisum sativum L.) cv. Bonneville. Legume Research, 40(1), 117-124.
13. Şehirali, S. 1988.Edible Grain Legumes. Ank. Un. Zir. Fak. publications: 1089, Ankara, 435 pp.
14. Tan, A. 2010. Status of plant genetic resources for food and agriculture in Turkey. Second Country Report on conservation and sustainable use of plant resources for food and agriculture in Turkey Ege Agricultural Research Institute Menemen, İzmir.
15. Thavarajah, D., Lawrence, T.J., Powers, S.E., Kay, J., Thavarajah, P., Shipe, E., Boyles, R. 2022. Organic dry pea (*Pisum sativum* L.) biofortification for better human health. PloS one, 17(1): e0261109.

UDC: 582.772.3:575.22:632.7 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.68

MOTIVATION FOR HORSE CHESTNUT REPLACEMENT BY TURKISH HAZEL

Opalko Olga, *https://orcid.org/0000-0003-3081-0648*,
Hrabovyi Volodymyr, *https://orcid.org/0000-0001-7623-1874*,
Opalko Anatoly, *http://orcid.org/0000-0003-0664-378X*
National dendrological park "Sofiyivka" of the National Academy of Sciences of Ukraine
Corresponding author e-mail: opalko_a@ukr.net

Summary. The article discusses the consequences of damage to the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) by the horse chestnut leaf miners (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) in an urbanized environment. It is proposed to use Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) to replace horse chestnut in single and group plantings, as well as for landscaping roads and streets and creating park alleys.

Keywords: *Aesculus hippocastanum* L., *Corylus colurna* L., horse chestnut leaf-mining, invasive pest, leaf miners-resistant genotypes, phytophagous insect.

Introduction

Until recently, horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L. *Sapindaceae* Juss. family) was considered one of the best ornamental species in Ukraine, used in solitary and group plantings, as well as for planting roads and streets and creating park alleys. Highly decorative and beautifully flowering trees of the horse chestnut have become a symbol of Kyiv. However, in the late 20th/early 21st centuries its trees began to be damaged by horse chestnut leaf miners (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic). Since chemical treatment is prohibited in settlements, the disfigure of horse chestnut leaves by this pest during June–August distorts these beautiful trees (Peterken, 2023; Shavanova et al., 2012).

Horse chestnut leaf-mining insects intensively damage the leaves, which lead to a decrease in the photosynthetic surface, discoloration of the leaves, and they're drying out. The expansion of this pest throughout Ukraine is facilitated by favorable reproduction conditions, the availability of sufficient food, and the absence of natural enemies (Holoborodko et al., 2022; Lisovyy et al., 2019).

The within a species itself search for sources of resistance against this dangerous invasive pest has not yet yielded unambiguous results, although there are some reports of relatively resistant *Ae. hippocastanum* plants. Understanding the molecular nature of *Ae. hippocastanum* adaptation to this phytophage may contribute to the development of horse chestnut leaf miners-resistant genotypes (Seliutina et al., 2020)

C. ohridella caterpillars feed mainly on the leaves of *Ae. hippocastanum* (Walczak et al. 2017). There are also reports that the horse chestnut leaf-mining caterpillars damage the leaves of other plant species (Freise et al. 2004, Heitland et al. 2005). Thus, for instance, the degree of damage to leaf blades of the sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L., *Sapindaceae* Juss. family) by *C. ohridella* caterpillars can be quite significant but there is little evidence of a major risk (Péré et al., 2010).

Some probabilities of protecting horse chestnut from damage by horse chestnut leaf miners are associated with the search for parasitoids which may have a useful role in controlling *C. ohridella*. However, the studied parasitoid complexes are currently inadequate to restrain *C. ohridella* populations effectively (Ferracini & Alma, 2007).

There are also reports of immunization and stimulation of horse chestnut trees by injecting the composite preparation Imunocomplexon-CH into their trunks (Lesovoy et al., 2020).

It's worth noting that according to German authors (Friese et al. 2004), all leaf miner larvae discovered on *Corylus avellana* L. plants that grew very nearly to horse chestnuts infested by the *C. ohridella* caterpillars had died. This suggests that *C. avellana* plants are tolerant to the horse chestnut leaf miners (Straw & Tilbury, 2006).

Because of the massive damage to the leaves caused by horse chestnut leaf miners and thus the loss of decorative value of this species plants, Ukrainian enterprises of green building and greenery exploitation search woody plant species for a replacement for the horse chestnut, which has determined the direction of our research.

Materials and methods

Different-aged horse chestnut (*Ae. hippocastanum*) trees from the National dendrological park "Sofiyivka" of the National Academy of Sciences of Ukraine (NDP "Sofiyivka") plant collection and from the Uman-city various streets and park plantings were studied in the period from 2007 to 2024. The degree of damage to plants by *C. ohridella* was estimated by commonly used methods. The species selection for the horse chestnut replacement in the greenery was executed in our woody plant collections based on the general appearance of the tree and their adaptability to unfavorable conditions of the urbanized environment.

Results and discussions

From 2007 to 2015 we studied the efficacy of the Confidor injections (active ingredient imidacloprid) into the trunks to protect more than 60-year-old horse chestnut trees at NDP "Sofiyivka". The drug was relatively effective for one to two years after the injection (80–90% effectiveness rate). However, the horse chestnut's trunks are injured during the injections, which can damage the trees after several treatment cycles.

At the first stage of selection, several maples (*Acer* L., *Sapindaceae* Juss. family), plane trees (*Platanus* L., *Platanaceae* T.Lestib. family), linden/basswood trees (*Tilia* L., *Malvaceae* Juss. family) species, and also Turkish hazel (*Corylus colurna* L., *Betulaceae* Gray family) were selected based on the general appearance of the trees, growth rates, and adaptability to urban environments. But the danger of damage to maples by *C. ohridella* caterpillars (Freise et al. 2004, Heitland et al. 2005), and the massive damage to linden trees in Uman-city by spider mites (*Tetranychidae* Donnadieu family) we found, prompted us to refrain from spreading these both plants.

More prospects were attached to the plane trees (*Platanus* spp.), which were well studied in NDP "Sofiyivka" (Hrabovyi, 2007), however, the plants of this genus have also proven to be potentiality susceptible to the invasive leaf miner *Phyllonorycter platani* (Lepidoptera: Gracillariidae).

However, Turkish hazel (*C. colurna*) trees appear to be quite tolerant to common in the urbanized environment of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine pests and plant pathogens, including the viral causative agents of diseases (Tarasenko et al. 2016).

The *Corylus* L. genus includes 16 accepted species. This genus is plants of large shrubs (most species) and deciduous trees (some species). In addition to *C. colurna*, the *Corylus* L. genus includes the following woody species: *C. fargesii* (Franch.) C.K.Schneid., *C. jacquemontii* Decne., and also Transcaucasian hybrid *C.* ×*colurnoides* C.K.Schneid. The plants of this hybrid species grow as a shrub or tree.

The plants of *Corylus* spp. are very valuable nut crops, the production of which is mainly aimed at supplying the needs of the confectionery industry (Dobhal et al., 2018). In addition to the main importance of hazelnut growing for providing raw materials for the confectionery industry, hazelnuts are becoming more important in the production of hazelnut oil and for pharmacy. The very promising areas of decorative and phytoreclamation use of *Corylus* spp. in landscaping and for optimization of agroecosystems and forest restoration are also developing (Granata et al., 2020).

Cultivated *Corylus* spp., while retaining the status of multipurpose plants, are still grown mainly for the production of nuts and their products. Herewith, unlike most fruit and berry plants with juicy fruits and inedible seeds, the nuts of *C. avellana*, as well as some other species of wild hazel, are still collected in various regions of the world in natural forests, and the collected nuts are used on a par with the nuts of cultivated hazelnut cultivars. It may be said that since ancient times, *Corylus* spp. have not undergone the process of absolute domestication, so hazel thickets still occur in the wild not only in their native state but also in the form of groves that sometimes form on the site of running wild hazelnut orchards (Allegrini et al., 2022).

The plants of various *Corylus* spp. were planted as part of many park compositions, both during the foundation of the NDP “Sofiyivka” and in the following years. The experience gained in cultivating many forms of North American and East Asian species valuable for their decorative qualities shows great prospects for the introduction of *Corylus* spp. into ornamental gardening. It turned out that many species, as well as some varieties and forms of *Corylus* spp. also may be used to protect slopes and in various protective plantations due to their resistance to unfavorable environmental influences.

Understanding plant breeding as the most effective means of improving the genotypes of cultivated plants through their ability to sustainably meet human needs through the creation of new improved cultivars and hybrids with increased anthropo-adaptability (Opalko & Opalko, 2015), it is worth recognizing that human needs are far from being limited to water, food, and other purely biological components inherent in all living organisms. Unlike animals and other living organisms, humans have always tried and are still constantly striving to achieve a spiritual ideal, to experience aesthetic pleasure from the habitat, of which green plants have been and still are a significant component. Therefore, the cultivation of ornamental plants has a long history, comparable to the history of domestication of other food plants, but the forerunners of ornamental gardening are difficult to reliably separate from ancient fruit growing, forestry, or vegetable growing (Ingels, 2010).

Because since ancient times, people have been growing garden plants in their yards, including representatives of *Corylus* spp. that, like some other plants, do not belong to the components of the well-known triad of "bread, salt, and water" that protect people from starvation. Therefore, it can be supposed that aesthetic appeal was not the last motive for planting many plants (Janick, 2014; Read & Bavougian, 2014; Van Tuyl et al., 2014), including hazel, in multifunctional gardens.

The evidence of Gerd Krüssmann and colleagues (Krüssmann et al., 1986), who quoted the ancient Roman poet Horace (Quintus Horatius Flaccus), reported that to meet the needs of the Romans for roses, the increase in the area for their cultivation even led to a decrease in the area under cereals, confirms the great importance attached to ornamental plants in ancient times. Analyzing the gardens of the ancient world from the perspective of modernity, it is worth reading the monograph by Linda Farrar (Farrar, 2016), which describes in detail the Egyptian gardens, gardens of ancient Mesopotamia and the Middle East; gardens of the Greek Bronze Age, in particular the Minoan and Mycenaean cultures, Greek gardens and groves of the Archaic, Classical and Hellenistic periods; Etruscan gardens; Roman and Byzantine gardens; Islamic and Persian gardens, as well as medieval gardens of Europe. The traditions of oriental gardening, as well as those of pre-Columbian America, are characterized by their specificity, which is analyzed in the relevant sources (Farahani et al., 2016; Kosenko et al., 2020; Kosenko, 2021; Zhu et al., 2022).

Corylus spp. plants demonstrate considerable decorative value both in summer and winter (during the flowering period), which encourages their planting in public and private gardens and parks, as well as in the entrance areas of offices and individual houses and along streets (Allegrini et al., 2022). In particular, *C. colurna* plants at the entrance to NDP “Sofiyivka” from Kyivska Street look great during the winter-spring flowering of the earrings (Fig. 1a), when most deciduous trees

are not yet developing, and in late autumn (Fig. 1b), and *C. colurna* trees planted along transport routes form a continuous noise, gas, and dust shield for pedestrians (Fig. 1c).

Furthermore, *C. colurna* trees are characterized by high resistance to the bitter chestnut moth (Fig. 2) and other pathogens common in Ukraine, not inferior to *Ae. hippocastanum* in terms of overall decorative value (see Fig. 1). Researchers at NDP “Sofiyivka” have selected some *C. colurna* forms valuable for horticulture, among which the most decorative are 'Nadiia', which stands out for its bark structure and color, 'Poltavska', which attracts with its large beautiful leaves, as well as forms with a pyramidal and spherical crown, which can withstand both prolonged summer and autumn drought and forty-degree frosts.

a  b  c 

Figure 1. *Corylus colurna* trees: *a* — during March flowering; *b* — in October 2023; *c* — along Kyivs'ka Street (Uman city)



Figure 2. Damaged by *Cameraria ohridella* *Ae. hippocastanum* tree in mid-summer 2023 (foreground) against a green-leaved *Corylus colurna* tree (Uman-city, Maksym Zaliznyak Side Street)

Conclusions

Attempts to develop agronomic measures (chemical treatment and search for parasitoids/entomophagous) to protect horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) from damage by horse chestnut leaf miners (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) to unfavorable conditions of the urbanized environment did not provide convincing stable results.

More successful was the search for woody plant species for a horse chestnut replacement in the settlements' greenery. The Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) can be successfully used for horse chestnut replacement in solitary and group plantings, as well as for planting roads and streets and creating park alleys.

Acknowledgments. The study presented in this article was conducted to the targeted programs of fundamental research of the National Academy of Sciences of Ukraine "Factors of specificity of adaptation processes in fruit and ornamental woody plants propagated *in vitro*" (Registration number 0117U000459), and the applied research "Intensification of technologies for the introduction and adaptation of planting stock of ornamental woody plants promising for use in the urbanized environment of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine" (Registration number 0120U007725).

References

1. Allegrini, A., Salvaneschi, P., Schirone, B., Cianfaglione, K., & Di Michele, A. (2022). Multipurpose plant species and circular economy: *Corylus avellana* L. as a study case. In: *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 27(1), 11(1–20). http://doi.org/10.31083/j.fbl2701011.
2. Dobhal, K., Singh, N., Semwal, A., & Negi, A. (2018). A brief review on: hazelnuts. In: *International Journal of Recent Scientific Research*. Vol. 9. No 1(K). P. 23680–23684. DOI: http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2018.0901.1515.
3. Farahani, L. M., Motamed, B. & Jamei, E. (2016) Persian gardens: meanings, symbolism, and design. In: *Landscape online*. Vol. 46. P. 1–19. DOI: https://doi.org/10.3097/LO.201646.
4. Farrar, L. (2016). *Gardens and gardeners of the ancient world: history, myth and archaeology*. Oxford: Windgather Press. 411 p.
5. Ferracini, C., & Alma, A. (2007). Evaluation of the community of native eulophid parasitoids on Cameraria ohridella Deschka and Dimic in urban areas. Environmental entomology, 36(5), 1147–1153. https://doi.org/10.1603/0046-225X(2007)36[1147:EOTCON]2.0.CO;2.
6. Freise, J. F., Heitland, W., & Sturm, A. (2004). Das Wirtspflanzenspektrum der Rosskastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (*Lepidoptera*: *Gracillariidae*), einem Schaedling der Rosskastanie, *Aesculus hippocastanum*. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie Maerz*, 14(1–6), 351–354. (in German).
7. Granata, M. U., Bracco, F., & Catoni, R. (2020). Carbon dioxide sequestration capability of hazelnut orchards: daily and seasonal trends. In: *Energy, Ecology and Environment*, 5(3), 153–160. DOI: https://doi.org/10.1007/s40974-020-00161-7.
8. Heitland, W., Freise, J. F., Sturm, A., & Lenz, N. (2005). Die Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986 (*Lepidoptera*, *Gracillariidae*): Gründe ihres Erfolgs als Blattschädling an der weiß blüenden Gewöhnlichen Rosskastanie *Aesculus hippocastanum* (*Hippocastanaceae*) und Möglichkeiten zur Bekämpfung. *Entomologie beute*, 17, 157–172. (in German).
9. Holoborodko, K., Seliutina, O., Alexeyeva, A., Brygadyrenko, V., Ivanko, I., Shulman, M., ... & Bandura, L. (2022). The impact of Cameraria ohridella (Lepidoptera, Gracillariidae) on the state of Aesculus hippocastanum photosynthetic apparatus in the urban environment. In: *International Journal of Plant Biology*, *13*(3), 223–234. https://doi.org/10.3390/ijpb13030019.
10. Hrabovyi, V. M. (2007). Linden (*Platanus* L.) in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine [Ed.: Ivan S. Kosenko]. Uman: UWPP. 218 p. (in Ukraine).
11. Ingels, J. E. (2010). *Ornamental horticulture: science, operations, and management* [Fourth Edition]. Delmar: Cengage Learning. 712 p.
12. Janick, J. (2014). Horticulture and art. *Horticulture: Plants for people and places* [Eds.: Geoffrey R. Dixon and David E. Aldous]. Trilogy. Vol. 3: Social Horticulture. Ch. 36. Dordrecht: Springer, 1197–1223.
13. Kosenko, I. (2021). "Sofiyivka" — a masterpiece landscape design of 18–19 centuries on 225th anniversary of its founding. Proceedings of the International Scientific Conference "Biodiversity conservation, historical and cultural heritage in botanical gardens and dendrological parks", dedicated to the 225th anniversary of the foundation in National

Dendrological Park "Sofiyivka" of the National Academy of Sciences of Ukraine. (Uman, September 28–30, 2021). In: *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 1, 5–17. DOI: https://doi.org/10.37555/2707-3114.1.2021.247346. (in Ukrainian).
14. Kosenko, I. S., Hrabovyi, V. M., Opalko, O. A., Muzyka, H. I., & Opalko, A. I. (2020). Current trends in Green Urbanism and peculiarities of multifunctional complexes, hotels and offices greening. In: *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 226–236. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_36.
15. Krüssmann, G., Kordes, R., Bünemann, O., & Hemer, M. (1986). *Rosen Rosen Rosen: unser Wissen über die Rose*. Berlin; Verlag Paul Parey. 484 s. (in German).
16. Lesovoy, N., Fedorenko, V., Vigera, S. et al. (2020). Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic). In: *Ukrainian Journal of Ecology*, *10*(3), 24–27.
17. Lisovyy, M. M., Chayka, V. M., & Hryhoriuk, I. P. (2019). Horse-chestnut Leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) — a new invasive species for Ukraine. *Invasive species of moths in Ukraine (monitoring, ecology, population control)*: Monograph. Kyiv: Yamchynskyi O. V. P. 67–135. (in Ukraine).
18. Opalko, A. I. & Opalko, O. A. (2015). Anthropo-adaptability of plants as a basis component of a new wave of the "Green revolution". *Biological Systems, Biodiversity, and Stability of Plant Communities* [Eds.: Larissa I. Weisfeld, Anatoly Iv. Opalko, Nina An. Bome et al.]. Apple Academic Press. Part 1: The Optimization of Interaction of Anthropogenic Changes in Natural Environment: Global Warming and Biological Stability, 3–17.
19. Péré, C., Augustin, S., Turlings, T. C., & Kenis, M. (2010). The invasive alien leaf miner Cameraria ohridella and the native tree Acer pseudoplatanus: a fatal attraction? In: *Agricultural and Forest Entomology*, *12*(2), 151–159. https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2009.00462.x.
20. Peterken, G. (2023). *Trees and woodlands*. London: Bloomsbury Publishing. 417 p.
21. Read, P. E., & Bavougian, Ch. M. (2014). Woody Ornamentals. *Horticulture: Plants for people and places* [Eds.: Geoffrey R. Dixon and David E. Aldous]. Trilogy. Vol. 2. Environmental Horticulture. Ch. 17. Dordrecht: Springer, 619–644. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-8581-5_2.
22. Seliutina, O. V., Shupranova, L. V., Holoborodko, K. K., Shulman, M. V., & Bobylev, Y. P. (2020). Effect of Cameraria ohridella on accumulation of proteins, peroxidase activity and composition in Aesculus hippocastanum leaves. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *11*(2).
23. Shavanova, K. E., Kyselov, D. O., & Checheneva, T. M. (2012). Origin and phylogenetic relationships of the genus *Aesculus* L. In: *Journal of Native and Alien Plant Studies*, (8), 45–52. (in Ukraine).
24. Straw, N. A., & Tilbury, C. (2006). Host plants of the horse-chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella*), and the rapid spread of the moth in the UK 2002–2005. In: *Arboricultural Journal*, 29(2), 83–99. https://doi.org/10.1080/03071375.2006.9747448.
25. Tarasenko, G. A., Kosenko, I. S., Boyko, O. A., & Opalko, A. I. (2016). The viral diseases of the *Corylus* spp. biotechnology of production of improvement plant material. *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies* [Eds.: Sarra A. Bekuzarova, Nina A. Bome, Anatoly I. Opalko et al.]. Oakville; Waretown: Apple Academic Press. Part 2, Horticultural Crop Science, 10, 183–199.
26. Van Tuyl, J. M., Arens, P., Miller, W. B., & Anderson, N. O. (2014). The role of ornamentals in human life. *Horticulture: Plants for people and places* [Eds.: Geoffrey R. Dixon and David E. Aldous]. Trilogy. Vol. 1. Production Horticulture. Ch. 11. Dordrecht: Springer, 407–433. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-8578-5_11.
27. Walczak, U., Baraniak, E., & Zduniak, P. (2017). Survival, body mass and potential fecundity of the invasive moth *Cameraria ohridella* (*Lepidoptera*: *Gracillariidae*) on its original host

plant *Aesculus hippocastanum* and *Aesculus glabra*. In: *European Journal of Entomology*, 114: 295–300. https://doi.org/10.14411/eje.2017.036.
28. Zhu, Y., Lee, S. H., & Choi, K. R. (2022). Analysis of the space and design of Chinese, Japanese and Korean academy gardens. *Land*, 11(9), Frt. 1474, 1–17. DOI: https://doi.org/10.3390/land11091474.

UDC: 634.51:631.547.5 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.69

DIFERENȚIEREA MUGURILOR DE ROD LA SOIURILE DE NUC CU FRUCTIFICARE TERMINALĂ ȘI LATERALĂ

Pîntea Maria*, Tăbîrță L.
IP Institutul Ştiinţifico-Practic de Horticultură şi Tehnologii Alimentare, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-5589-4158

Summary. Organogenesis processes during development of walnut buds and pistillate (female) flowers structures of 16 dichogamous perspective varieties and selections (local and introduced too) were thoroughly investigated. Difference within terminal and lateral fructification of genotypes there are evaluated. The influence of some biotic and abiotic factors on the processes of morphogenesis of pistillate flower buds was established. Investigations have provided valuable information regarding selection of the appropriate parent varieties for breeding programs, as well as regarding optimization of nut production in the industrial orchards.

Keywords: walnut, varieties, pistillate buds, morphogenesis, lateral and terminal fructification.

Introducere

Productivitatea nucului poate fi mărită prin promovarea genotipurilor, capabile să formeze flori feminine și fructe nu numai din mugurii de rod, formați în poziţia terminală a lăstarilor anuali, ci şi din cei laterali (4, 6-9). În baza cercetărilor morfologice şi histochimice a morfogenezei şi organogenezei în incinta mugurilor floriferi şi a florii embrionare feminine, efectuate asupra 16 soiuri şi selecţii de perspectivă de nuc (incluzînd toate tipurile de dihogamie, locale și originare din SUA, Franța – introduse pentru testare de adaptabilitate la condițiile din Rep. Moldova) au fost stabilite termenele şi particularităţile specifice ale morfogenezei florale pistilare a nucului (*Juglans regia* L.). pentru toate tipurile dihogamice în condiţiile pedo-climatice de cultivare ale zonei pomicole centrale ale Republicii Moldova.

Materiale și metode

În calitate de obiecte de cercetare au fost utilizate 16 soiuri şi selecţii de nuc locale și introduse (1, 8) cu calităţi performante agronomice şi biologice, incluzând tipurile de dihogamie: protandric, protoginic şi homogamic, cultivate în cadrul ÎȘPHTA,, cît și în livezi industriale din țară. Observaţiile fenologice și investigațiile microscopice, privind inițierea și diferenţierii mugurilor de rod, inclusiv a structurilor embrionare ale florii feminine, dezvoltării florilor şi fructelor s-au efectuat în conformitate cu recomandările metodice, aprobate în domeniu (4, 6, 7). Analizele morfologice, cito- şi histochimice au fost îndeplinite cu ajutorul microscoapelor stereoscopice MBS-2, MBS-10, microscoapelor de cercetare MBI-6, MBI-II, DN-816 Meopta, şi ML-I (luminescent).

Resultate și discuții

Cercetările efectuate au demonstrat că în cadrul dihogamiei la nuc se întîlnesc genotipuri cu dezvoltare a mugurilor de rod (floriferi feminini) atît în poziția terminală , cît și în cea laterală a formațiunilor anuale de rod (fig. 1, tab. 1). Astfel, prin lucrul realizat s-a demonstrat că mugurii floriferi feminini (de rod) ai nucului se formează pe lăstarii anuali în poziţia terminală şi primele poziţii inferioare celei terminale. Iniţierea lor are loc la subsuoara frunzelor în perioada de creştere intensivă a lăstarilor anuali în ultima decadă a lunii iulie la toate tipurile dihogamice (tab. 2). Investigaţiile efectuate au demonstrat elocvent că trecerea la faza reproductivă ca atare, care începe

cu bombarea apexului mugurelui, în condiţiile zonei Codrului Moldovei are loc în jumătatea a doua a lunii iunie. Astfel, la începutul lunii iulie este deja evidentă apariţia unei adâncituri la mijlocul meristemului terminal al mugurelui. Pe părţile laterale ale lui se formează 2-3 primordii embrionare, care chiar de la început îşi dezvoltă bracteia florală, iar ea, la rândul ei, acoperă adâncitura primordiului floral. De obicei această perioadă coincide cu creşterea intensivă a fructului. Lobii laterali sunt foarte slab exprimaţi, fiind concrescuţi. Pe parcursul lunilor iulie-septembrie are loc formarea lobilor perigonului interior. Anume la această etapă se depistează primele diferenţe morfohistochimice în ritmul ontogenezei florale feminine în dependenţă de tipul de înflorire. Astfel, la soiurile ce manifestă un ritm mai rapid de dezvoltare, perioada de repaus intervine la etapa începerii delimitării lojei ovariene în floarea embrionară (tab.2). Pentru majoritatea genotipurilor studiate locale şi introduse această etapă se stabileşte la sfârşitul lunii martie. Este necesar de subliniat că în comparaţie cu floarea masculină, floarea feminină a nucului are în general un ritm mai încetinit de dezvoltare în perioada iniţială (vară-toamnă).

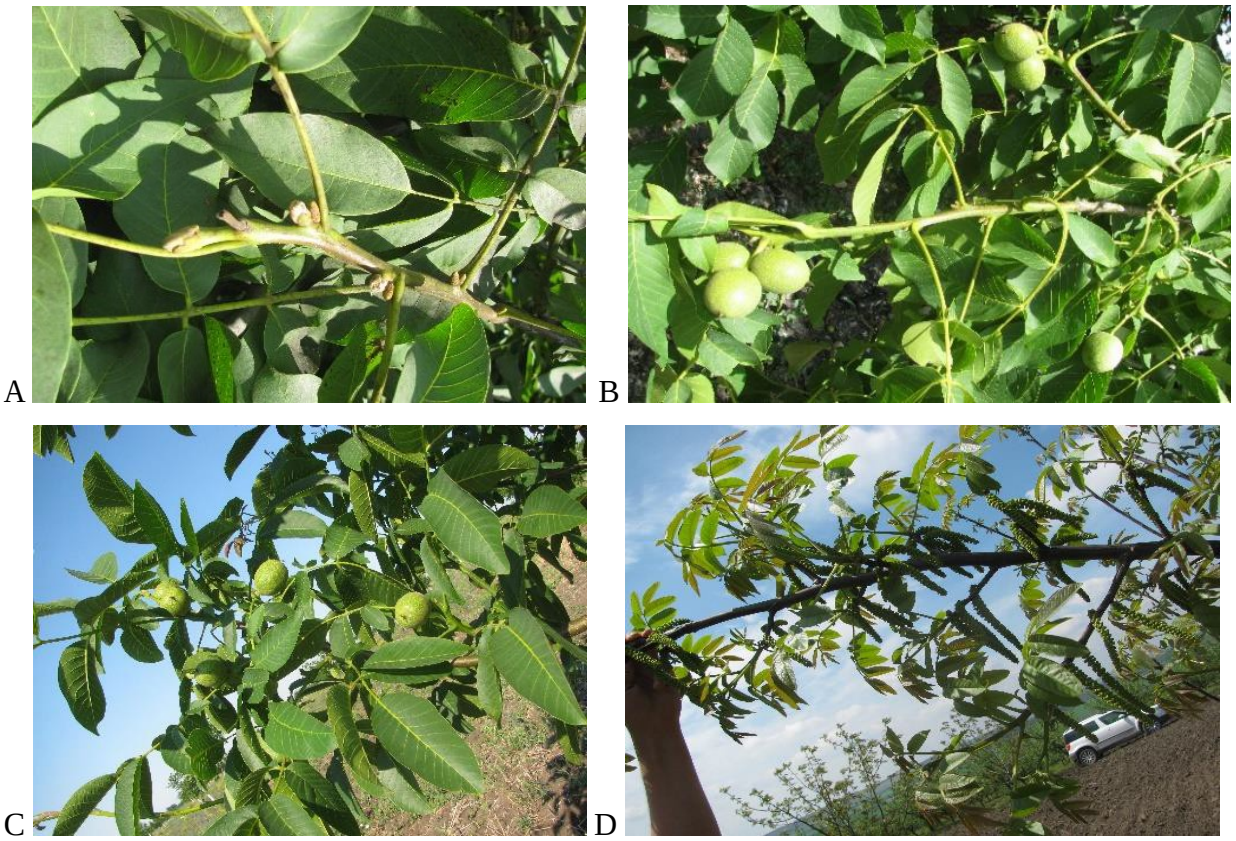


Figura 1. A - Mugurii de rod la fructificarea laterală (luna iulie); B - Fructificare laterală, soiul Lara; C - Fructificarea laterală, soiul Fernor; D - înflorirea feminină şi masculină la fructificarea laterală a soiul Pescianskii.

Intrarea în perioada de repaus s-a stabilit pentru luna octombrie. Indiferent de parcurgerea celorlalte faze de dezvoltare ontogenetică intramugurală în cadrul dihogamiei nu s-au evidenţiat diferenţe mari de timp pentru soiurile cu desmugurire rapidă (soiurile protogine cu ritm rapid de dezvoltare: Cazacu, G 48, Iv 4/5), precum şi o serie de forme și soiuri din cele protandre: G 51, I-25, I-70, Lara, Fernor.

Primăvara, concomitent cu mărirea volumului mugurelui în loja ovariană are loc iniţierea ovulului, iar din părţile laterale interioare ale carpelelor începe dezvoltarea stigmatelor. Diferenţa de timp dintre genotipurile protogine şi cele protandre se află în limitele a 2-4 săptămîni, cele

protogine avansînd cu un ritm rapid de dezvoltare indiferent de derularea condiţiilor termice. Astfel, genotipurile protandre se deosebesc printr-în ritm încetinit al formării florii feminine în perioada, cînd, de obicei, în majoritatea zonelor de cultivare a nucului pot interveni înghețuri nocturne. Deci, genotipurile protogine în această perioadă de dezvoltare se află sub riscul de a le fi afectate florile feminine (viitoru rod ca atare) de temperatule de minus 1-minus 3 grade Celsius. În opinia noastră, anume și din aceste considerente în țările cultivatoare de nuci predomină sortimentul protandric (3, 5, 9). Astfel, soiurile cu tipul de înflorire protandric, în special cele cu înflorire protandrică mai tardive, reprezintă interes deosebit pentru pragramele de ameliorare varietală a nucului, cît și pentru testare temporară și implementare în cultivare industrială. În condițiile actuale de schimbări climatice evidente, rezilienţa genofondului respectiv de nuc are o importanță primordială (7, 8, 9).

De notat că prin investigaţiile histochimice efectuate s-au sesizat legităţi analogice de manifestare a reacţiilor enzimelor, a proteinelor şi polizaharidelor insolubile în procesul morfogenezei mugurilor şi florilor masculine, precum şi a celor feminine. S-a depistat, că localizarea şi intensitatea maximală a reacţiilor este strâns legată de perioadele de apariţie a structurilor embrionare şi de intensitatea dezvoltării lor, evidenţiindu-se, în special primăvara.

Tabelul 1

Tipul de formare a mugurilor floriferi feminin (de rod) şi de fructificare la genotipurile dihogamice la nuc

Soiul, forma, tipul de înflorire	Tipul de formare a mugurilor floriferi (T-terminal, L-lateral)	Tipul de fructificare (T-terminal, L-lateral)
HOMOGAME		
Chișinău	T, T-L	T, parţial TL
D-5	T, T-L	T-L
Franquette	T, T-L	T, parţial TL
Pescianskii	T, T-L	T, T-L
PROTOGINE		
Ti-23	T	T
Bomba	T, T-L	T
I-69	T	T
I-57	T	T
Corjeuți	T	T
Cazacu	T	T
Criuleni	T-L	T
Schinoasa	T, T-L	T, T-L
Cogîlniceanu	T, T-L	T, parţial T-L
PROTANDRE		
Costiujeni	T	T
Calaraș	T, T-L	T, parţial T-L
Chandler	T, T-L	T, T-L
Lara	T, T-L	T, T-L
Fernette	T, T-L	T, T-L
Fernor	T, T-L	T, T-L

De subliniat, că zonele adiacente elementelor vasculare în formare se deosebesc prin reacţii foarte intensive la testarea enzimelor şi a acidului ascorbic. De notat, că pe tot parcursul morfogenezei florale feminine amidonul aproape că nu se depistează, în acelaşi timp restul polizaharidelor se prezintă în țesuturile structurilor embrionare sub două forme: granule de diferite mărimi şi în stare dispersată.

Însuși analiza datelor integrale, obţinute prin intermediul studiului morfogenezei florale, ne demonstrează, că spre deosebire de florile masculine, unde se vede clar că metabolismul se activează de două ori (în anul iniţierii structurilor florale şi în anul înfloririi), în ciclul de formare a

florilor feminine se reliefează doar un vârf metabolic, și anume: în perioada de pregătire a florilor către înflorire.

Tabelul 2

Inițierea florală și dezvoltarea a structurilor organogene feminine la nuc în mugurii de rod

Faza de dezvoltare a structurilor organogene	Tipul de dihogamie					
	Simultan		Protogin		Protandru	
	mugurii terminali	mugurii laterali	mugurii terminali	mugurii laterali	mugurii terminali	mugurii laterali
Iniţierea primordiului generativ	28.06	10.07	24.06	02.07	10.07	18.07
Formarea primordiului bracteei florale	01.07	12.07	28.06	08.07	25.07	05.08
Alungirea primordiului floral	20.07	25.07	05.07	15.07	30.07	16.08
Apariţia primordiilor lobilor perigonali	05.08 primăvara	11.08 primăvara	17.07 primăvara	20.07 primăvara	27.08 primăvara	primăvara
Începutul formării lojii ovariene						

Investigațiile effectuate ne demonstrează vădit, că printre soiurile raionate şi formele (genotipurile) performante, selectate din populaţia spontană moldovenească acest caracter este rar răspândit la toate tipurile de dihogamie (7, 8). Tipurile de fructificare terminală şi terminal-laterală, conform datelor publicate de alți autori (2, 3) se întâlnesc numai foarte rar și în populaţiile seminale răspîndite în partea europeană, etc. În schimb ele pot fi găsite mai cu succes în Kîrgîstan, Turkmenistan, Uzbekistan, diferite regiuni ale Chinei, în Pakistan şi Turcia. De notat că la etapa actuală a modernizării şi intensifizării culturii nucului sunt preferate soiurile protandre cu desmugurire cît mai tardivă a mugurilor de rod (feminini) (în scopul evitării îngheţurilor tîrzii de la sfîrşitul primăverii). Observațiile și investigațiile effectuate ne demonstrează vădit că acest caracter deseori se asociază cu capacitatea de fructificare laterală (de obicei peste 50 de procente din rod la soiurile de perspectivă din cadrul international) se află în pozițiile laterale ale formațiunilor de rod) şi mixtă, adică atît terminală cît şi parţial laterală (4, 5, 7-9). Prin investigaţiile experimentale comparative efectuate s-a evidenţiat, că indiferent de tipul de înflorire iniţierea meristemului generativ în mugurii de rod laterali, precum şi următoarele etape ale diferenţierii florale de până la intrarea în repaus au loc cu o întârziere de 2-3 săptămâni comparativ cu cea din mugurii terminali. Pe parcursul primăverii fazele apariţiei şi dezvoltării primordiilor ovulului, stigmatului, arhesporogeneza şi însăşi formarea sacului embrionar sunt destul de apropiate în cadrul ambelor tipuri de muguri. De asemenea nu s-au depistat diferenţe histochimice bine accentuate în structurile organogene diferențiate. În schimb s-a stabilit prezenţa unui număr mare de anomalii de ordin embriologic în florile mature (înainte de polenizare), provenite din mugurii laterali. Dintre care menţionăm: integument incomplet dezvoltat, geneza apolară a sacului embrionar, sac embrionar foarte strâmt.

În baza studierii soiurilor omologate Kişinău, Skinoasa, Kostiujeni, precum şi a celor intrduse în ultimii ani: Franquette, Chandler, Lara, Fernor (reprezentînd toate tipurile dihogamice) s-a evidenţiat clar efectul inhibiţiei ritmului morfogenezei mugurilor floriferi feminini şi respectiv al organogenezei florale în perioada vară-toamnă în cazul utilizării portaltoiului nuc negru (*Juglans nigra L.*), comparativ cu portaltoiul nuc obişnuit (*Juglans regia L.*). Aceleaşi regularităţi s-au depistat şi în cazul tăierilor intensive a ramurilor anuale (effectuate în scopul provocării inițierii mugurilor suplimentari de rod) şi a menţinerii umidităţii solului în proporţii optime pe parcursul vegetației.

Concluzii

Tipurile de fructificare terminal şi terminal-lateral la nuc (*Juglans regia L.*) se întâlnesc numai foarte rar împreună. S-a evidenţiat, că indiferent de tipul de dihogamie iniţierea meristemului generativ în mugurii laterali, precum şi următoarele etape ale diferenţierii florale feminine de până la intrarea în repaus biologic au loc cu o întârziere de 2-3 săptămâni comparativ cu cele din mugurii terminali.

În perioada de primăvară fazele morfogentice și embriologice sunt destul de apropiate în cadrul ambelor tipuri de muguri floriferi feminine (terminal și lateral). De asemenea nu s-au depistat diferenţe histochimice bine accentuate pe parcursul morfogenezei florale feminine la ambele tipuri de muguri. La unele genotipuri sunt prezente un număr semnificativ de anomalii de ordin embriologic în florile mature, provenite din mugurii laterali. Dintre care se evidențiază integumentul incomplet dezvoltat, geneza apolară a sacului embrionar, sac embrionar foarte strâmt cu posibile aberaţii de devoltare ulterioară.

S-a evidenţiat clar efectul inhibiţiei ritmului morfogenezei mugurilor floriferi feminini şi respectiv al organogenezei florale în perioada vară-toamnă în cazul prezenţei portaltoiului nuc negru (*Juglans nigra L.*), comparativ cu nucul obişnuit (*Juglans regia L.*) în condiţiile pedo-climatice de cultivare ale Republicii Moldova. Aceleaşi regularităţi s-au depistat și în cazul tăierilor intensive a ramurilor anuale şi a menţinerii umidităţii solului în intervale optime în toată perioada vară-toamnă.

Referințe

1. Catalogul Soiurilor de Plante al Republicii Moldova. Chișinău, 2024.
2. Cociu V. et al. 2003.*Culturile Nucifere,* Editura Ceres, Bucureşti
3. Germain E., 1999. *Le noyer. Monographie* . CTIFL-INRA-SENURA, Paris
4. Jensen W., 1965 - *Botaniceskaia ghistohimia*. Per. s angl. Moskva, Nauka. 377 s.
5. Mc Granahan Gale, 1995. *Walnut Culture*. University of California, Cooperative Extension Service Plant Fact Sheet, Series 170A, N.12, USA
6. Mănescu Creola et all. 1989.*Controlul biologic al producţiei în pomicultură şi viticultură*. Bucureşti. 1989. 244p.
7. Pîntea M. 2004. *Nucul. Biologia reproductivă*. Chişinău. 354p.
8. Pîntea M., Mappeli S. et all. 2021.*Utilizarea durabilă și conservarea resurselor genetice: Studiu de caz – Nucul (Juglans regia L.) în Republica Moldova*. Chișinău. ISBN 978-9975-56-887-6. 84p.
9. Ramos D. E, 1985. *Walnuts Orchard Management*. Univ. California, Davis - USA

UDC: 635.1/.8:631.527 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.70

NEW VARIETIES AS A FACTOR IN INCREASING VEGETABLE PRODUCTION CONTAINING INULIN

Pozniak Oleksandr[1], *https://orcid.org/0000-0002-6659-3238*
Chaban Lesya[1], *https://orcid.org/ 0000-0002-0854-3443*
Kondratenko Serhii[2], *https://orcid.org/0000-0002-8859-1604*
** e-mail: oleksandrpoznak970@gmail.com*
[1]Research station "Mayak" of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kruty village, Chernihiv region, Ukraine
[2]Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Selektsiyne village, Kharkiv district, Kharkiv region, Ukraine

Summary. Spanish scorzonera and oat root belong to valuable delicate root crops that contain inulin. A significant increase in the incidence of type 2 diabetes in the world, and in Ukraine in particular, contributes to the growth of demand for root crops. Taking into account the lack of assortment of both types of plants in Ukraine, intensification of breeding work to create competitive, high-yielding varieties of Spanish scorzonera and oat root in Ukraine is an actual direction of research. At the Research Station "Mayak" IVMG NAAS of Ukraine, new varieties were created: spanish scorzonera Syla and oat root Promethey.

Keywords: vegetable growing, root plants, selection, variety, inulin.

Introduction

In vegetable growing, a group of delicate root crops that contain inulin is distinguished. These are representatives of the Asteraceae family (Asteraceae, Compositae) - Spanish scorzonera (*Scorzonera hispanica* L.) and oat root (*Tragopogon porrifolium* L.). The demand for the products of these plants, namely root crops, is now significantly increasing. After all, in the world, including in Ukraine, there is a significant increase in the incidence of type 2 diabetes and many people suffer from obesity. So, last but not least, the growth in demand for dietary food products, in this case for vegetable products, is caused by these reasons. Inulin is easily absorbed by the body and serves as a substitute for sucrose in the diet of diabetics. Spanish scorzonera and oat root are close in terms of biological features, economic importance, the agrotechnology of their cultivation for commercial and seed purposes is also similar [1].

Both plants deserve the attention of not only gardeners and gardeners - admirers of rare plants, but also introduction to the range of plants for growing in small farms engaged in growing vegetables for supply to supermarkets. At the moment, since these crops are still really rare in Ukraine, even non-traditional, small-scale producers, first of all, may be interested in growing plants for seed purposes, since the demand for root crops today is a priori insignificant and unstable. However, given their valuable food and medicinal properties, these plants have a significant potential for distribution. Informational and educational work with potential consumers of delicacy products (with a special emphasis on the inulin-containing "status" of root crops) and a sufficient supply of seed material on the domestic market will contribute to this [2].

As for the assortment of Spanish scorzonera and oat root, the situation is not encouraging: to date, not a single variety, either of domestic or foreign selection, has been entered into the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine [3]. The population continues to grow seeds of mass reproductions of the former selection varieties of the Skvira and Kyiv Research Stations: skorzonera Strilnianska and oat root Polyana, respectively. As well as local and imported forms of plants. Therefore, at the moment there is a need to enrich the domestic assortment of these species by intensifying introduction-selection and seed work. At the Research Station "Mayak" of

the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy Agricultural Sciences of Ukraine, a project on introduction and selection work with the specified plant species was implemented.

Spanish scorzonera is a perennial plant, but as a vegetable it is grown as a biennial crop. A plantation where plants left for the third and subsequent years are suitable for annual seed production, but the actual quality of root crops deteriorates over the years, they become woody and become less suitable for eating.

In the first year of growing scorzonera, a rosette of basal leaves and a rhizome is formed, in the second - a branched stem, flowers and seeds in the upper part. The root is cylindrical, fleshy, up to 5 cm in diameter, up to 30 cm long. The skin color of the root is dark brown or black; pulp is white, juicy, with milky juice. Basal leaves are elongated-lanceolate, not dissected, pointed, leathery, downy-pubescent below. Stem leaves are small, needle-like. The flowers are yellow, collected in inflorescences - single baskets, with a delicate subtle pleasant aroma, reminiscent of the smell of vanilla.

The scorzonera blooms in May-June, the seeds ripen unevenly in June-August. The seeds of scorzonera resemble sticks: narrow and long (more than 1 cm), with a muddy-white flying bang. The presence of such a parachute contributes to the spread of seeds by the wind, so it is not uncommon for seeds not collected in time to spread around, at a considerable distance from the seed site, and new plants appear in the neighborhood, in natural areas, on wastelands, pastures, etc. In this way, scorzonera Spanish enriches the native flora of goats, goes wild, cross-pollinates with other species, while losing the status of a vegetable plant.

Root crops are valued for the presence of carbohydrates, inulin, asparagine, and protein. They are rich in salts of potassium, calcium, phosphorus, iron, magnesium, sodium, contain vitamins C, PP, B1, B2, E, carotene, as well as fatty, tannic, bitter and biologically active substances, enzymes. Milk juice gives root crops a pleasant nutty taste. Root crops are eaten raw, boiled, stewed, fried, added to salads, stews, soups. Young leaves are used in salads. From dried root crops, scorzoners prepare a drink - a surrogate, substitute for coffee.

In the first year of life, the oat root forms a rosette of linear-lanceolate leaves, similar to the leaves of garlic or leek, and a long root crop with a whitish-gray skin and white pulp. In the second year of vegetation, a stem is formed with single purple inflorescences-baskets. Flowering of oat root usually occurs in June, ripening of seeds - in July. The seeds are long, rough, have leaflets; they don't ripen at the same time, but untimely collected fall off and in windy weather they can fly over long distances.

The roots of oat root contain carbohydrates - starch and sugar, which provide high-calorie products. The high content of inulin, which is easily digested and provides medicinal properties, is particularly useful for diabetics. Root crops are also valued for the presence of protein, minerals, salts, fat, vitamins (C, PP, B1, B2, E, carotene), glucosides, resin, mucilage, essential oil, enzymes, tannins, bitter and biologically active substances. Root crops are consumed raw, boiled, stewed, fried; they are added to salads, soups. The taste of boiled roots is delicate, similar to the taste of oysters, so the plant is often called "vegetable oyster" or "oyster root" in literature popular with gardeners. Salads are fortified with young leaves. Dried roots, roasted and ground, are used as a substitute for coffee.

Medicinal properties of plants. Spanish scorzonera and oat root are useful in the diet of diabetics, as they contain inulin (root crops contain 10-12% inulin, or about 60% of dry matter), they are easily absorbed by the human body. Consumption of the roots of these plants has a beneficial effect on the activity of the liver and gall bladder, kidneys and urinary bladder, pancreas, provides a therapeutic effect with long-term consumption in cases of functional disorders of these organs.

Root crops are used for food, and in early spring, as soon as the plants that wintered in the open ground grow back, young tender leaves. It is possible to speed up the production of vitamin

greens by installing temporary film shelters over the plants in early spring or during the winter "windows". Green mass can also be obtained in the off-season, in winter. For this purpose, root crops harvested in late autumn - before the onset of persistent frosts and stored with notes in a storage room/cellar, planting them in a room or in a basement at a temperature not lower than +15ºC are used. In the absence of light, bleached leaves are obtained: in the winter - in the basement without lighting, or in the spring, by covering the plants with an opaque film.

Biological features. Spanish scorzonera and oat root are frost-resistant plants, in the conditions of the Chernihiv region they overwinter without problems even in severe snowless winters. They are distinguished by high drought resistance. The plants are not picky about growing conditions, but a high yield of quality root crops can be obtained only in a high agro background. At a temperature of 7-10ºC, seeds germinate in 10-15 days. Root crops are suitable for harvesting in 4-5 months.

The purpose of research. Based on the introduction of new genetic sources, select the best of them according to economic and valuable traits, involve them in the selection process and, based on them, create domestic varieties of Spanish scorzonera and oat root with high indicators of productivity and resistance to biotic factors of the environment for open soil, with a high adaptive potential and a complex of valuable biological and economic properties.

Materials and methods

The following methods were used during the research work: field - collection of material during the growing season, study of biometric indicators of plants, establishment of differences between variants of the experiment; hybridization and individual-family selections - to obtain selection material; laboratory - studies of seed germination; descriptive – making phenological observations; mathematical and statistical - assessment of the reliability of the obtained research results. The breeding process and evaluation of plants according to morphological, phenological and other economically valuable characteristics was carried out according to generally accepted methods. Evaluation of selection material for distinction, homogeneity and stability was carried out according to the methods of the State Service for the Protection of Rights to Plant Varieties, taking into account the updates that are periodically published on the website of the Ukrainian Institute of Examination of Plant Varieties - www.sops.gov.ua, because methods of examination for the BOS-test for uncommon plant species are periodically updated and supplemented [4, 5].

Results and discussion

In 2023, in order to expand the range of vegetable products, a new variety Syla of Spanish scorzonera was created and transferred to the state variety testing system at the Research Station "Mayak" of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy Agricultural Sciences of Ukraine.

The variety was created by the method of individual mass selection from a heterogeneous local population, selected in the Chernihiv region of Ukraine, based on the productivity and marketability of root crops. The yield of root crops of the new Spanish scorzonera variety of the Syla is 18.1 t/ha, which exceeds the standard - the Duplex variety - by 17.2%; the marketability of the new variety is achieved with a smaller number of branched roots and is 98.0% (0.9% more than the standard); the weight of one marketable root crop is 126 g compared to 110.2 g in the standard (prevails by 14.3%). The period from mass sprouting to harvesting ripeness in the new variety and the standard variety is 155 days. In the root crops of the new variety, the content of high molecular weight inulin was determined - 8.4%.

Morphological identification features and biometric indicators of the Syla variety. The intensity of the green color of the leaf is moderate, the glossiness of the leaf is moderate, the position of the leaves in space is semi-straight. Leaf length 45 cm, width 5 cm; the waviness of the leaf edge is weak, the serration of the leaf edge is moderate, the curvature of the leaf plate is strong.

The root is cylindrical in shape, long - 31.6 cm, the diameter of the root is 3.0 cm, the shape index of the root is 10.53 (in the standard - 15.84). The shape of the shoulder of the root crop is flat, the shape of the tip is blunt. There is no branching of the root crop, the color of the surface of the root crop is black.

In 2023, the Spanish scorzonera Syla variety was submitted to the state variety testing for scientific and technical examination for the purpose of registration of the variety and rights to it (application No. 23392001). In the institution, as a result of research, a new variety of oat root Promethey was created and submitted to the state variety testing system. The variety was created by the method of individual-family selection from a hybrid population obtained from free pollination of the varieties Delicatesnyy x Ustrychnyy, according to the following indicators: high stable yield and marketability of root crops.

The yield of root crops of the new variety of Promethey oat root is 23.0 t/ha, which is 26.7% higher than the standard – the Delicatesnyy variety; the marketability of the new variety is achieved with a smaller number of branched roots and is 97.8% (2% more than the standard); the weight of one marketable root crop is 161.5 g compared to 129.7 g in the standard (prevails by 24.6%). The period from mass sprouting to harvesting ripeness in the new variety and the standard variety is 155 days. In the root crops of the new variety, the content of high molecular weight inulin was determined - 6.8%.

Morphological identification features and biometric indicators of the Promethey variety. The shape of the rosette of the plant is spreading, 40 leaves are formed in the rosette, the length of the leaf plate is 55 cm, the width of the leaf plate is 1.5 cm, the color of the leaf plate is gray-green. The root is long - 28.2 cm, the diameter of the root is 4.4 cm, the shape index of the root is 6.46 (in the standard - 8.48). There is no branching of the root crop, the color of the root crop pulp is cream.

The variety of oat root Promethey was submitted to the state variety testing for scientific and technical examination for the purpose of registration of the variety and rights to it (application No. 23391001).

The of Spanish scorzonera varieties Syla and root created Promethey hanging at the Research Station "Mayak" of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy Agricultural Sciences of Ukraine are recommended for development by agricultural formations of all forms of ownership and management and in the private sector in all zones of Ukraine in open ground.

Conclusions

Based on the results of the selection work, new varieties of vegetable plants containing inulin were created - of the Spanish scorzoners Syla and oat root Promethey, which are distinguished by high yield and fatness of root crops with a high content of high molecular weight inulin.

References

1. Позняк О. Делікатесні коренеплідні рослини, що містять інулін. In: *Овочі та фрукти*. - Київ: ТОВ «ВКО «Дельта-Агро», 2020, № 3 (124), с 12-18.
2. Позняк О.В. До питання збагачення українського ринку сортів рослин, що містять інулін (овочевого напряму використання). In: Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 115-річчю від дня народження видатного вченого-селекціонера О.Т. Галки (30 березня 2020 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна). Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020, с 40-43.
3. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні 27.06.2024 р. [Електронний ресурс]. https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin.

4. Методика проведення експертизи сортів на відмітність, однорідність та стабільність (ВОС) (овочеві, баштанні культури та картопля). In: *Охорона прав на сорти рослин*: Офіц. бюл. Київ : Алефа, 2004. Вип. 1’2004, част. 2, 252 с.
5. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур. За ред. Т.К. Горової і К.І. Яковенка. Харків, 2001, 644 с.

UDC: 575:631.52:631/635:631.117 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.71

BAZE DE DATE TAXONOMICE INTERNATIONALE UTILIZATE ÎN CONSERVAREA RESURSELOR GENETICE VEGETALE

Romanciuc Gabriela
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-0969-557X, e-mail: gabriela.romanciuc@gmail.com

Summary. Taxonomy plays an essential role for plant genetic resources conservation. Correct botanical identity of a taxon is important for its utilization in genebank, in research programmes and the wrong of taxonomic identity of a plant specimen may conduct to incorrect results and confusion. This can occur due to differences in synonyms, variation in the cited names, spelling mistakes, and differences in the taxonomic classification. In this case it is recommend to use various database in order to conduct research in plant taxonomy. Nowadays, there are many dataset that provide this kind of information such as International Plant Names Index (IPNI), World Flora Online, Catalogue of Life, GRIN-Global Taxonomy etc. One of the goals of these taxonomic database is to provide easy access to various relevant resources, which are indispensable for taxonomic research and conservation activities of plant genetic resources. In this paper, the areas of plant genetic resources conservation and use where taxonomic issues have a significant impact are discussed.

Keywords: plant genetic resources, conservation, database, taxonomy, genebank.

Intoducere

Toate aspectele cercetării biodiversității, de la taxonomie la conservare, se bazează pe date asociate cu denumirea speciilor. Taxonomia și conservarea speciilor sunt adesea presupuse a fi activități complet interdependente. Cu toate acestea, lipsa de informații de ordin taxonomic și confuzia cu privire la locul în care ar trebui stabilite limitele pentru „specii”, ambele cauzează probleme pentru specialiștii în domeniul conservării biodiversității. Nu există o soluție simplă deoarece listele de specii utilizate pentru planificarea conservării (de exemplu, specii amenințate, estimări ale numărului speciilor, specii acoperite de legislație) sunt adesea folosite pentru a determina care unități ar trebui să fie în centrul acțiunilor de conservare; asta în ciuda faptului că cele două procese au scopuri și nevoi de informare diferite. Conservarea speciilor necesită două tipuri de soluții taxonomice: (i) un set de reguli practice pentru standardizarea unităților de specii incluse pe liste; și (ii) aplicarea măsurilor de planificare a conservării speciilor pentru restaurarea lor. Soluționarea acestui deziderat necesită o colaborare cât mai strânsă între specialiștii din domeniul taxonomiei și conservării biodiversității [7, p.11].

Nomenclatura binominală este esențială pentru standardizarea denumirilor organismelor vii, fiind completată de denumirile populare bazate pe aspect și relevanță culturală. Odată cu creșterea vastă a speciilor descrise în mod oficial de pe vremea lui *Linnaeus*, o provocare cheie a fost urmărirea schimbărilor în conceptul de taxon care delimitează un taxon, reprezentat de denumirile acceptate și sinonimele acestora, precum și de nomenclatura științifică. Fiecare dintre aceste elemente – taxon sau concept de specie, denumire acceptată și sinonim(e) – poate fi supus revizuirii, datorită noilor dovezi științifice. Acceptarea revizuirilor taxonomice este un proces științific bazat pe date obiective, dar și pe o varietate de practici și norme culturale.

Actualmente, denumirile de plante sunt reglementate prin documente internaţionale, ca exemplu Codul Internaţional de nomenclatură botanică (The Melbourne International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants), care prevede 6 principii, a fost primit la al 18-lea Congres Internaţional de Botanică de la Melbourne, Australia, în iulie 2011 și este un document

care se revizuieşte periodic; Codul Internaţional al Plantelor Cultivate (The International Code of Nomenclature for Cultivated Plants, numit şi Codul Plantelor Cultivate (the Cultivated Code), publicat în 1953 şi ulterior revizuit în mod periodic. Prin intermediul Codului Plantelor Cultivate a fost introdusă sintagma de cultivar. Fiind de origine engleză, această noțiune este utilizată în literatura de specialitate ca sinonim al termenului soi. Printre alte surse privind folosirea şi scrierea numelor de plante pot fi menționate The Royal Horticultural Society, Botany Advisory Services, PLANT NAMES, Flora Europaea etc.

Odată cu dezvoltarea tehnologiilor informaționale, o multitudine de baze de date privind taxonomia speciilor de plante au fost dezvoltate. În aceste baze de date sunt stocate nu numai informații taxonomice, dar și alte informații, cum ar fi date de distribuție (spațiale) și date ecologice, care oferă informații despre biodiversitatea unei anumite zone sau a unui grup de organisme vii. Ele pot stoca informații la nivel de specie, specimen, etc. Unele baze de date axate pe specii încearcă să compileze date cuprinzătoare despre anumite specii, în timp ce altele se concentrează pe anumite aspect legate de specii, cum ar fi listele de verificare ale speciilor dintr-o anumită zonă (FEOW) sau starea de conservare a speciilor (CITES sau Lista roșie IUCN). Majoritatea sunt disponibile online [10, p.187].

Baza de date Catalog of Life oferă informații taxonomice despre specie, gen, familie, ordine, clasă și filum. De asemenea, oferă atât o interfață web pentru căutarea speciilor, cât și o listă de verificare anuală. La moment baza de date conține mai mult de 2,1 milioane de specii. Baza de date Encyclopedia of Life conține 1.999.030 de specii și include o hartă globală a faunei și florei și date privind schimbările la nivel de biodiversitate. Global Biodiversity Information Facility oferă acces deschis la date despre toate tipurile de viață de pe Pământ. Baza de date WFO Plant List este cea mai cuprinzătoare și autorizată listă de plante vasculare (plante cu flori, conifere, ferigi și aliații acestora) și briofite. Este menținută de comunitatea taxonomică globală ca o resursă gratuită și cu acces deschis. Lista de plante WFO oferă denumirea științifică acceptată pentru toți taxonii (familii, genuri, specii etc.), făcând legături cu toate sinonimele prin care acel taxon a fost cunoscut și poziția fiecăruia în clasificare. Indexul internațional al denumirilor de plante este o altă bază de date pentru speciile de plante vasculare, care actualmente conține date despre 1,433,000 de specii de plante.

Identificarea taxonomică actualizată și precisă a mostrelor din cadrul colecțiilor de germoplasmă vegetală conservate *ex situ*, constituie bază pentru diferite activități ce țin de gestionarea băncilor de gene, cum ar fi organizarea colecțiilor de germoplasmă și recuperarea mostrelor. Unitățile taxonomice, cum ar fi familia, genul și speciile, fac parte din sistemele de documentare ale băncilor de gene, ce permit de a găsi rapid informațiile necesare [9, p.133] . Este întotdeauna o practică bună de a include citarea autorului ca parte a sistemelor de documentare, inclusiv reviste/rapoarte, deoarece există cazuri când sunt indicate același denumiri botanice, dar propuse de diferiți autori. Este nevoie de un mecanism care să corecteze rapid identitatea taxonomică a germoplasmei, dacă mai târziu s-a dovedit a fi greșit identificată sau este necesar să se redesemneze cu noul nume de taxon. Ortografie corectă (inclusiv evitarea erorilor ortografice și terminația corectă denumirii) este o necesitate pentru intrarea în baza de date, în caz contrar, aceeași specie va fi introdusă de mai multe ori în baza de date. Cunoașterea sinonimelor și conștientizarea adecvată a schimbărilor în nomenclatură este o necesitate pentru documentarea corectă a colecțiilor de germoplasmă. Guzzon și Ardenghi (2018) au sugerat un proces peer-review taxonomică și nomenclaturală pentru a asigura autenticitatea taxonomică înainte de a face fiecare nouă aderare accesibilă diferitelor părți interesate.

În această lucrare este pusă în discuție importanța bazelor de date taxonomice în activitatea de conservare, în cadrul băncilor de gene, a resurselor genetice vegetale.

Materiale și metode

Întru realizarea unei activități eficiente în domeniul de documentare a resurselor genetice vegetale, în contextul datelor taxonomice, în lucrare sunt puse în evidență un sir de baze de date la

nivel internațional care vin în susținerea corectitudinii informației taxonomice incluse în baza de date ReGen, dezvoltată în cadrul Laboratorului de Resurse Genetice Vegetale a Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM. Astfel, accent a fost pus pe următoarele platforme on line: International Plant Names Index (IPNI), World Flora Online, Catalogue of Life, GRIN-Global Taxonomy.

Rezultate și discuții

Indicele internațional al denumirilor de plante (The International Plant Names Index (IPNI) - http://www.ipni.org/) a fost creat în 2000 fiind o inițiativă de colaborare a Grădinii Botanice Regale (Kew), Herbarul Universității Harvard și Herbarul Național Australian, găzduit de Grădina Botanică Regală. IPNI este o bază de date online cuprinzătoare a denumirilor științifice, precum și informații bibliografice despre plantele vasculare [5, p.318]. Actualmente IPNI este găzduită de Grădina Botanică Regală și este o resursă dinamică destinată utilizării de către toți membrii comunității științifice, ce include în prezent peste 1,6 milioane de înregistrări din Index Kewensis, Gray Index (inițial Gray Herbarium Card Index) și Australian Plant Names Index. Înregistrările suplimentare sunt adăugate periodic. IPNI este accesibil într-un format ce permite de a căuta informația necesară după denumirea plantei (familie, gen, specie), autor (nume, prenume, țară), publicație (titlu sau abreviere) sau date privind colectarea materialului vegetal Informația primită include numele științific complet și referințele la sursa primară pentru fiecare caz aparte. IPNI oferă link-uri către Biblioteca Patrimoniului Biodiversității, precum și link-uri către date taxonomice (sinonimie și distribuție în ecosistemele naturale) prin intermediul Plants of the World Online, ce reprezintă o bază de date online publicată de Royal Botanic Gardens, Kew, în 2017 și care ca scop principal să pună la dispoziție utilizatorilor date digitizate privind flora la nivel mondial, adunate în ultimii 250 de ani de explorare și cercetare botanică.

World Flora Online (www.worldfloraonline.org) este inițiativa internațională de atingere a Țintei 1 a Strategiei globale pentru conservarea plantelor [4, 13, p.130] și oferă o imagine de ansamblu asupra diversității speciilor de plante la nivel global. Acesta este un proiect al Convenției Organizației Națiunilor Unite privind diversitatea biologică, care are drept scop stoparea pierderii speciilor de plante la nivel mondial.. A fost lansat în 2012 de un grup inițial de patru instituții; Grădina Botanică din Missouri, Grădina Botanică din New York, Grădina Botanică Regală Edinburgh și Grădinile Botanice Regale, Kew și vizează informații online privind plantele descrise și cunoscute până în 2020. Este un instrument esențial pentru specialiștii din domeniul conservării biodiversității, factorii de decizie și practicienii de la toate nivelurile

Portalul public online World Flora a fost relansat în iulie 2022. Este constituit din date taxonomice a plantelor, fiind în conexiune cu Indicele internațional al denumirilor de plante (IPNI), Lista mondială de control a plantelor vasculare (World Checklist of Vascular Plants - WCVP) [6], Tropicos, Grupul IV Angiosperme[1], Grupul Pteridophyte [14, p.563] etc. WFO întrunește toate denumirile de plante care sunt în uz, găsite în literatura taxonomică, fiind incluse în Lista de Plante (WFO Plant List) și are ca scop integrarea lor într-un sistem modern de clasificare bazat pe filogenie [3, p.1314]. Actualmente WFO conține 1.572.598 de denumiri botanice, 377.216 specii acceptate, 1.536.146 de date cu conținut asociativ (56.355 imagini, 164.422 descrieri, 410.279 distribuții și 1.532.815 referințe) [19]

Portalul WFO este o sursă online disponibilă gratuit unde sunt concentrate date despre biodiversitate verificate științific de briofite, pteridofite, gimnosperme și angiosperme. Susținut de comunitatea taxonomică internațională, WFO oferă două resurse fundamentale de date critice pentru susținerea cercetării botanice, conservării plantelor și utilizării durabile a resurselor vegetale [3, p.1312]. Prima resursă este o listă de verificare și actualizare a tuturor speciilor de plante, după categoriile de taxoni (familii, genuri, subspecii etc.), ce reprezintă - coloana vertebrală taxonomică a WFO (Taxonomic Backbone). Taxonomic Backbone își propune să ofere cea mai actualizată sursă de denumire științifice de plante și sinonimele acestora: o clasificare consensuală a plantelor din

lume. Exhaustivitate (inclusiv toate denumirile publicate) și în special actualizarea și menținerea acestei baze de date este realizată de un grup de experți în taxonomie (TENs – Taxonomic Expert Networks), fapt ce conferă acestei surse unicitate, dinamism și vitalitate. Conținutul, celei de-a doua resursă, este o agregare gestionată a datelor floristice și monografice publicate cu descrieri, distribuții, imagini etc. legate de speciile de plante incluse în Taxonomic Backbone.

GRIN-Global Taxonomy (https://www.gbif.org/dataset/)

Această bază de date oferă date privind clasificarea și nomenclatura binară a plantelor vasculare. În GRIN-Global Taxonomy sunt incluse denumiri științifice pentru 27.666 de genuri (14.514 acceptate), și 122.164 specii cu denumirile botanice acceptate, nume acestora în limba vorbită, sinonimele, distribuția geografică, referințe în literatură și importanță economică (https://www.fao.org/). Standardele general recunoscute pentru abrevierea numelor autorilor și a literaturii botanice au fost adoptate în GRIN-Global. [15, p.454] Denumirile științifice sunt verificate, în conformitate cu regulile internaționale de nomenclatură botanică. Din 1994, datele taxonomice GRIN pot fi căutate pe Internet.

Catalogue of Life (www.catalogueoflife.org/) este cel mai cuprinzător și autorizat index global de specii disponibil în prezent. Acesta constă dintr-o singură listă de verificare integrată a speciilor, precum și structura lor taxonomică. Acest catalog a fost înființat în iunie 2001 având la bază Specia 2000 (2019) și Sistemul Informațional Taxonomic Integrat (2021; ITIS) [2, p.179]. Catalogul conține informații esențiale despre denumirile științifice, relațiile și distribuțiile a peste 1,8 milioane de specii. Această cifră continuă să crească pe măsură ce informațiile sunt compilate din diverse surse din întreaga lume.

Concluzii

Taxonomia este esențială pentru integrarea sa în cercetarea și managementul resurselor genetice vegetale. Într-o perioadă de schimbare rapidă a biodiversității și de creștere a volumului de date, este esențială o nouă viziune privind integrarea datelor taxonomice în procesul de conservare a resurselor genetice vegetale.

Referințe

1. A.P.G. The Angiosperm Phylogeny Group, M. W. Chase, M. J. M. Christenhusz, M. F. Fay, J. W. Byng, W. S. Judd, D. E. Soltis, D. J. Mabberley, A. N. Sennikov, P. S. Soltis, P. F. Stevens, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. In: *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016. 181 (1). p. 1-20. https://doi.org/10.1111/boj.12385.
2. Bisby Frank A., Ruggiero Michael. half a million species: the Species 2000 & ITIS Catalogue of LIFE and the GTI. In: CBD Technical Series No. 21. Success Stories in Implementation of the Programmes of Work on Dry and Sub-Humid Lands and the Global Taxonomy Initiative. Convention on Biological Diversity. Montreal, Technical Series no. 21, 189 p.
3. Borsch, Thomas Walter Berendsohn, Eduardo Dalcin et al. World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitiveand comprehensive global resource on the world's plants. In: *Taxon*, 2020, 69 (6), p. 1311–1341.
4. Convention on Biological Diversity [Decision] X/17: Consolidated update of the Global Strategy for Plant Conservation 2011–2020. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. URL: https://www.cbd.int/ decision/cop/?id=12283. 2010.
5. Croft, J., Cross, N., Hinchcliffe, S. et al. Plant names for the 21st century: the International Plant Names Index, a distributed data source of general accessibility. In: *Taxon*, 1999, 48: 317-324.
6. Govaerts R, Hartley H, Krieger J, Wrankmore E New Developments and Future Vision of the Nomenclatural Database IPNI and the Taxonomic Database WCVP. Biodiversity Information Science and Standards. 2022. 6: e91060. https://doi.org/10.3897/biss.

7. Hazekamp, T., Guarino, L. Taxonomy and the conservation and use of plant genetic resources. In: Proceedings of the Third International Symposium on the Taxonomy of Cultivated Plants, Edinburgh, UK, 20-26 July 1999: 11-17.
8. Hanelt P. Taxonomy as a tool for studying plant genetic resources. Kulturpflanze, 1988. 36: 169-187.
9. John K Joseph, K Pradheep, E Roshini Nayar. Plant Taxonomy and Biosystematics in PGR Collecting and Conservation. In: *Indian J. Plant Genet. Resour*. 2022. 35(3): 131–135 DOI 10.5958/0976-1926.2022.00055.9.
10. Hintum Theo van, Helmut Knüpffer. Current taxonomic composition of European genebank material documented in EURISCO. In: *Plant Genetic Resources*, 2010 August. 8(02):182 – 188. DOI:10.1017/S1479262110000158.
11. Kreide Stefanie, Markus Oppermann, Stephan Weise. Advancement of taxonomic searches in the European search catalogue for plant genetic resources. In: *Plant Genetic Resources*, Volume 17, Issue 6, December 2019, pp. 559 – 561 DOI: https://doi.org/10.1017/S1479262119000339
12. Miller C, Berendsohn W, Ulate W. The World Flora Online: Summary and Status. Biodiversity Information Science and Standards, 2022 . https://doi.org/10.3897/biss.6.93898
13. Wyse Jackson Report of the Second Conference and General Meeting of the Global Partnership for Plant Conservation. Ann. Missouri Bot. Gard P. 2013. 99 (2): 129-138.
14. Schüttpelz E, et al. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. In: *Journal of Systematics and Evolution* 54. 2016 (6): 563-603. https://doi.org/10.1111/jse.12229
15. Wiersema John H., León Blanca. The GRIN-Taxonomy Crop Wild Relative Inventory. In book: Enhancing Crop Genepool Use. Capturing Wild Relative and Landrace Diversity for Crop Improvement 2016, pp.453-457. Chapter: 42 Publisher: CAB InternationalEditors: N. Maxted, M. E. Dulloo, Bryan Ford-Lloyd.
16. URL: https://doi.org/10.3417/2012004
17. https://tropicos.org/home
18. https://www.fao.org/plant-treaty/tools/toolbox-for-sustainable-use/details/en/c/1416870/
19. https://www.worldfloraonline.org/

UDC: 633.112:631.527:575.22 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.72

VALORIFICAREA LINIILOR NOI DE GRÂU DURUM DE TOAMNĂ CA DONATORI DE CARACTERE VALOROASE

Rotari Silvia*, Gore Andrei, Leatamborg Svetlana
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
** E-mail: silvia.rotari@sti.usm.md*

Summary. In the result of researching after the qualitative characters (mass per 1000 grains, hectolitric mass, grain germination, percentage of glassy and the harvest of lines on $5m^2$ were selected 10 lines of winter durum wheat. All the studied lines showed themselves in different ways according to certain signs. The analysis of the morphological characters and the productivity of the ear, of the studied lines revealed a high variability of the number of stems, by the number of grains, their weight and mass per 1000 grains that offer us possibilities to select the genotypes of interest after these characters. As a result of studying the above-named characters, we selected a new initial material, which was used in intraspecific hybridization in order to create a new material with high productivity and resistance to environmental factors.

Keywords: breeding, durum winter wheat, lines, variety, quality, productivity, characters, genotype

Introducere

Una din problemele de bază în dezvoltarea agriculturii contemporane este creșterea producției de cereale. Una din culturile cerealiere din Republica Moldova este grâul durum de toamnă. Actualmente grâul durum pentru producţia comercială şi consumul uman este a doua specie de *Triticum* ca importanţă după grâul comun. Grâul durum de toamnă întrunind în mod reuşit caractere şi însuşiri atât de la o specie cât şi de la alta (grâu comun şi grâu durum de toamnă) s-a impus ca o cultură valoroasă ce se evidenţiază în mod deosebit prin însuşiri de calitate. Având boabe cu o sticlozitate înaltă, cu un conţinut sporit de proteină şi gluten este de neînlocuit în industria de paste făinoase. Paralel cu particularităţile pozitive posedă şi calităţi negative: este mai exigent la condiţiile de cultivare, gradul de înfrăţire e mai mic, rezistenţa la iernare este mai joasă şi productivitatea e inferioară grâului comun de toamnă [1, 4]. În Moldova această cultură este cultivată pe suprafeţe mici deoarece există pericolul înghețului. De aceea pe parcursul iernii se observă peirea plantelor acestei culturi, ceea ce duce la un grad înalt de rărire a semănăturilor. Prin urmare una din principalele probleme a amelioratorilor acestei culturi este crearea formelor şi soiurilor noi de grâu dur de toamnă cu o rezistenţă înaltă la iernare. În urma marilor perturbații climaterice pe care le trăim în Republica Moldova, în ultimii ani fenomenul de secetă s-a accentuat dramatic. Avem parte de secete succesive, ceea ce nu s-a consemnat niciodată, nici în datele meteo înregistrate, nici măcar în cronicile vremii. În legătură cu schimbările de climă e necesar de creat noi linii de grâu durum cu o rezistență sporită la arșiță și secetă. [8]. Sporirea productivităţii grâului durum de toamnă este cea mai importantă sarcină ale ştiinţei şi practicii agricole. Roada este determinată de genotip şi de condiţiile mediului înconjurător. Din cele relatate vedem că este necesar de a crea soiuri noi cu un nivel înalt de productivitate şi cu o rezistenţă sporită la factorii extremali [5, 6, 7]. Riscul securității alimentare a populației în ultimii ani s-a acutizat la nivel global. Cauzele principale ale acestui fenomen sunt dezechilibrele de mediu tot mai severe și frecvente, inclusiv în Republica Moldova, și restrângerea bazei genetice a soiurilor nou create, ceea ce mărește vulnerabilitatea acestora la factori biotici și abiotici nefavorabili. În Republica Moldova grâul durum de toamnă se obține și se cercetează doar în prezenta echipei de cercetare de la

instituția dată, ulterior șase soiuri de grâu durum au fost omologate de Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante a R.M.

Scopul cercetărilor preconizate constă în identificarea unor noi genitorilor de grău durum de toamnă și valorificarea lor în extinderea bazei genetice a caracterelor de interes practic.

Materiale şi metode

Experienţele au fost amplasate pe câmpurile Institutului de Genetică Fiziologie şi Protecție a Plantelor pe ogor negru. Am utilizat metoda tradiţională de creare şi îmbunătăţire a formelor noi de grâu durum de toamnă - hibridarea intraspecifică. Ca material de cercetare, au fost utilizate soiurile şi formele de triticum durum create de noi, care sunt rezistente la secetă și temperaturi inalte. Au fost studiate liniile noi din câmpul de control după caracterele economic valoroase. Ca soi martor a fost utilizat soiul Sofidurum. Suprafaţa parcelelor în câmpul de control a fost de 5 m^2 și de concurs 10 m^2 in trei repetări. Recolta în câmpul de control și concurs a fost recoltată cu combina SAMPO. Evaluările fenologice, determinarea rezistenţei la iernare, la secetă, boli şi a productivităţii sau efectuat conform metodelor de testare a soiurilor la Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante a Republicii Moldova. A fost determinată capacitatea de germinare a boabelor, procentul de steclozitate, masa la 1000 boabe și masa hectolictrică la 10 linii de grâu durum de toamnă. Aceste genotipuri au fost selectate din câmpul de control după particularitățile biologice și indicii agronomici și au fost utilizați ca genitori de caractere valoroase în crearea a 10 hibrizi reciproci noi de grâu durum. Am efectuat experiențe de laborator, a fost necesar de veselă în care am semănat boabele bine selectate a 10 linii de grâu durum în trei repetări și a câte 40 boabe. Au fost monitorizate după umiditate și au fost udate de 2 ori timp de 6 zile-perioada de efectuare a experienței la o temperatură de 22^{o}C. Am efectuat prelucrarea statistică a datelor obținute prin programul Excel. Experiențile au fost efectuate în perioada anilor 2023-24.

Rezultate și discuții

Unul din indicii de calitate la grăul durum de toamnă este masa la 1000 boabe. La evaluarea randamentului făinei de grâu durum de toamnă se acordă o mare importanță mărimii boabelor, umplerea lor și uniformitatea. Cu cât sunt mai mari indici acestui caracter cu atât este mai mare și procentul de făină extrasă. Randamentul maximal al făinii dau soiurile cu bob măşcat de formă rotundă – ovală. După cum vedem din graficul 1 toate soiurile selectate pentru hibridări, au masa la 1000 boabe superioară soiului martor. Cele mai măşcate boabe s-au depistat la liniile C 9, C 16, C 34, C 23, C 25 și C 33.

Alt caracter care caracterizează randamentul făinii este masa hectolictrică a boabelor. Cu cât boabele sunt mai măşcate cu atât masa hectolictrică este mai mare. Din diagrama 2 vedem că numai 3 forme au avut o masa hectolictrică diminuată soiului martor (781g/l) restul au depăşit și sau evidențiat liniile C 34 (843g/l), C 25 (823g/l), C 16 (820g/l) si al.

Sticlozitatea boabelor se caracterizează prin rezistența lor la deformare. Acest caracter se utilizează la clasificarea soiurilor. Din cerialile din grupa întâia cel mai mare procent de sticlozitate îi revine grâului durum deaceea pentru extracția făinii avem nevoie de mori puternice. Din categoria grânelor cu bob tare se extrage făină cu un procent mai mare de amidon cu granule deteriorate, care influințează la mărirea capacității hidratării aluatului și în final de a obține macaroane și crupe de înaltă calitate. Din diagrama 3 se vede că cel mai înalt procent de calitate după indicii de sticlozitate sunt caracteristice pentru genotipurile C 9, C 33 și C 35. Soiul martor este printre cele mai bune soiuri după procentul de sticlozitate.

După procentul de germinare a boabelor se deosebesc liniile C 23 și 35, care au înregistrat un procent înalt egal cu 100% (fig. 4).

Productivitatea este indicele cel mai important, la orice plantă agricolă și pentru sporirea acestui indice este necesară utilizarea tuturor căilor posibile, care contribue la majorarea recoltei.

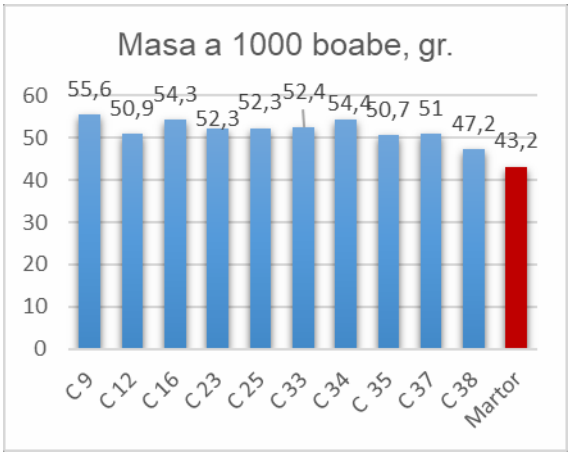


Figura 1. Masa la 1000 boabe a liniilor din câmpul de control

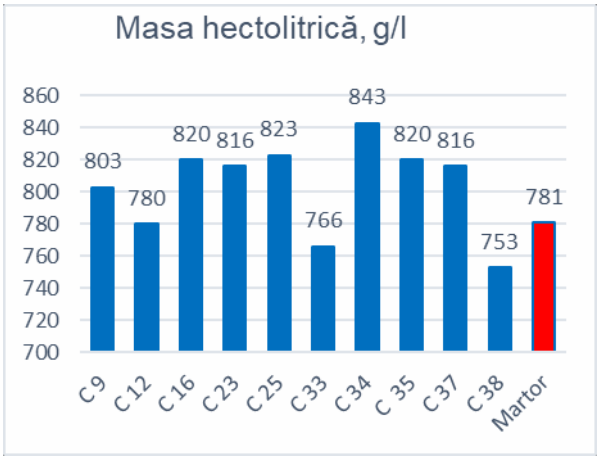


Figura 2. Masa hectolictrică a liniilor din câmpul de control

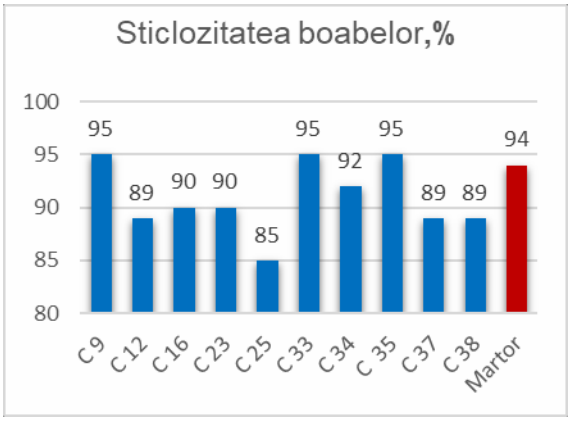


Figura 3. Procentul de sticlozitate a boabelor linilor din câmpul de control

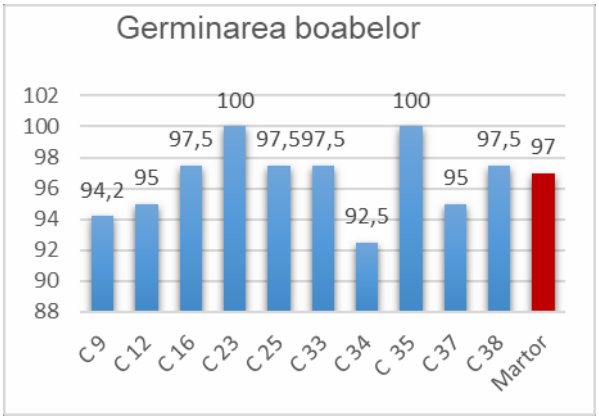


Figura 4. Procentul de germinare a boabelor liniilor de control

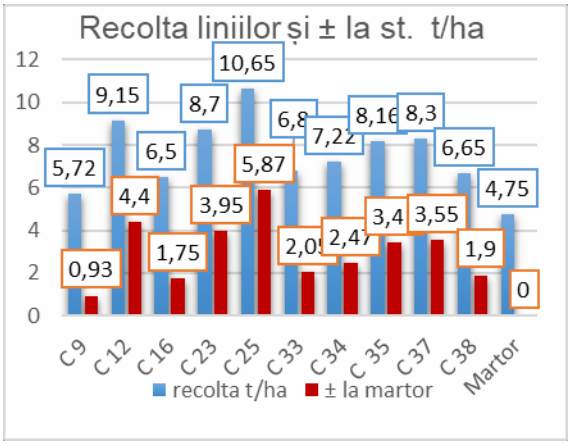


Figura 5. Productivitatea liniilor din câmpul de control și ± la martor (t/ha)



Figura 6. Liniile din câmpul de control

După cum vedem din figura 5 roada a fost foarte înaltă în comparație cu alți ani și a variat în limite largi, de la 6,5 și până la 10,65 t/ha pe când soiul martor a înregistrat o roadă de 4,75 t/ha. Si cele mai bune au fost liniile, care au avut o productivitate (C 25 -10,65 t/ha), (C 12 - 9,15 t/ha) și altele, care au depășit soiul martor cu 4,4 și 5,7 t/ha).

Tabelul 1

Analiza biometrică a plantelor liniilor de grâu durum de toamnă, utilizate în hibridări

№	Linii	Talia plantei, cm	Coef. de V(%)	Nr de frati	Coef. de V(%)	L-mea sp-lui (cm)	Coef. de V(%)	Nr de spiculete p/spic	Coef. de V (%)
1	C-9	93,1±1,6	5,6	3,2±0,4	38,4	6,9±0,2	10,6	22,6±1,1	15,8
2	C 12	91,3±1,8	6,2	3,8±0,4	32,3	7,7±0.3	6,6	19,4±1,0	16,1
3	C 16	84,1±0,9	3,6	4,1±0,3	24,2	6,9±0,2	8,2	20,5±0,5	7,7
4	C 23	88,5±1,1	4,0	3,7±0,3	28,6	7,1±0,3	14,5	19,8±0,6	9,2
5	C 25	96,5±1,5	5,2	4,1±0,4	33,4	7,23±0,2	6,7	19,5±0,5	8,8
6	C 33	97,3±1,4	4,4	4,2±0,3	24,6	7,9±0,2	9,0	20,4±0,6	8,7
7	C 34	93,1±1,2	4,2	3,4±0,5	42,1	7,4±0,2	7,2	19,2±0,7	10,1
8	C 35	95,1±1,9	6,3	3,8±0,2	20,8	6,7±0,2	8,33	18,2±0,4	7,2
9	C 36	93,1±1,2	5,6	3,2±0,4	38,4	6,9±0,2	10,6	21,1±0,6	8,5
10	C37	96,8±1,3	4,1	3,4±0,3	31,6	7,1±0,1	6,2	18,9±0,5	8,8
11	Martor	88,8±1,4	5,0	4,1±0,2	18,0	7,1±0,2	8,9	19,3±0,3	4,9

Am efectuat analiza biometrică a plantelor după talia lor, numărul de frați fertili, lungimea spicului principal și numărul de spiculețe per spic. Unul din caracterele de bază a soiurilor de grâu durum este înălțimea plantelor deoarece pătulirea plantelor depinde de înălțimea lor. Plantele cu talia înaltă au o șansă înaltă de a poligni și prin urmare vom avea pierderi mari la recoltare. De aceea în rezultatul aprecierii materialului inițial după înălțime selectăm linii cu înălțime mică și medie. După cum vedem din tabelul 1, toate formele selectate au o talie medie. Toate aceste linii au o rezistență foarte bună la cădere, pe cînd cele înalte sau pătulit.

În cercetările genetico ameliorative a grâului durum de toamnă o importanță mare se acordă variabilității caracterelor, determinată nu doar de genotip, dar și de condițiile de mediu. Gradul de variabilitate a caracterelor relevă norma de reacție a genotipului în diferite condiții de mediu [1, 2, 3]. Din rezultatele eavaluării variabilității fenotipice după talia plantelor constatăm că acest parametru a manifestat o variabilitate joasă la toate liniile și variază în limitele de 3,6 și 6,3%.

După numărul de tulpini liniile studiate variază între 3,2 și 4,2. Cea mai înaltă înfrățire e caracteristică pentru liniile C 33, C 16 și C 25. Prin urmare ne dă de înțeles că aceste linii vor avea un număr mai mare de boabe per plantă, de aici rezultă că aceste genotipuri vor fi mai productive (tab.1). La formele analizate coeficientul de variație după cum vedem variază în limitele de 18,0 și 42,1%, ceea ce denotă o variabilitate înaltă a acestui caracter. Cea mai mare variabilitate se relevă la linia C 34.

Lungimea spicului la formele noi variază între 6,7 și 7,9 cm. Cea mai mare lungime a spicului o are linia C 33. Coeficientul de variabilitate variază între 6,2 și 14,5% si are o valoare

mică în afară de llinia C 23. De lungimea spicului depinde numărul de spiculețe. Dacă spicul are o lungime mai mare și numărul de spiculețe per spic este mai mare.

Numărul de spiculețe per spic variază în limitele de 18,2-22,6. Cel mai mare coificient de variabilitate se relevă la liniile C 9 și C 12, iar restul liniilor au un procent de variabilitate mic.

Constatăm, că variabilitatea fenotipică este mică sau medie, după talia plantelor lungimea spicului și numărul de spiculețe, ceea ce denotă că aceste caractete au fost influențate de condițiile de mediu. Analiza caracterelor morfologice ale liniilor studiate a evidențiat o variabiliitate înaltă în ceea ce privește numărul de frați ce ne oferă posibilități de selectare a genotipurilor după acest caracter.

Tabelul 2

Procentul de variabilitate a caracterelor, ce caracterizează productivitatea spicului

№	genotipul	N-ul de boabe p/spic	Coef. de V(%)	Masa b-lor p/spic, g	Coef. de V(%)	Masa a 1000b.,g	Coef. de V(%)
1	C 9	38,6±2,4	19,4	1,9±0,1	24,3	61,5±4,7	24,3
2	C 12	42,5±2,6	19,0	2,0±0,2	24,3	47,1±8,8	19,9
3	C16	42,9±1,6	12,1	2,3±0,1	19,6	52,7±2,3	13,5
4	C 23	35,6±2,8	25,2	1,9±0,2	33,0	55,9±7,5	42,2
5	C 25	34,8±2,0	18,0	2,0±0,2	19,4	58,3±2,5	13,6
6	C 33	38,3±2,0	16,8	2,0±0,1	19,8	54,2±4,4	25,6
7	C 34	44,9±1,8	12,7	2,4±0,1	13,8	53,4±2,8	16,7
8	C 35	35,3±1,8	15,9	2,0±0,1	18,9	55,8±4,5	26,4
9	C 36	39,1±2,4	19,3	1,9±0,2	25,9	62,9±5,1	25,9
10	C 37	35,3±2,2	19,8	2,0±0,1	17,4	65,9±3,6	17,4
11	Martor	38,6±1,9	16,1	1,6±0,1	21,2	41,2±1,2	9,3

Productivitatea grâului durum de toamnă depinde de numărul de boabe per spic, greutatea lor și greutatea a 1000 boabe. Prioritatea grâului durum de toamnă se manifestă prin productivitatea mai înaltă comparativ cu formele de primăvară. Numărul de boabe per spic a prezentat valori în limitele 34,8 și 44,9 boabe, iar coeficientul de variabilitate între 12,7 și 19,8%, ceea ce denotă o variabilitate medie.

Pentru insușirele multiple ale bobului masa este unul din caracterele de bază, deoarece reprezintă valoarea economică a genotipului. Masa boabelor per spic a liniilor de grâu durum de toamna variază de la 1,9 până la 2,4 g și media coeficientului de variabilitate este de 19,0 % dar au și valori mai mari în comparație cu media cât și cu soiul martor, printre ele se numără liniile: C 9, C 12, C 23 și C 36. Prin urmare aceste linii au o variabilitate pronunțată a acestui caracter.

Masa la 1000 boabe variază în limitele de 41,2 și 65,9 g. și procentul de variabilitate între 9,3 și 42,2%. Cea mai mică masă la 1000 boabe e caracteristică pentru soiul martor, iar cea mai mare o reprezintă linia C 37. Constatăm că variabilitatea după caracterele spicului variază de la mijlocie până la înaltă. Analiza caracterelor morfologice și ale productivității spicului, a liniilor studiate a evidențiat o variabiliitate înaltă în ceea ce privește numărul de frați, numărul de boabe, greutatea lor și masa la 1000 boabe. Aceste linii ne oferă posibilități de selectare a genotipurilor după aceste caractere.

În rezultatul studierii după caracterele sus numite am selectat un material inițial nou, care a fost utilizat în hibridările intraspecifice cu scopul de a crea un nou material cu productivitate înaltă și rezistență la factorii de mediu. Au fost efectuate 10 hibridări reciproce între liniile studiate și am căpătat 1400 boabe hibride. Patru linii cele mai bune după productivitate și rezistența la iernare, secetă, cădere boli au fost selectate din câmpul de control și au fost studiate în câmpul de culturi comparative de concurs.

Concluzii

În rezultatul cercetării după caracterele calitative (masa la 1000 boabe, masa hectolictrică, germinarea boabelor, procentul de sticlozitate și recolta liniilor de pe $5m^2$, au fost selectate 10 linii de grâu durum de toamnă. Toate liniile studiate s-au arătat diferit față de anumite trăsături. De exemplu C 9, 16 și 34 sau manifesta după masa la 1000 boabe, după masa hectolictrică sau evidențiat liniile C 16, 24 și 34, după sticlozitate C 9, 33 și 35, după germinare C 25, 35 și 38, și după recoltă se evidențiază liniile C 12, 24, 23, 25, 34, și 37.

Analiza caracterelor morfologice și ale productivității spicului, a liniilor studiate a evidențiat o variabiliitate înaltă în ceea ce privește numărul de frați, numărul de boabe, greutatea lor și masa la 1000 boabe, ce ne oferă posibilități de selectare a genotipurilor după aceste caractere.

În rezultatul studierii după caracterele morfologice și a productivității spicului am selectat un material inițial nou, care a fost utilizat în hibridările intraspecifice cu scopul de a crea genotipuri noi cu productivitate înaltă și rezistență la factorii de mediu. Au fost efectuate 10 combinații hibride intraspecifice reciproce între liniile studiate și am căpătat 1400 boabe hibride. Patru linii cele mai bune după productivitate și rezistența la iernare, secetă, cădere boli au fost selectate din câmpul de control și au fost studiate în câmpul de culturi comparative de concurs.

Notă. Studiile au fost realizate în cadrul proiectului de cercetare *"Identificarea și valorificarea genitorilor valoroși de culturi agricole în crearea unei baze genetice autohtone de interes socio-economic",* cu cifrul 23.70105.5107.04.

Referințe

1. Black, M. H., Halmer, P., 2006 – enciclopedia semințelor: știință, tehnologie și utilizări. CABI Wallingford, Marea Britanie: 224.
2. Bonjean, A. P., William, J. A., 2001 – cartea Mondială a grâului: o istorie a creșterii grâului. Excelent resurse pentru creșterea plantelor din secolul 20. Andover: 1-1131.
3. Ionescu, N., Traşc1, F., Gheorghe, C., Popescu, D. M. Aspecte privind morfologia soiului de grâu de toamnă Ilinca comparativ cu soiul de grâu de primăvară. An. I.N.C.D.A. Fundulea, VOL. LXXXVII, 2019 Electronic ISSN 2067–775 Agrotehnica culturilorwww.incda-fundulea.ro
4. Lupaşcu, G., Gavzer, S., Cristea, N. Variabilitatea şi heritabilitatea caracterelor de productivitate la grâul comun. In: *Revista de Ştiinţă, Inovare, Cultură şi Artă „Akademos”*,2024,nr.1(72),p.36-42.ISSN 1857-0461. DOI: https://doi.org/10.52673/18570461.24.1-72.04
5. Rotari, S. Obţinerea şi studierea formelor noi de grâu durum de toamnă în Republica Moldova. În culegerea Agricultura durabilă în Republica Moldova: Provocări actuale şi perspective în culegeri de articole ştiinţifice. Bălţi, 2017, p. 188-192.
6. Rotari, S. Productivitatea şi calitatea boabelor de grâu durum de toamnă. În Mat. Conf. Inter. „Impactul realizărilor ştiinţifice asupra producţiei şi calităţii cerealelor spicoase”. Republica Moldova, Bălţi, 21 iunie 2013, p. 56-62.
7. Брайлко, А. А. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой твердой пшеницы в различных почвнно – климатических зонах Ставропольского края. В: втореф. канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2004, 23с.
8. Ермакова, Н.В. Особенности развития формирования урожая и качества зерна озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦРС. В: Афтореф. дисс. кандидата с.-х. Наук. Воронеж, 2009, 23с.
9. Щипак, Г.В. Селекция озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность. В: Вавиловский журнал генетики и селекции, т 16, №.2, 2012, с.144.

UDC: 635.9:582.288.4:632.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.73

FUSARIUM WILT RESISTANCE OF *Callistephus chinensis* L. (NEES) OF THE INTENSITY OF THE FLOWER COLORING

Rudnyk-Ivashchenko O.[1,*], *https://orcid.org/0000-0003-2724-9482*
Shevel L. [1], *http://orcid.org/0000-0002-2826-7511*
Schwartau V. [2], *https://orcid.org/0000-0001-7402-5559*
Mykhalska L. [2], *https://orcid.org/0000-0002-0677-5574*
[1]*Institute of Horticulture (NAAS of Ukraine) Kyiv, Ukraine*
[2]*Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
e-mail: Rudnik2015@ukr.net

Summary. The results of the study of the degree of damage to *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants by *Fusarium wilt* from the collection of the Institute of Horticulture, depending on the intensity of coloration of inflorescences and weather conditions, are given. The development of *Fusarium wilt* on different varieties in the conditions of the Kyiv region is shown. It was established that resistance to the disease is a genetically fixed feature of the variety, the degree of manifestation of which does not depend on the intensity of the color of the inflorescences. It was found that the degree of damage is influenced by weather conditions during the growing season of plants. Among 30 varieties with a pink color of inflorescences, the highest level of resistance was in 2023 - 83.3%, with white color - observed in 2021 - 6.7%. Varieties "Waldersee", "Laplata", "Pomponna", "Dwarf Royal" were resistant to *Fusarium wilt*.

Keywords: vegetation period, weather conditions, genetic dependence, damage degree.

Introduction

The *Fusarium wilt* resistance is connected with the intraspecific differentiation of the species concerning the ornamental crops colouration was pointed out by many researchers [1].
In the special scientific literature on the *Callistephus chinensis* (L.) Nees inflorescences colouration intensity dependence the authors note that the degree of the plants affection by *Fusarium wilt* depends on this intensity [2, 3].

For example, A.A. Gorai considers that varieties plants with white and pink inflorescences colouration are affected by *Fusarium wilt* more severely than those with dark inflorescences. According to the author's observations, the plants with the red inflorescences are more *Fusarium wilt* resistant, and those with white and violet are the least resistant [4].

Studying the *Callistephus chinensis* (L.) Nees collection for many years (102 cvs of different origin) in the conditions of the Kyiv region we did not note the described dependence. Therefore the task of our explorations was to determine the resistance level of the varieties with different inflorescence colouration intensity on the provocative background.

The purpose of our researches is to study the resistance degree of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees of the Institute of Horticulture collection to *Fusarium wilt* on the provocative background.

Materials and methods

The experiments to determine the dependence of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants resistance to *Fusarium wilt* on their inflorescences colouration were conducted for three years (2021-2023) in the experimental field of the Institute of Horticulture (NAAS). The objects were 74 strains.

The sowing plots area was 25 m^2 (5 × 5 m), repetition three fold. The accounting plants were all in each plot.

The variants in the repetitions were placed systematically, the repetitions in one or two strips. In the factorial experiments treatments were established in the form of split plots, as a rule, randomized.

The plants of the studied varieties were grown in two ways: seedling and seedling less (direct sowing into ground). Seeds were sown into the sheltered ground at the optimum terms (early March).

The assessment of the affection degree by *Fusarium wilt* was carried out in the plots under the conditions of artificial infection of every investigated genotype separately in accordance with the corresponding methodical recommendations [5, 6].

Results and discussion

The highest level of the affection of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants with the white inflorescences colouration was observed in 2021 - 6.7 %, while in the subsequent years (2022 and 2023) 15 cvs of the collections with such colouration displayed rather high level of the resistance to *Fusarium wilt* (table 1). Among 30 varieties of the experimental collection with the pink inflorescences colouration during three years of the investigations the high resistance level was fixed in 2021 - 83.3 %. This is the highest level for the explorations years among strains with different colouration intensity.

Table 1

Level of the affection of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees varieties plants with different inflorescences in coloration by *Fusarium wilt,* 2021-2023

Inflorescence colouration	Number of cvs	The degree of fusarium wilt, %								
		2021			2022			2023		
		strong	weak	not affected	strong	weak	not affected	strong	weak	not affected
White	15	6,7	53,3	40,0	0	40,0	60,0	0	53,3	46,7
Pink	30	6,7	26,7	66,6	3,3	20,0	76,7	3,3	13,3	83,3
Blue	11	0	45,5	54,5	0	36,4	63,6	9,1	36,4	54,5
Dark blue	15	13,3	13,3	73,3	13,3	53,3	33,3	6,7	40,0	53,3
Red	31	9,7	32,3	58,1	6,5	19,4	74,2	3,2	32,3	64,5

The highest level of the *Fusarium wilt* affection was displayed on the plants with blue and red inflorescences in all the research years although the percentage of the non affected plants with such coloration was high too.

The uncharacteristic disease resistance during the investigations years with blue inflorescences colouration. If 2021 and 2022 were favourable for growing healthy plants with such colouration (the high disease level was not displayed), in the most favourable for the growth and development of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants in 2023 the disease level with the described colouration achieved 9.1 %.

Thus studying the *Callistephus chinensis* (L.) Nees cultivars for three years did not detect to obvious the *Fusarium wilt* resistance between cvs with different colouration intensity. Most likely the disease resistance is a varietal genetically fixed trait, the degree of the display of which to a certain extent depends on the weather conditions of the growing season [7, 8].

Table 2 shows that the varieties with the similar white colouration (Teiza Star and Karpit White) within one variety - Edelweiss had different resistance degree: Teiza Star was resistant during all the investigation years whiles Karpit White was affected. Such trend was also observed among the strains with other, for instance, pink inflorescences colouration within the variety Khudozhnya. Its varieties: Umans'ka Svitlo Rozheva, Julia and Sonata Rozheva displayed a

medium *Fusarium wilt* resistance degree whilst 'Rozheve Chudo', 'Vesil'na', 'Yantarna' and 'Tsarivna' did high, cvs with the dark colouration of the same variety (Shokoladka, Syedaya Dama, Babushkin Sarafan) medium. Among the *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants with the characteristic dark inflorescences coloration the level of the *Fusarium wilt* affection was different as well. For example the variety 'Rubinovyye Zvyozdy' plants with the red inflorescences colouration period during the explorations period displayed the medium *Fusarium wilt* resistance whereas the strain Yeva plants that belong to the same variety Unicum appeared high resistant.

Table 2

Characteristics of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees cvs collection plants concerning the affection by *Fusarium wilt*, 2021–2023

Variety	Origin	Inflorescences colouration	*Fusarium wilt* resistance
Variety – Waldersee			
Amethyst	IH*	Dark Violet	Resistant
Serenada bila	Ukraine	White	Resistant
Serenada chervona	Ukraine	Red	Resistant
Variety – Edelweiss			
Edelweis	Western Europe**	Fiery -red	Resistant
Teiza Star	Germany	White	Resistant
CarpitWhite	USA	White	Not resistant
Variety – Laplata			
Laplata	Denmark	Silver-blue	Resistant
Snizhana	IH	White	Resistant
Variety – Pomponni			
Kirchwell	Western Europe	Red-purple	Resistant
Rita	Germany	Salmon pink	Resistant
Pompon Vellow	Western Europe	Lemon-yellow	Resistant
Variety – Princess			
Anyutochka	NBG NASU***	Soft cream-pink	Resistant
Prinzess Corinna	Germany	Whitish-yellow	Resistant
Serze France	France	Red	Resistant
Prinz	Western Europe	Red	Resistant
Pamina	Western Europe	Salmon - pink	Resistant
Bukett Crimson	Western Europe	Dark - red	Resistant
Angelina	IH	Dark-violet	Resistant
Prinzess Cristina	Western Europe	Lilac	Resistant
Anita	Germany	Pink	Resistant
Prinzess Cara	Western Europe	White	Resistant
Variety – Matador			
Matador	Germany	Yellow	Weak
Matador violett	Germany	Dark - blue	Weak
Variety – Chrysanthemum – like			
Goldschtral	Germany	Lemon-yellow	Medium
Nina	NBG NASU	Pink	Resistant
Samanta	IH	Lilac-pink	Resistant
Variety – Radio			
Florett	Germany	Crimson -red	Resistant
Variety – Unique			
Rubinovye Zvyozdy	IH	Ruby-red	Medium
Charme	Germany	Salmon - pink	Resistant
Yeva	NBG NASU	Pomegranate	Resistant

Variety – Khudozhnya			
Aelita	Uman’	Lemon-yellow	Resistant
Babushkin Sarafan	IH	Dark violet	Resistant
Veresen’	NBG NASU	Pink-lilak	Resistant
Golubyi Pavuchok	NBG NASU	Dark - blue	Resistant
Darunok Materi	Uman’	Soft- pink	Resistant
Zvyezda Polissya	IH	Creamy white	Medium
Carmen	IH	Dark red	Resistant
Lybid’	IH	Pale-blue	Resistant
Sophia	IH	Bright-violet	Resistant
Flamingo	IH	Yellow-lilak-pink	Resistant
Shokoladka	IH	Chocolate burgundy	Resistant
Leleka	NBG NASU	Snow-blue	Resistant
Natalka-Poltavka	Uman’	Carmine-red	Resistant
Nizhnist’	IH	Yellow- lilak-pink	Resistant
Lyudmyla	Uman’	Dark - crimson	Medium
Pavlina	IH	Raspberry	Resistant
Pamyat’	Uman’	Lemon-yellow	Medium
Polina	IH	Dark pink	Resistant
Sasha	IH	Silver-white	Resistant
Umans’ka Svitlo Rozheva	Uman’	Pale pink	Medium
Juliya	IH	Apricot-pink	Medium
Vesil’na	NBS NASU	Soft apricot	Resistant
Birma	Germany	Creamy white	Resistant
Sinderella	Germany	Violet	Resistant
Bile Chudo	IH	White	Resistant
Rozheve Chudo	IH	Pink	Resistant
Variety – Klyaksa			
Rosamunde	Germany	Bright-pink	Medium
Sonata	Uman’	Dark-pink	Medium
Raspberry gloss	NBG NASU	Bright crimson	Resistant
Oksamyt	IH	Dark-burgundy	Resistant
Krasunya	IH	Red	Resistant
Variety – Karlykovi			
Zwerg Aster Feur Kugtl	Germany	Fiery-red	Not resistant
Zwerg Aster Hellblau	Germany	Blue	Not resistant

* Institute of Horticulture ** Western Europe *** National Botanical Garden of NASU

The other varieties of the collection had the same tendency. The plants of their varieties had different or similar inflorescences colouration.

Thus, the researches results have shown that the inflorescences colouration intensity of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees does not influence the resistance of the plants to *Fusarium wilt*, but the damage degree depends considerably on the conditions. The dependence of the *Fusarium wilt* resistance of cvs of different origin has not been established.

Conclusions

The *Callistephus chinensis* (L.) Nees cvs did not display the obvious dependence of the *Fusarium wilt* resistance on the intensity of the coloration intensity. The varietal resistance to the disease is rather the hereditary genetically fixed trait, the extent of which some white depends on the weather conditions of the plants vegetation period. It is the varieties which belong to the varieties: ‘Waldersee’, ‘Laplata’, ‘Pomponna’ and ‘Karlykovi Korolivs’ki’ are *Fusarium wilt* resistant.

References

1. Alyeksyeieyva, N. M., Chernyak, V. M., & Lyevandovska, S. M. Asters. Biological peculiarities. Cultivation. Using. Cultivars. *Ternopil: Navchalna knyha – Bohdan.* 2008. P. 42-49.
2. Dhatt KK and Kumar Ramesh (2010). Effect of planting time and growth regulators on growth and seed quality parameters of Larkspur / Journal of Ornamental Horticulture 13(1). P. 50-54.
3. Grunert Ch. Gartenblumen von A bis Z. 2004. 6, Aufi. 608 S.
4. Gorai A.A. Introduction and selection of annual aster Callistephus chinensis (L.) Nees) in the National Botanical Garden named after M.M. Grishko National Academy of Sciences of Ukraine / A.A. Gorai // The role of botanical gardens in the preservation of plant diversity: materials of the jubilee international conference dedicated to the 100th anniversary of the Batumi Botanical Garden (Batumi, Georgia, May 8-10, 2013). Batumi, 2013, Part II. P. 269-270.
5. Shevchuk I.V., Hrynyk I.V., Kalenych F.S. Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases: recommendations. Kyiv, 2021. 185 p.
6. Trybel, S.O. & Strygun, O.O. (2009). Eco-friendly regulation of the number and development of harmful organisms in agroecosystems. Plant protection and quarantine. Kyiv: Kolobig, (55), 16-35.
7. Rudnyk-Ivashchenko, O. I. & Shevel', L. O. Genetic variability of quantitative traits of the *Callistephus chinensis* (L.) Nees. Plant Breeding and Seed Production. (2015). P. 129–137.
8. Yashovskyi, I. V., & Rudnyk, O. I. (2004). Features of inheritance and genetic characteristics clutch size and color of millet grains, and resistance to some races planting. *Scientific papers of Institute of Sugar Beet. 7. P.* 16–26.

UDC: 633.2:575.22:631.36(498) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.74

EVALUAREA PRODUCȚIEI ȘI CALITĂȚII SPECIEI *ALOPECURUS PRATENSIS* ÎN CONDIȚIILE SPECIFICE DEPRESIUNII BRAȘOVULUI

Tod Monica*, Bălan Mironela, Zevedei Paul, Andreoiu Andreea
Institutul de Cercetare – Dezvoltare pentru Pajişti Braşov, România
**e-mail: monica.tod@pajisti-grassland.ro*

Summary. The study was carried out based on the experience of a comparative culture, which is composed of 11 genotypes of *Alopecurus pratensis* and presents the production capacity and the quality of the fodder obtained under the specific conditions of the Braşov Depression in the year 2023. The results obtained showed that the production of dry matter of the species was obtained between 8.68 and 10.27 tons per hectare. The fodder quality of the species was good, having an average content of crude protein (CB) of 13.8%, in crude fiber (CF) of 32.6%, and digestibility coefficients (DMD, DOM) varied between 57.4 and 60.5%. Based on the results obtained, it can be concluded that the species *Alopecurus pratensis* in culture has a high potential, a minimum of three harvests can be made in an agricultural year, at first cut the highest production of dry matter is obtained, representing 45% of the total production, and depending on the phenophase of the vegetation at harvest, the fodder obtained can ensure a high quality.

Keywords: *Alopecurus pratensis,* genotype, production,, dry matter, quality.

Introducere

Productivitatea unei pajişti, atât cantitativ cât mai cu seamă calitativ, este expresia compoziției floristice care reprezintă indicatorul cel mai fidel. O pajişte are valoare furajeră ridicată, atâta timp cât în compoziția floristică sunt prezente o serie de plante valoroase (Burcea și colab., 2006).

Capacitatea de producție, fiind o însușire ereditară cantitativă specifică soiului, este puternic influențată de factori externi. Acest caracter este extrem de complex și este rezultanta ansamblului de procese vitale din organism, respectiv procesele de creștere și dezvoltare ale plantei. Controlul genetic al acestui caracter cantitativ este poligenic, un număr mare de gene fiind implicate în controlul complex al proceselor fiziologice și al componentelor morfologice care stau la baza producției, fiind dependent totodată, într-o mare măsură și de factorii de mediu (interacțiune genotip-mediu). Diferențierea genetică intraspecifică (genotipuri / ecotipuri / proveniență) ar putea oferi o șansă de adaptare la acest mediu în schimbare (Savatti și colab., 2004).

În scopul includerii în programul de ameliorare a speciei *Alopecurus pratensis,* evaluarea resurselor genetice privind însușirile morfofiziologice, valoarea furajeră, potențialul de fructificare, potențialul de producție, permite selectarea de genotipuri valoroase, care să constituie material inițial de ameliorare. Variabilitatea inter și intra populațională a germoplasmei, va asigura premisele reușitei în crearea de genotipuri cu însușiri valoroase, adaptabile schimbărilor climatice extreme.

Materiale și metode

Experiența înființată în primăvara anului 2022, este o cultură comparativă de orientare și concurs ce are în componență 11 genotipuri de *Alopecurus pratensis.*

Factori studiați:

Factor A reprezintă proveniențe de *Alopecurus pratensis* cu 11 graduări*:* a1=Alopex (martor); a2=Tardiv2020; a3=Intermediar2020; a4=Precoce2020; a5=Alfa-SR; a6=Keszthely-SR; a7=Brudzynski-SR; a8=PlauBinger-SR; a9=Stammb-SR; a10=Lithuania-SR; a11=Zuberska-SR;

Factor B coasele anului 2023 cu 3 graduări: b1=coasa 1, b2=coasa 2, b3=coasa 3.

Materialul biologic luat în studiu reprezintă proveniențe de la bănci de gene precum: GeneBank of IPK Gatersleben, Germania, RICP Gene Bank, Republica Cehă, dar și de la diverse entități agricole de cercetare precum: Lithuanian Institute of Agriculture, Oseva Pro Ltd., Republica Cehă.

Soiul Alopex este folosit ca martor. Pe lista elvețiană a soiurilor recomandate de plante furajere din 2003, Alopex este un soi care realizează producții bune de substanță uscată. Cu o pornire în vegetație intermediară-tardivă, prezintă o bună rezistență la boli și temperaturi scăzute (www.agroscope.admin.ch).

În ce privește condițiile climatice, anul agricol 2022-2023 (tabelul 1) a fost un an în care temperaturile și precipitațiile au fost oscilante, neeșalonate corespunzător, cu diferențe semnificative față de media multianuală.

Tabelul 1

Condițiile climatice ale anului agricol 2022-2023

Anul	*2022*			*2023*									*Total*
LUNA	**Oct.**	**Nov.**	**Dec.**	**Ian.**	**Feb.**	**Mar.**	**Apr.**	**Mai.**	**Iun.**	**Iul.**	**Aug.**	**Sep.**	
Temperatura medie anuală (°C)	10.8	4.8	1.7	2.8	0.0	5.4	7.0	13.4	17.3	20.4	20.7	17.1	10.12
Media 59 ani	**8.4**	**2.9**	**-1.7**	**-3.9**	**-1.8**	**3.3**	**8.5**	**13.2**	**16.0**	**17.0**	**17.2**	**13.5**	**7.80**
Abaterea	**2.4**	**1.9**	**3.4**	**6.7**	**1.8**	**2.1**	**-1.5**	**0.2**	**1.3**	**3.4**	**3.5**	**3.6**	**2.32**
Suma precipitațiilor (mm/m^2)	24.0	35.2	16.6	32.8	35.6	18.4	69.6	30.2	118.0	98.6	73.0	18.40	570.40
Media 59 ani	**50.0**	**33.4**	**37.9**	**34.7**	**29.6**	**38.5**	**59.0**	**88.5**	**124.8**	**107.2**	**86.9**	**62.70**	**753.20**
Abaterea	**-26.0**	**1.8**	**-21.3**	**-1.9**	**6.0**	**-20.1**	**10.6**	**-58.3**	**-6.8**	**-8.6**	**-13.9**	**-44.3**	**-182.80**

Temperaturile medii lunare au fost mai mari în perioada de iarnă, cu aproximativ 1,8-3,4 ^{0}C față de media multianuală. Cu o desprimăvărare târzie, luna aprilie a fost cu 1,5 ^{0}C mai răcoroasă față de media multianuală, influențând pornirea în vegetație a plantelor. În lunile de vară, temperaturile înregistrate au avut valori cu abateri de 1,3^{0}C în luna iunie, de 3,4^{0}C luna iulie și 3,5^{0}C luna august față de media multianuală, influențând regenerarea plantelor după coase.

Precipitațiile au înregistrat abateri negative în cea mai mare parte a anului agricol 2022-2023, comparativ cu media multianuală. Abateri importante în cadrul regimului precipitațiilor s-au înregistrat în majoritatea lunilor, excepție lunile noiembrie, februarie și aprilie. Un deficit înregistrat în luna mai de 58,3 mm/m^2 , apoi urmat de o vară secetoasă, a avut influență în ceea ce privește producția de masă verde și numărul de coase din acest an agricol.

În decursul anului 2023 s-au realizat 3 coase de producție, prima coasă a fost efectuată în data de 25 mai, a doua în 13 iulie, iar a treia în 5 septembrie, la care s-a calculat producția de substanță uscată și calitatea furajului obținut.

Determinarea conținutului în substanță uscată a furajului a fost realizată cu ajutorul metodei gravimetrice și s-a realizat urmând protocolul de lucru, utilizând balanța analitică Kern ABJ 220-4M și etuva cu convecție Memmert UFB500.

Pentru determinarea în prealabil a producției de substanță uscată probele de furaje prelevate au fost uscate în aer liber, apoi în etuva cu ventilare activă reglată la 60 ^{0}C până la greutatea constantă,. Probele uscate au fost măcinate cu ajutorul unei mori de laborator Grindomix, de tip GM200.

Evaluarea valorii nutritive s-a realizat aplicând metoda spectrofotometriei infraroșu apropiat cu utilizarea echipamentului tehnic PERTEN DA 7200 din cadrul Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Pajiști Brașov, cu metode standardizate.

Rezultate și discuții

Producția de substanță uscată (SU t/ha). Analizând producția coasele din anul 2023 prezentată în tabelul 5, rezultă că proveniența are o acțiune nesemnificativă, între variantele experienței nu există diferențe asigurate statistic.

Tabelul 2

Influența provenienței asupra producției de substanță uscată (SU) în anul 2023 (t/ha)

Nr. Crt.	Proveniența	SU [t/ha]	%	Diferența [t/ha]	Semnificația
1	**Alopex (martor)**	**10.12^{A}**	**100**	**martor**	
2	Ap-Tardiv2020	9.27^{A}	91.6	-0.85	ns
3	Ap-Intermediar2020	9.98^{A}	98.7	-0.13	ns
4	Ap-Precoce2020	9.65^{A}	95.4	-0.47	ns
5	Alfa-SR	10.27^{A}	101.5	0.15	ns
6	Keszthely-SR	8.96^{A}	88.5	-1.16	ns
7	Brudzynski -SR	9.53^{A}	94.2	-0.59	ns
8	PlauBinger-SR	9.34^{A}	92.4	-0.77	ns
9	Stammb-SR	8.68^{A}	85.8	-1.43	ns
10	Lithuania-SR	8.79^{A}	86.9	-1.33	ns
11	Zuberska-SR	10.04^{A}	99.2	-0.08	ns
DL 5% = 1.656 t/ha DL 1% = 2.226 t/ha DL 0.1% = 2.939 t/ha					

Varianta Alfa-SR cu 10,27 t/ha a obținut cea mai mare producție la coasele din anul 2023 având un spor de producție de 1,5% peste varianta martor – Alopex (10,12 t/ha).

Variantele cu cele mai mici sporuri de producție sunt înregistrate la Stammb-SR (8,68 t/ha) și Lithuania-SR (8,79 t/ha).

Rezultatele obținute și prezentate în tabelul 3 unde se prezintă influența coasei s-au obținut sporuri de producție foarte semnificative, la coasa1 și coasa 2 și semnificative la coasa 3.

Tabelul 3

Influența coasei asupra producție medii de substanță uscată (SU) în anul 2023

Coase 2023	SU [t/ha]	%	Diferența [t/ha]	Semnificația
Coasa 1	4.60^{A}	145	1.43	***
Coasa 2	2.07^{C}	65	-1.10	000
Coasa 3	2.84^{B}	90	-0.33	0
media	**3.17**	**100**	**martor**	
DL 5% = 0.254 t/ha; DL 1% = 0.336 t/ha; DL 0.1% = 0.435 t/ha				

Sporul de producție de 45% al coasei 1 față de martor (media experienței) este foarte semnificativ pozitiv, iar diferența obținută este de 1.43 t/ha.

Sporul la coasa 2 este foarte semnificativ negativ, producția este sub media experienței, cu o diferența de 1.10 t/ha.

Sporul la coasa 3 este semnificativ negativ, producția este sub media experienței, cu o diferența de 0.33 t/ha.

Cea mai mică valoare a producției de SU în jur de 2.07 t/ha s-a obținut la coasa 2, valoare se deosebește semnificativ de coasa 3 și coasa 1, fiecare coasă face parte din clase de omogenitate diferite.

Analizând influența celor doi factori și interacțiunea lor, putem spune că proveniența contribuie la realizarea producției de substanță uscată cu 2,1%, factorul coasa contribuie cu 76.7% și interacțiunea dintre cele două cu 2.7% (figura 1).

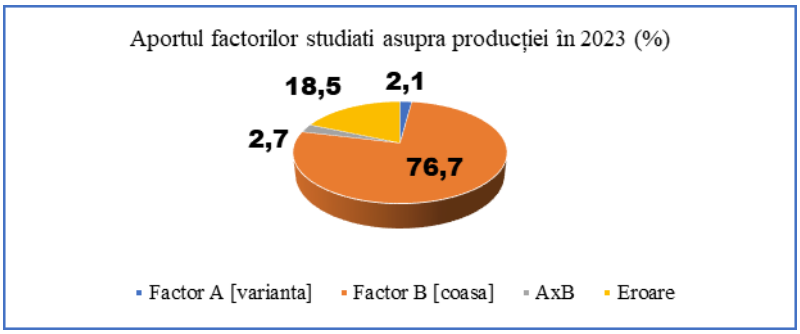


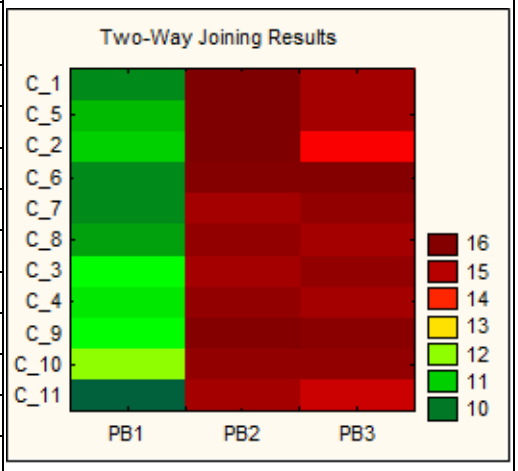
Figura 1. Aportul factorilor asupra producției în 2023

Calitatea furajului obținut în anul 2023. Conținutul mediu de **proteină brută (PB)** (tabelul 4) a avut valori cuprinse între 10,7% și 15,6%. La coasa 1 a avut valori mai mici față de valorile optime pentru gramineele perene de pajiști (14-20) și a fost cuprins între 9,5% la Zuberska-SR și 12% la Lithuania-SR. La coasa 2, conținutul mediu în proteină brută, a înregistrat valorile cele mai mari în anul 2023, cuprinse între 15,1% la variantele Ap-Intermediar2020, Brudzynski-SR și 16,3% la varianta Ap-Tardiv2020. La coasa 3, conținutul mediu în proteină brută are valori apropiate de cele înregistrate la coasa 2 și s-a situat între 14,2% (Ap-Tardiv2020) și 15,8 % (Keszthely-SR).

Tabelul 4

Conținutul de proteină brută (%) la provenințe de *Alopecurus pratensis* în anul 2023

Nr. Crt.	Proveniența	Proteina brută (%) Valori optime 14-20			
		Coasa 1	*Coasa 2*	*Coasa 3*	**Media coaselor**
1	Alopex (martor)	10.1	16.2	15.2	**13.8**
2	Ap-Tardiv2020	10.8	**16.3**	**14.2**	**13.8**
3	Ap-Intermediar2020	11.3	**15.1**	15.4	**13.9**
4	Ap-Precoce2020	11.1	15.4	15.1	**13.9**
5	Alfa-SR	10.6	16.1	15.1	**13.9**
6	Keszthely-SR	10.0	15.8	**15.8**	**13.9**
7	Brudzynski -SR	10.2	**15.1**	15.3	**13.5**
8	PlauBinger-SR	10.4	15.4	15.3	**13.7**
9	Stammb-SR	11.4	15.9	15.6	**14.3**
10	Lithuania-SR	**12.0**	15.5	15.5	**14.3**
11	Zuberska-SR	**9.5**	15.3	14.7	**13.1**
MEDIA		**10.7**	**15.6**	**15.2**	**13.8**



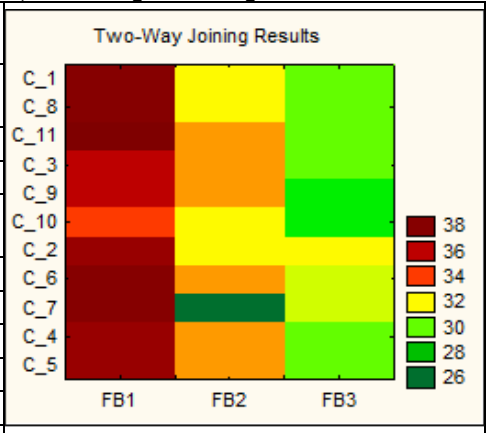
Dendograma PB [coasa 1, coasa 2 si coasa 3]

Conținutul în **fibră brută (FP)** (tabelul 5) are valori medii situate între 29,8% și 36.6% la coasele obținute în anul 2023. La coasa 1 s-au înregistrat cele mai mari valori, situate între 33,9% (Lithuania-SR) și 38,6% (Zuberska-SR). Coasa 2 cu valori cuprinse între 31,4% (Ap-Tardiv2020) și 33% (Ap-Precoce2020) are conținutul de fibră brută ușor mai mare față de coasa 3 care s-au situat între 28,9% (Stammb-SR) și 31,2% (Ap-Tardiv2020).

Tabelul 5

Conținutul în fibră brută(%) la proveniențe de *Alopecurus pratensis*

Nr. Crt.	Proveniența	Fibra brută (%) Valori optime 20-25			
		Coasa 1	*Coasa 2*	*Coasa 3*	**Media coaselor**
1	Alopex (martor)	37.6	31.6	30	**33**
2	Ap-Tardiv2020	36.8	**31.4**	**31.2**	**33.1**
3	Ap-Intermediar2020	35.2	32.4	29.4	**32.3**
4	Ap-Precoce2020	36.2	**33**	30	**33**
5	Alfa-SR	36.8	32.2	29.8	**32.9**
6	Keszthely-SR	37.2	32.7	30.7	**33.5**
7	Brudzynski -SR	37.2	32.1	30.5	**33.2**
8	PlauBinger-SR	37.4	31.7	29.5	**32.9**
9	Stammb-SR	35.5	32.4	**28.9**	**32.2**
10	Lithuania-SR	**33.9**	31.7	29	**31.5**
11	Zuberska-SR	**38.6**	32.1	29.4	**33.3**
MEDIA		36.6	31.5	29.8	32.6



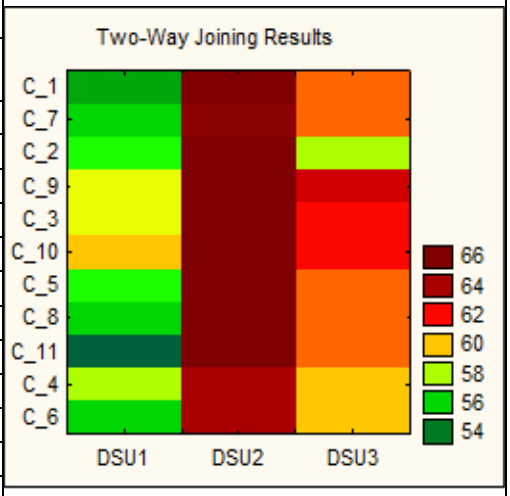
Dendograma FB [coasa 1, coasa 2 si coasa 3]

Coeficientul de **digestibilitate al substanței uscate (DSU)** (tabelul 6) are valori medii cuprinse între 56,3% și 65%. La coasa 1 cea mai mică valoarea este la varianta Zuberska-SR (52,9%), iar Lithuania-SR (59,8%) are cea mai mare valoare dintre variantele experienței. Coasa 2 are valori medii apropiate de cele optime (>65%), varianta Ap-Tardiv2020 cu 66% situându-se pe primul loc. La coasa 3 coeficientul DSU înregistrează o ușoară scădere având valori cuprinse între 57,7% (Ap-Tardiv2020) și 63% (Stammb-SR).

Tabelul 6

Digestibilitatea substanței uscate(%) la proveniențe de *Alopecurus pratensis*

Nr. Crt.	Proveniența	DSU Valori optime >65%			
		Coasa 1	Coasa 2	Coasa 3	**Media coaselor**
1	Alopex (martor)	54.2	65	60.2	**59.8**
2	Ap-Tardiv2020	56	**66**	**57.7**	**59.9**
3	Ap-Intermediar202	58.4	65.1	61.2	**61.5**
4	Ap-Precoce2020	57.1	63.7	59.7	**60.2**
5	Alfa-SR	56.2	65.6	60.7	**60.8**
6	Keszthely-SR	55.5	**63.2**	59	**59.2**
7	Brudzynski -SR	55.2	64.2	60	**59.8**
8	PlauBinger-SR	55.6	65.4	60.6	**60.5**
9	Stammb-SR	58.1	65.9	**63**	**62.3**
10	Lithuania-SR	**59.8**	65.2	61.2	**62.1**
11	Zuberska-SR	**52.9**	65.5	60.7	**59.7**
MEDIA		**56.3**	**65**	**60.4**	**60.5**



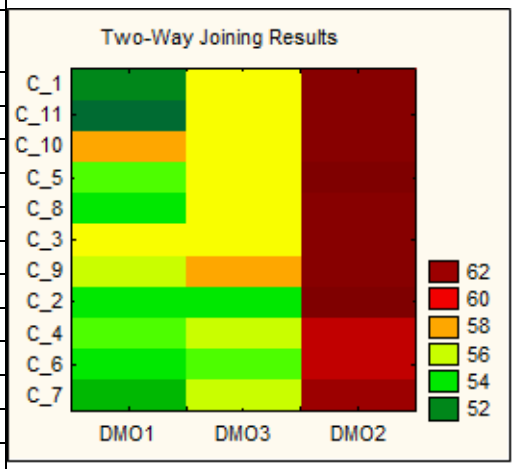
Dendograma DSU [coasa 1, coasa 2 si coasa 3]

Coeficientul **digestibilității materiei organice (DMO)** (tabelul 7), în anul 2023 a fost cuprins între 54% și 62,4%. La coasa 1 valorile sunt între 50,5% la varianta Zuberska-SR și 57,7% la varianta Lithuania-SR. Cu valori ușor mai mari la coasa 2 se evidențiază Ap-Tardiv2020 cu 63,7%, iar Keszthely-SR cu 60,7% se situează pe ultimul loc dintre variantele experienței. Coasa 3 cu valori cuprinse între 57,4% (Stammb-SR) și 53,1% (Ap-Tardiv2020) se apropie de rezultatele coasei 1.

Tabelul 7

Digestibilitatea materiei organice(%) la proveniențe de *Alopecurus pratensis*

Nr. Crt.	Proveniența	DMO Valori optime 67-70			
		Coasa 1	Coasa 2	Coasa 3	**Media coaselor**
1	Alopex (martor)	51.6	62.5	56.1	**56.7**
2	Ap-Tardiv2020	53.5	**63.7**	**53.1**	**56.8**
3	Ap-Intermediar2020	56.3	62.7	56.7	**58.5**
4	Ap-Precoce2020	54.9	60.9	55.4	**57.1**
5	Alfa-SR	54.2	63.5	56.3	**58**
6	Keszthely-SR	53.4	**60.7**	54.3	**56.1**
7	Brudzynski -SR	53	61.5	55.4	**56.6**
8	PlauBinger-SR	53.2	62.7	56.2	**57.3**
9	Stammb-SR	55.8	63	**57.4**	**58.7**
10	Lithuania-SR	**57.7**	62.5	56.7	**58.9**
11	Zuberska-SR	**50.5**	62.8	56.4	**56.6**
MEDIA		**54**	**62.4**	**55.8**	**57.4**



Dendograma DMO [coasa 1, coasa 3 si coasa 2]

Concluzii

Alopecurus pratensis în cultură pură poate realizat trei coase de producție într-un an agricol la fel ca alte specii de graminee perene de pajiștile coasa 1 se obține cea mai mare producție de substanță uscată și reprezintă 45% din producția totală.

Calitatea este mai bună la coasele 2 și 3, existând diferențe între genotipurile studiate.

În condițiile studiate, în anul 2023, varianta Alfa-SR cu 10,27 t/ha a obținut cea mai mare producției de substanță uscată peste varianta martor – Alopex (10,12 t/ha), iar varianta AP-Tardiv2020 înregistrează cele mai bune valori privind parametrii de calitate a furajului.

Având în vedere rezultate preliminare, considerăm ca specia prezintă potențial productiv și calitativ, iar genotipurile studiate pot fi introduse in programul de ameliorare in vedrerea constituirii de material inițial de ameliorare.

Referințe

1. Ardelean, M., R. Sestraş, 1996, Ameliorarea plantelor şi tehnică experimentală, partea a II-a, Tehnică experimentală, îndrumător de lucrări practice, Tipo Agronomia, Cluj-Napoca.
2. Burcea, P., Maruşca, T., Neagu, M., 2007, Pajiştile montane din Carpaţii României, Editura AmandA Edit, Braşov.
3. Burcea P., Gheorghiță R., Dincă N. 2006, Ghid pentru recunoașterea principalelor specii din flora pajiștilor montane, Ed. AmandA Edit.
4. Ciulca S. 2006, Metodologii de experimentare în agricultură şi biologie. Ed. Agroprint. Timişoara
5. Ciulca, S. 2002, Tehnică experimentală, Ed. Mirton, Timişoara.
6. Jităreanu G. 2006, Tehnică experimentală curs, U.S.A.M.V. „Ion Ionescu de la Brad”, Facultatea de Agricultură, Iaşi.
7. Sand Camelia. 2000, Fiziologia plantelor, curs, Editura Mira Design, Sibiu.
8. Sand Camelia. 2004, Biotehnologii vegetale, curs, Editura Alma-Mater, Sibiu.
9. Sava-Sand Camelia, 2015, Fiziologie vegetală, Editura Universitatii ”Lucian Blaga” din Sibiu.
10. Savatti M., Nedelea G., Ardelean M., 2004, Tratat de ameliorarea plantelor, Ed. Marineasa, Timişoara.
11. Savatti, M., M. Savatti Jr., L. Muntean, 2003, Ameliorarea plantelor – teorie şi practică, Ed. AcademicPres, Cluj-Napoca.

UDC: 581.4:636.085:631.36 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.75

EVALUAREA UNOR NOI SURSE DE GERMOPLASMĂ LA UNELE SPECII DE GRAMINEE PERENE DE PAJIȘTI IN VEDEREA INCLUDERII IN PROGRAMUL DE AMELIORARE

Tod Monica*, Bălan Mironela, Andreoiu Andreea, Zevedei Paul
Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pajişti Braşov, România
**e-mail: monica.tod@pajisti-grassland.ro*

Rezumat. Pentru înființarea prezentului sortiment s-au ales surse de germoplasmă din 16 specii de graminee și anume: *Festuca supina, Festuca gigantea, Phleum bertolonii, Phleum boehmeri, Cynosurus cristatus, Arrhenaterum elatius, Alopecurus pratensis, Trisetum flavescens, Holcus lanatus, Agrostis gigantea, Agropyron repens, Poa palustris, Poa compressa, Poa nemoralis, Poa pratensis* și *Lolium perenne*. Scopul final al acestor cercetări îl constituie particularizarea performanțelor: puterea de instalare, ritmul de creștere și dezvoltare, rezistența la iernare și ger, secetă, boli și dăunători, potențialul de producție de furaj, potențialul biologic de fructificare. La speciile care au pornit devreme în vegetație, s-au realizat 3 coase, cu producții de furaj repartizate echilibrat pe toată perioada de vegetație, constatându-se diferențe de producție în funcție de genotip, dar și de potențialul productiv al fiecărei specie. În ceea ce privește calitatea furajului, s-a constatat că între proteina brută și ceilalți componenti chimici există corelații astfel: pozitive cu cenușa, digestibilitatea substanței uscate si a materiei organice și corelatii negative cu componentele peretilor celulari (ADF, ADL, NDF). Rezultatele obținute privind producția de furaj și sămânță și calitatea furajului au evidențiat unele genotipuri cu potențial în vederea folosirii lor în programele de ameliorare la speciile: *Agrostis gigantea, Agropyron repens, Alopecurus pratensis, Trisetum flavescens.*

Cuvinte cheie: graminee perene de pajişti, producție de furaj și sămânța, calitatea furajului.

Summary. For the establishment of this assortment, germplasm sources from 16 species of grasses were chosen*: Festuca supina, Festuca gigantea, Phleum bertolonii, Phleum boehmeri, Cynosurus cristatus, Arrhenaterum elatius, Alopecurus pratensis, Holcus lanatus, Agrostis gigantea, Agropyron repens, Poa palustris, Poa compressa, Poa nemoralis, Poa pratensis* and *Lolium perenne*. The purpose of this research is the customization of performance: speed of establishment, growth and development rate, resistance to wintering and frost, drought, diseases and pests, forage and seed production potential,. For the species that started early in the vegetation, 3 cuts were made, with forage productions distributed evenly throughout the vegetation period, with differences depending on species, but also the productive potential of each genotype. Regarding the forage quality it was found that between the crude protein and the other components there are positive correlations with: ash, digestibility of dry matter and negative correlations with the cell walls components (ADF, ADL, NDF). The results obtained regarding the forage and seed production, and forages quality emphasized some genotypes from the species: *Agrostis gigantea, Agropyron repens, Alopecurus pratensis, Trisetum flavescens for further breeding activities*.

Keyworld: perennial grasses, forrage and seed production, forages quality.

Introducere

Vegetația pajiștilor cuprinde pe lângă speciile de graminee perene cu importanta agronomică și economică mare, la care se desfășoară un program de ameliorare, un grup larg de specii care îmbogățesc spectrul compoziției floristice a pajiștilor și care nu au fost incluse pana în prezent într-un program de cercetare din cadrul institutului. Considerate specii minore sau secundare (Spedding si Diekmahns, 1972 citați de Zurek si Sevcikova, 2010) în raport cu importanța lor economică, sunt

larg răspândite în pajiştile naturale, seminaturale sau semănate, fiind adaptate la variatele habitate ecopedologice de răspândire a pajiştilor.

Asigurarea multifuncţionalităţii pajiştilor şi menţinerea sau restaurarea biodiversităţii au impus lărgirea sortimentului de specii de graminee perene de pajişti în scopul utilizării lor în amestecuri complexe pentru refacerea pajiştilor degradate, îmbunătăţirea pajiştilor permanente, pentru protecţia solului şi controlul eroziunii, pentru conservarea peisajului agro-pastoral, gazon, pârţii de schi, spatii recreative etc.

În acest scop au fost evaluate o serie de însuşiri morfo-fiziologice la 16 specii de graminee perene de pajişti ale căror provenienţele sunt reprezentate de ecotipuri, populaţii locale, soiuri. Populaţiile locale posedă o largă variabilitate fenotipică şi genotipică şi reprezintă o importanta sursă de gene valoroase, rezultate în urma presiunii factorilor evolutivi care au actionat de-a lungul timpului.

Studiul germoplasmei este una dintre cele mai importante verigi ale activităţii de ameliorare, prin care se urmăreşte evidenţierea variabilităţii însuşirilor ce constituie obiective de ameliorare şi decelarea celor mai valoroase genotipuri care pot constitui surse de material iniţial pentru lucrările de ameliorare viitoare.

Materiale şi metode

Pentru înfiinţarea prezentului sortiment (primăvara 2019) s-au ales surse de germoplasmă din 16 specii de graminee perene de pajişti şi anume: *Festuca supina, Festuca gigantea, Phleum bertolonii, Phleum boehmeri, Cynosurus cristatus, Arrhenaterum elatius, Alopecurus pratensis, Trisetum flavescens, Holcus lanatus, Agrostis gigantea, Agropyron repens, Poa palustris, Poa compressa, Poa nemoralis, Poa pratensis* şi *Lolium perenne*.

Fiecare provenienţă a fost semănată pe 2 rânduri, cu lungime de 1 m, cu distantă de 0,5 m între rânduri, atât între specii cât şi între provenienţe. S-au efectuat lucrări agrotehnice specifice. În primul an s-au efectuat toaletări de întreţinere, praşile manuale şi fertilizare cu NPK în doza fracţionată (primăvară - toamnă). În anul 2 de vegetaţie, primul rând din fiecare provenienţă s-a recoltat pentru producţia de furaj, iar cel de-al doilea pentru producţie de sămânţă.

Scopul final al acestor cercetări îl constituie particularizarea performanţelor: puterea de instalare, ritmul de creştere şi dezvoltare, rezistenţa la iernare şi ger, secetă, boli şi dăunători, puterea de regenerare după cosire, potenţialul producţiei de furaj (masă verde, SU), potenţialul biologic de fructificare.

În funcţie de puterea de instalare şi pornirea în vegetaţie a speciilor şi provenienţelor s-au recoltat 2 sau 3 coase de masă verde. S-a determinat prin uscare în etuvă substanţa uscată, iar calitatea furajului a fost determinată cu ajutorul aparatului NIRS, în laboratorul de Calitatea furajelor al institutului. Rezultatele au fost interpretate din punct de vedere statistic, prin programul Statistica 7.

Condiţiile meteorologice, din anii 2022 şi 2023 (tabelul 1) au fost favorabile creşterii şi dezvoltării plantelor. Temperaturile anuale medii au fost cu 1,4 respectiv 1,9 °C mai mari decât media multianuală.

Din punct de vedere al precipitaţiilor, anul 2022 s-a apropiat foarte mult de media multianuală înregistrând un deficit anual de 16 mm. În perioada de vegetaţia s-au înregistrat precipitaţii cu 57,1 mm mai mult decât media aceleaşi perioade a 59 de ani. În anul agricol 2023 se observă deficit de precipitaţii, cu o abatere de -100,4 mm, dar în perioada de vegetaţie au existat precipitaţii abundente, deşi nu au fost eşalonate corespunzător, iar abaterea a fost de – 9,3 mm, faţă de media pe 59 de ani.

Tabelul 1

Condițiile meteorologice de la ICDP Brașov, 2022-2023

Meteorological conditions from ICDP Brașov stationary, 2022-2023

Anul Year	**Media anuală I-XII Annual average I-XII**	**Abaterea/ Deviation**	**Perioada de vegetatie IV-IX Vegetation period IV-IX**	**Abaterea în perioada de vegetație Deviation during vegetation period**
Temperatura (°C)				
2022	9,2	+1,4	15,6	+1,4
2023	9,7	+1,9	15,5	+1,3
Media pe 59 ani	7.8	0	14.2	0
Precipitații (mm)				
2022	737,2	-16	586,2	+57,1
2023	652,8	-100,4	519,8	-9,3
Media 59 ani	753.2	0	529.1	0

Rezultate și discuții

La speciile de graminee perene de pajiști repartiția uniformă a producției pe întreaga perioadă de vegetație și extinderea pe o durată cât mai lungă (pornirea rapidă primăvara și durata cât mai lungă de vegetație toamna) au o importanță deosebită în asigurarea furajului pe pajiști.

Producția de furaj însumează totalitatea însușirilor morfo-fiziologice fundamentale ale plantelor și este determinata de vigoarea plantelor, capacitatea de înfrățire, înălțimea plantelor, ritmul de creștere și capacitatea de regenerare după cosit sau pășunat, rezistenta la stres hidric și termic, la boli și dăunători.

La speciile care au pornit devreme în vegetație s-au realizat 3 coase, în lunile mai, iunie și iulie, constatându-se diferențe de producție în funcție de genotip, dar și de potențialul productiv al fiecărei specii în parte. La speciile: *Festuca supina, Phleum bertolonii, Cynosorus cristatus, Agropyron repens, Poa palustris, Poa compresa, Poa nemoralis* și *Poa pratensis* răsărirea a fost neuniformă, tardivă, instalarea deficitară și pornirea în vegetație a fost mai târzie, realizându-se doar 2 coase (tabelul 2).

Din tabelul 2, rezultă de asemenea următoarele:

- La specia *Alopecurus pratensis* s-a remarcat o mare variabilitate intraspecifica atât în ceea ce priveste producția de furaj (între 451 g si 851 g), cât și de sămânță (între 1,49 g si 5,52 g), evidențiindu-se proveniența Indi cu cel mai ridicat potențial productiv.
- La specia *Trisetum flavescens,* dintre cele 4 genotipuri evaluate, provenienta Rozanski s-a remarcat atât prin producția mai mare de masa verde (581g), uniform repartizată pe cele 3 coase, cât și prin producția de sămânță (13.85 g). Provenientele Plovdiv și TRM – F2 s-au instalat deficitar, astfel încât nu s-au putut lua decât 2 coase.
- La specia *Agrostis gigantea*, există de asemenea variabilitate intraspecifică în ceea ce privește producția de furaj și sămânță. Producția de masă verde a avut valori cuprinse între 480 g la genotipul Roznovski și 1202 g Wilk-2. Referitor la producția de sămânță, s-au evidențiat genotipurile : Wilk-2 cu 47,8 g sămânță/probă urmat de Violeta cu 46,2 g sămânță.Toate genotipurile studiate au avut o instalare bună și o rapidă capacitate de regenerare după coase, cu producții relativ uniform repartizate.

Dintre genotipurile studiate în cadrul speciei *Lolium perene*, producție mare de furaj s-a obținut la Troyan, 1019 g, Zekol, 873 g iar cea mai mică producție de masă verde la Linar 655 g, dar care s-a remarcat la producția de sămânță, 27,4 g.

Tabel 2

Producția medie de furaj și sămânța/planta la genotipuri de graminee perene de pajisti din sortiment

(The forage and seed yield of perennial grasses from genetic resources field)

Specie **Species**	**Genotip** **Genotype**	**CI (mai)** **MV/Probă** **1st cut FY** **/ g/sample**	**CII (iunie)** **MV/Probă** **Second cut** **(June)** **Fresh yield**	**CIII (august)** **MV/Probă** **Third cut** **(august)** **Fresh yield**	**Suma coase/** **Total cuts**	**Producția sămânță** **g/ proba** **Seed yield** **g/sample**	**MMB** **TSW**
Festuca supina	AGR 1819		33	46	65	6.73	1.14
Festuca gigantea	ICDP	244	336	402	**982**	17.13	1.17
Phleum boehmeri	BRG	399	584	186	**1169**	3.75	0.56
Phleum bertolonii	ZUBR	356	389	181	**926**	3.73	0.28
Cynosorus cristatus	Ronhousia		127	178	**305**	1.2	0.45
Arrhenatherum elatius	Rownonski	474	510	523	**1507**	40.43	3.17
Alopecurus pratensis	Alfa	104	133	214	**451**	5.12	0.80
Alopecurus pratensis	Lithuania	100	209	261	**570**	1.49	0.60
Alopecurus pratensis	Zubreska	151	173	278	**602**	2.43	0.85
Alopecurus pratensis	Indi	258	225	368	**851**	5.52	0.80
Alopecurus pratensis	Gufi	167	173	411	**751**	2.37	0.85
Trisetum flavescens	Plovdiv		124	40	**164**	7,3	1.07
Trisetum flavescens	Roznanski	243	122	216	**581**	13.85	0.18
Trisetum flavescens	Guntur	95	319	83	**497**	7.63	0.19
Trisetum flavescens	TRM-F2		123	64	**187**	7.85	1.12
Holcus lanatus	Prov	295	227	295	**817**	29.29	0.51
Agrostis gigantea	Roznovski	129	164	187	**480**	38.35	0.08
Agrostis gigantea	Violeta	178	311	271	**760**	46.27	0.08
Agrostis gigantea	Lithuania	116	172	303	**591**	18.59	0.07
Agrostis gigantea	Wik-2	467	412	323	**1202**	47.86	0,07
Agrostis gigantea	GR 54	247	412	220	**879**	40.67	0.08
Agrostis gigantea	Jada	104	268	241	**613**	11.94	0.07
Agrostis gigantea	Volcov	111	215	175	**501**	43.65	0.08
Lolium perenne	Troyan	306	425	288	**1019**	9.79	1.35
Lolium perenne	Linar	78	400	177	**655**	24.57	0.86
Lolium perenne	Zekol	143	447	283	**873**	11.91	1.01
Lolium perenne	2 BR 1804	138	498	207	**843**	18.55	1.16
Lolium perenne	2 BR 1805	214	273	276	**763**	1.92	1.04
Agropyron repens	ICDP	153	145	181	**479**	5.6	6.0
Agropyron repens	100BR166		375	266	**641**	5	1.3
Poa palustris	Rozonovsk		137	81	**218**	8.44	0.2
Poa compressa	Rawa		44	80	**124**	0	
Poa nemoralis	1992-NE-1		120	108	**228**	0	
Poa pratensis	Ponor		251	190	**441**	9.63	0.23

La celelalte graminee din sortiment producții mai mari s-au obținut la speciile cu potențial nativ ridicat, aceste producții fiind determinate și de potențialul speciilor. Acestea sunt *Phleum bohmeri, Phleum bertolonii, Holcus lanatus, Arrhenaterum elatius, Agropyron repens* și *Festuca gigantea*.

Referitor la masa a 1000 de boabe, aceasta este foarte variată, în funcție de specie, ceea ce a influențat foarte mult și producția de sămânță.

Atât între speciile studiate cât și în interiorul acestora, există variabilitate privind producția de furaj și sămânța, diferențele de producție fiind influențate de potențialul speciei, al genotipului, și de precocitate. Pe lângă graminee cunoscute ca *Lolium perenne*, prezintă interes pentru introducerea în programul de ameliorare specii ca: *Alopecurus pratensis, Trisetum flavescens, Agrostis gigantea, Agropyron repens.*

În figura de mai jos (fig.1), este reprezentată grafic repartiția producției de masă verde obținută pe cele trei coase, pe fiecare genotip în parte.

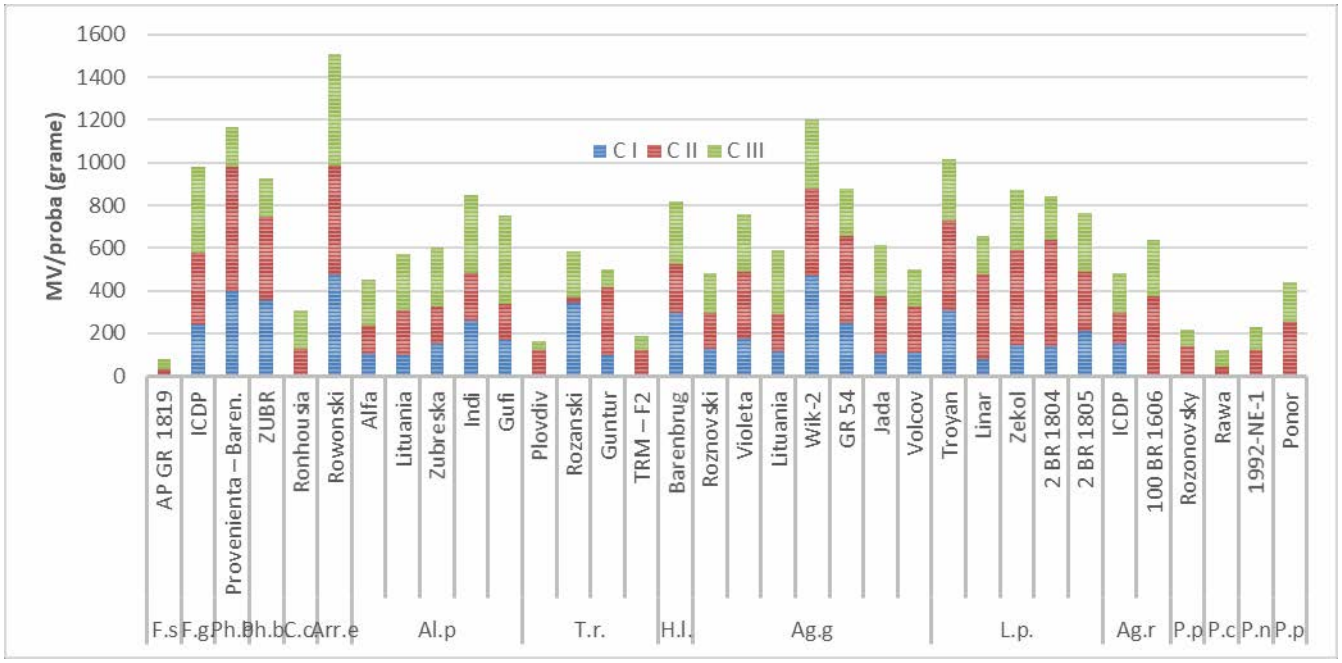


Figura 1. Producția de masă verde (g)

(Fresh yield - g)

În ceea ce privește producția de sămânță crearea de soiuri cu o producție mare de sămânța este o condiție esențială în vederea introducerii și extinderii lor în producție.

În figura 2, este prezentată producția de sămânță obținută pe probă. Diferențele foarte mari sunt determinate de particularitățile fiecărei specii în parte, de masa a 1000 boabe foarte variată.

Diferențe mari s-au înregistrat și între genotipuri aparținând aceleași specii.

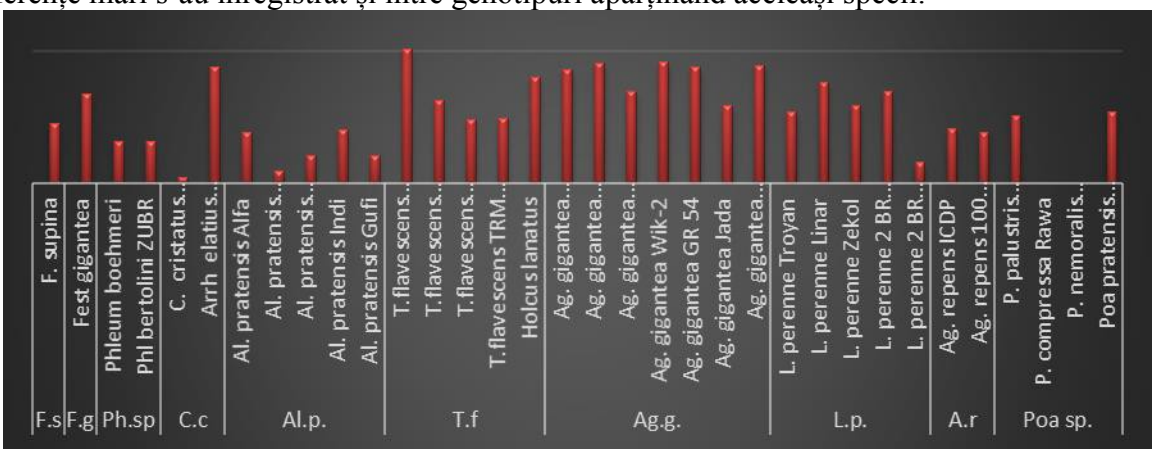


Figura 2. Producția de sămânță (g) obținută

(The Seed production obtained)

Valoarea furajeră a gramineelor de pajişti se apreciază după compoziţia chimică, gradul de consumabilitate şi digestibilitatea substanţelor chimice din plante.

Compoziţia chimică a plantelor este determinata genetic, dar poate varia în funcţie de specie de stadiul de dezvoltare al plantelor de sezon, de starea solului. Amendarea şi fertilizarea pot influenta absorbţia azotului şi a altor elemente minerale.

Modul de valorificare are efecte semnificative asupra compoziţiei chimice prin stadiul de creştere şi proporţia de frunze şi tulpini, prin compoziţia botanică, în special legată de proporţia de leguminoase şi prin reciclarea nutrientilor în plantă (Oprea G., şi colab.1986).

Tabel 3

Valoarea unor indici de calitate a furajului

(Values of some elements regarding the quality of the forrage)

Specii Species	**Soi** Variety	**PB %** CB %	**FB %** Fibre %	**ADF**	**ADL**	**NDF**	**DSU** DMD	**DMO** OMD
Agrostis gigantea	Roznovski	16.7	27.7	33.2	3.0	56.4	71.5	67.5
Agrostis gigantea	Violeta	18.6	27.5	31.6	2.9	52.6	71.6	68.4
Agrostis gigantea	Wik-2	18.8	27.7	31.6	2.7	53.7	71.8	68.1
Agrostis gigantea	GR – 54	18.8	29.2	33.1	2.8	56.1	69.1	64.9
Agrostis gigantea	Violeta	19.1	27.0	31.2	2.8	53.9	73.2	69.3
Agrostis gigantea	Lithuania	20.1	24.3	30.1	2.4	50.9	76.9	71.7
Agrostis gigantea	Jada	20.3	26.8	30.3	2.6	50.0	71.7	67.9
Alopecurus pratensis	Alfa	17.8	29.9	33.7	3.1	58.2	70.6	66.9
Alopecurus pratensis	Lithuania	19.6	26.6	30.4	2.5	52.7	75.6	71.5
Alopecurus pratensis	Zubreska	18.1	29.2	32.9	3.1	56.8	71.2	67.3
Alopecurus pratensis	Indi	17.5	30.7	34.1	3.1	59.0	69.0	64.9
Alopecurus pratensis	Gufi	17.4	32.4	35.0	3.0	59.6	66.2	63.0
Trisetum flavescens	Plovdiv	18.5	28.8	35.3	3.0	54.5	63.7	59.6
Trisetum flavescens	Roznovski	19.7	26.3	30.2	2.8	44.9	61.4	60.0
Trisetum flavescens	Guntur	18.8	30.3	32.2	2.7	59.7	67.2	62.1
Trisetum flavescens	TRM F2	15.5	30.4	35.1	3.7	55.8	66.6	63.1
Holcus lanatus	Prov	18.2	26.2	31.8	2.6	55.9	72.1	67.1
Arrhenatherum elatius	Rownoski	17.7	30.4	33.3	3.0	55.5	68.9	67.6
Phleum bertoloni	ZUBR	19.1	29.4	30.5	2.4	53.3	71.1	58.5
Festuca gigantea	ICDP	18.2	29.2	32.4	2.8	50.4	73.1	68.7
Poa palustris	Roznovski	18.0	32.5	35.1	3.0	54.8	58.5	54.5
Poa pratensis	Ponor	15.8	33.2	36.4	3.8	60.2	62.5	59.5
Poa compresa	Rawa	17.5	32.1	33.7	3.0	49.4	59.2	58.4
Poa nemoralis	1992-NE-1	16.7	31.8	34.9	3.8	55.3	57.7	55.3
Cynosorus cristatus	ICDP	16.2	35.4	38.4	3.8	61.6	56.1	52.0
Festuca supina	AGR 1819	17.9	34.8	36.2	3.3	50.0	45.9	41.0
Agropyron repens	ICDP	18.4	30.8	34.7	3.3	56.8	69.3	62.7
Lolium perenne	**2BR1804**	**20.3**	**26.8**	**30.7**	**2.5**	**52.7**	**75.4**	**73.1**
Lolium perenne	**Zekol**	**17.7**	**26.5**	**30.1**	**2.3**	**51.4**	**77.1**	**70.6**
Lolium perenne	**Troyan**	**17.2**	**25.9**	**29.8**	**2.5**	**52.8**	**68.7**	**64.3**
Lolium perenne	**2BR1805**	**21.2**	**28.7**	**28.2**	**3.1**	**47.1**	**77.8**	**74.5**
Lolium perenne	**Linar**	**19.9**	**25.0**	**30.9**	**2.3**	**46.4**	**76.8**	**71.3**

VALORI OPTIME		14-20	20-25	28-30	< 7	45– 55	> 65	67 -70

În literatura de specialitate, valorile optime în ceea ce privește conținutul în proteină brută și constituenții pereților celulari la graminee, sunt următoarele: proteină brută între 14-20 %, fibră 20-25 %, lignoceluloza (ADF) 28-30 %, conţinutul în lignină (ADL) mai mic decât 7 %, conţinutul de fibră vegetală totală (NDF) cuprins între 45-55 %, digestibilitatea materiei organice (DMO) trebuie să fie mai mare de 65 % şi digestibilitatea substanţei uscate (DSU) cuprinsă între 67-70 %.() În sortimentul studiat, toate genotipurile de *Lolium perenne* se încadrează în limita superioară a valorilor optime.

Speciile cu valori mai scăzute ale conținutului de proteină brută %, sunt: *Trisetum flavescens* TRM F2, 15,5 %, *Poa pratensis* Ponor 15,8 %, *Cynosurus cristatus* 16,2 %, *Poa nemoralis* și *Agrostis gigantea* Roznovski 16,7%. Cele mai mari valori ale conținutului în proteină brută, exceptând *Lolium perenne*, s-au obținut la genotipuri de *Agrostis gigantea* ca Jada (20,3 %) Lithuania (20,1 %), Volcov (19,1 %), de *Tristetum flavescens* Roznovski (19,7 %) *Alopecurus pratensis* Lithuania(19,6 %) și *Phleum bertolonii* 19,1 % (tabelul 3).

Analizând corelațiile între indicii de calitate determinati (tabelul 4) se constată că între proteina brută și ceilalti constituienți ai pereților celulari există corelații astfel : pozitive cu cenușa, digestibilitatea substanței uscate și a materiei organice și negative cu celelalte component. Continutul total de fibre se corelează pozitiv cu ADF, ADL și NDF și negativ cu DMO si DSU.

Tabelul 4

Matricea de corelației a indicilor de calitate a gramineelor studiate

(The correlation matrix of some quality indices at the studied grasses)

	Proteina Protein	**Cenusa** Ash	**Fibra** Fibre	**ADF** ADF	**ADL** ADL	**NDF** NDF	**DSU** DMD	**DMO** OMD
Proteina	1.00	0.46	-0.72	-0.60	-0.73	-0.55	0.38	0.30
cenusa		1.00	-0.11	0.10	-0.10	-0.20	-0.47	-0.47
fibra			1.00	0.87	0.80	0.58	-0.69	-0.64
ADF				1.00	0.82	0.82	-0.68	-0.61
ADL					1.00	0.60	-0.66	-0.60
NDF						1.00	-0.19	-0.13
DSU							1.00	0.98
DMO								1.00

Concluzii

Evaluarea unor specii de graminee perene de pajişti mai puțin studiate prin programele de ameliorare oferă informații privind capacitatea productivă atât ca producție de furaj cât și de sămânță, capacitate de regenerare după coase, rezistență la factori de stres, în vederea posibilității inițierii unor programe de ameliorare pentru nișe ecologice specifice.

S-a constatat o mare variabilitate inter și intra specifică privind principalele caractere agronomice, ceea ce permite selectarea de genotipuri cu însușiri valoroase.

Analizând producțiile de furaj obținute, coroborate cu calitatea acestora, dar și cu producția de sămânță, putem spune că prezintă un interes deosebit pentru introducerea în cultură, respectiv în programul de ameliorare al institutului, următoarele specii: *Agrostis gigantea, Agropyron repens, Alopecurus pratensis, Trisetum flavescens*.

Referințe ibliografice

1. Cristea M. Explorarea și utilizarea resurselor genetice vegetale, 191, Ed. Academiei București., pag 85
2. Cristea M., Murariu D., 2018, Rudele sălbatice ale plantelor cultivate în Romania, Ed Pim, Iași, pag.260-310;
3. Dologa Gh., Bălan Mironela, Resurse genetice de graminee și leguminoase perene de pajiști, 1997, Lucrări Ştiinţifice ICPCP Volum Jubiliar 25-32
4. Jancik, F., Homolka, P., Cernak, B., Lad, F., 2008, Determination of ingestible fibre contents of grasses and its prediction from chemical composition, Czech J. Anim. Sci 53, 128-135.
5. Oprea Georgeta, și colab., Producția și calitatea unor specii și soiuri de graminee perene recoltate în dinamică, 1986, Lucrări Ştiinţifice ICPCP vol. XI, 195 -211.
6. Oprea Georgeta, Razec I., Cercetări privind calitatea furajelor de pajiști 1997, Lucrări Științifice ICPCP Volum Jubiliar , 133-146
7. Peeters A.și colab.Wild and Sown Grasses: Profile of a temperate species selection: ecology, biodversity and use, 2004
8. Varga P. și colab. Ameliorarea plantelor furajere și producerea semințelor , 1998, Editura Lumina
9. Zurek, G., Sevcikova, M., Minor Grass Species, Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding, 2010, 381-394

UDC: 574.1:575.827:633/635(498) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.76

SMALL-SCALE GRANTS FOR BIODIVERSITY IN ROMANIA *„FIRST COLLECTING MISSION”*

Toncea Ion[1,*], Străjeru Silvia[2], Burnichi Floarea[3], Velicu Mirela[4], Dumitrache Traian[4], Banc Niculae[5], Buda Ioan[5], Gheorghe Gheorghe[5], Frățilă Maria[5], Negoiță Gheorghe[5], Sălăgean Ilie[5], Teodoreanu Adrian[5], Văcălie Nicolae, Vâcâlie Maria[5]

[1]*Romanian Association for Sustainable Agriculture (Arad),*

[2]*Bank of Plant Genetic Resources Suceava,*

[3]*Vegetable Research and Development Station Buzău,*

[4]*Volunteers and* [5]*Maintainers, Romania*

**Corresponding author e-mail: tonceaion@gmail.com*

Summary. The paper refers to the collecting of traditional (local) populations and varieties of cereals, vegetable and fruit trees species from historical Romanian regions - Dobrudja, Muntenia, Oltenia, Moldova and Transylvania, by the ”Asociația Română pentru Agricultură Durabilă (A.R.A.D.)” in framework of the project *Small-Scale Grants for Biodiversity Actors in South-Eastern Europe* financed by the VEREIN ARCHE NOAH according to Grant Agreement of 21.07.2023. In this mission, ARAD identified and described, based on the inventory sheet, one or more species and varieties of 3 categories of cultivated species – field crops (cereals), vegetables and fruit trees. Thus, it was inventoried: at cereals, 5 varieties of maize (Zea mays L), at vegetables, 13 varieties, of which 8 of tomatoes (*Solanum lycopersicum*), 2 of potatoes (*Solanum tuberosum*), 2 of garlic (*Allium sativum*), annual and perennial and 1 of garden beans (*Phaseolus vulgaris*), as well as a pear (*Pyrus communis* L.) as fruit tree.

Keywords*:* mission, collecting, traditional (local) populations, old varieties, cereals, vegetable and orchard.

Introduction

Plants collecting and kept them for the purposes of consumption, cultivation, systematic research, or as a hobby is done, always, because collectors like them and they have proved to be valuable for them needs (Stoica Preda Godeanu, 2013).

Collecting mission of traditional varieties was a serious challenge in context of the depopulation of villages, Romanian economy globalization and presser of seeds companies on peasant agriculture, the lack of material and moral support for the preservation and conservation of traditional varieties. The species and varieties identified in this mission are, from our point of view, both a practical and scientific gain, but also a start in the design of innovative technological and sustainable business models regarding production of seeds from traditional populations and varieties. In this mission, A.R.A.D. was helped by the former and actualy members and supporter of ARAD, old varieties mainteiners and passionate people by cultivating of local (traditional) varieties (Table 1)

Very important, essential maybe, it was the cooperation agreement of A.R.A.D. with the Plant Genetic Resources Bank ”Mihai Cristea” from Suceava, regarding the regions in Romania where old local varieties of cereals, vegetables and fruit trees are grown that are not in the Bank's database or are still in need of collection, as well as the official methods of collecting and describing old traditional varieties.

Table 1

The list of participants in ”Collecting Mission” of ARAD

Name	Position	Area of interest	E-mail address and/or phone number
Toncea Ion	President ARAD	”Cultivation of the local varieties” in organic farming	tonceaion@gmail.com (0040) 724 384 301
Gheorghe Gheorghe	Member of ARAD	”Cultivation of the tradițional varieties” in organic farming	adaflor_2001@yahoo.com (0040) 744 289 766
Dumitrache Traian	Mainteiner old varieties	”Cultivation of the tradițional varieties”	(0040) 749 065 661
Ionescu Alexandra	Member of ARAD	”Cultivation of the tradițional varieties”	alexandrastan86@yahoo.com (0040) 723 262 785
Velicu Mirela	Supporter of ARAD	”Cultivation of the tradițional varieties”	velicu.mirela@yahoo.com (0040) 725 238 556
Negoiță Gheorghe	Mainteiner old varieties	”Cultivation of the tradițional varieties” in Permaculture	(0040) 769 149 140 (0040) 745 217 794
Teodoreanu Adrian	Mainteiner old varieties	”Cultivation of the tradițional varieties”	ateoram@yahoo.com (+44) 7404 376 929
Buda Ioan	Mainteiner old varieties	”Cultivation of the tradițional varieties”	(0040) 745 107 261
Banc Niculae	Mainteiner old varieties	”Cultivation of the local varieties” in organic farming	(0040) 744 934 683

Materials and methods

The methodology was adapted to ARAD characteristic as nonprofit organization and its statutory activity of preserving and rehabilitating the natural and cultural values of the Romanian village, as well as of the national context, on the one hand, of disappearance of many traditional plant populations and varieties, and on the other hand, of increase in the number of consumers of traditional dishes.

Therefore, this methodology consisted in:

- drafting and signing the collaboration contract with the Suceava Gene Bank, which helped us with information and practical recommendations regarding: areas with potential for growing populations and traditional varieties, the collection method and the seed requirement for registering populations in the gene bank ;
- adapting the inventory form of the Bank of Gene Suceava to the practical particularities of the inventory activity by developing the inventory sheets;
- identifing, with the help of current and former ARAD members and supporters, the areas and localities where traditional populations and varieties are cultivated, as well as the people who cultivate them;
- establishing and training the work team of inventory the populations and traditional varieties;
- inventory the populations and traditional varieties with the help of ARAD experts and even the maintainers of such traditional varieties;
- selecting of the traditional (local) populations and varieties by the ARAD experts;
- publishing the traditional local varieties collected within the project, in the website of A.R.A.D.
- delivering of the reports (narrative and financial), accompanied by photos and related information, to the Verein ARCHE NOAH.

Results and discussion

The traditional (local) populations and varieties identified by ARAD during *”Small- Scale Grants for Biodiversity Actors in South–Eastern Europe ”Collecting Mission”* project 2023 *(Table 2)* belong to 3 categories of the cultivated species – field crops (cereals), vegetables and fruit trees.

Each of cultivated plant categories is represented by one or more species, such as: maize *(Zea mays L)* in case of field crops (cereals) and pear tree *(Pyrus communis L)* in case of fruit trees, respectively by the tomatoes *(Solanum lycopersicum L)*, garden beans *(Phaseolus vulgaris L)*, garlic *(Allium sativum L)* and potatoes *(Solanum tuberosum L.)* in the vegetables case.

Another distinct characteristic of the identified crops populations and varieties is biodiversity, including in case of pear tree because we know other two very old pear trees in the ”Oltenia under the mountain” and in the Cluj/Transilvania area, but the owners of these still thinking to cooperate with ARAD.

Table 2

The Open List of traditional (local) populations and varieties identified by ARAD

Field crops (Cereals)			
Plant Species *(popular and scientific name)*	Variety *(local name)*	Maintainer	Contacts *(e-mail address and/or phone number)*
Maize *(Zea mays)*	Porumb Moldovenesc	Negoiță Gheorghe	(0040) 769 149 140 (0040) 745 217 794
	Moldovenesc sticlos	Teodoreanu Adrian	ateoram@yahoo.com (+44) 7404 376 929
	Ciocantin de la munte		
	De Maramureș	Buda Ioan	(0040) 745 107 261
	Mălai sticlos	Banc Niculaie	(0040) 744 934 683
Vegetables			
Tomatoes *(Solanum lycopersicum)*	”De la Bunica”	Gheoghe Gheorghe	adaflor_2001@yahoo.com (0040) 744 289 766
	Platagele ”de Greci”	Dumitrache Traian	(0040) 749 065 661
	”De la Toncea”	Frățilă Marian	(0040) 242 642 212
	Uriaș de Neamț	Negoiță Gheorghe	(0040) 769 149 140 (0040) 745 217 794
	”Roșii Freze”	Văcălie Nicolae și Văcălie Maria	velicu.mirela@yahoo.com (0040) 725 238 556
	”De glastră”		
	”Galbene Mari”		
	”Multe pe cracă”		
Garden beans *(Phaseolus vulgaris)*	”De Bistrița”	Sălăgean Ilie	(0040) 756 784 945
Garlic *(Allium sativum)*	”De Fălcoi”	Dumitrache Traian	(0040) 749 065 661
	” Usturoi Peren”	Negoiță Gheorghe	(0040) 769 149 140 (0040) 745 217 794
Potatoes *(Solanum tuberosum)*	Cartofi albi și roșii		
Fruit trees			
Pear tree *(Pyrus communis)*	Prăsad	Negoiță Gheorghe	(0040) 769 149 140 (0040) 745 217 794

2.1 Description of the **Maize** *(Zea mais) traditional populations and varieties*

The traditional maize populations and varieties were identifying in Moldovian and Transylvanian counties: Vaslui, Bacău and Neamț, respectively Cluj and Maramureș, at altitudes of 224 – 246 m, 334 – 355 m and 625 m. Also, each variety is known according local name: ”Moldovenesc” or ”Moldovnesc sticlos” in Moldova area, ”Mălai sticlos” or ”De Maramureș” in Transylvania area. Phenotypically, these varieties belong to the Indurata variety, which has the grains round at the top, smooth, glossy, hard and glassy. The Ciocantin corn found by Teodoreanu Adrian in a mountain village in Brusturoasa commune, has a round, small and glassy grains, similar to that of popcorn, which is call cincantin.

Also, most of the corn populations and varieties have cobs large, with a number of 12 - 14 rows of grains, and the grains are large, dark yellow in color and have a very variable content of moisture (15,8 – 21,8%), protein (7,96 – 11,3%), fat (2,61 – 4,43%), starch (59,08 – 62,67%) and ash (3,88 – 10,35%). This means that our maize traditional populations and varieties are a rich genetic germplasm source for their breeding, including for high yield and the proteins, fats, fibers, starch etc. content. It remains only to establish the innovative method of cultivation and, if necessary, the breeding methods of traditional populations and varieties with the maintainers participation.



Porumb Moldovenesc



Ciocantin de la munte



Moldovenesc sticlos





Porumb ”De Maramureș”



”Mălai sticlos”

2.2 Description of the **Tomatoes** *(Solanum lycopersicum) traditional populations and varieties*

”Small – Grant for Biodiversity Actors” (SGBA) collection of tomatoes (Solanum lycopersicum) of ARAD is represented by 8 variety - ”De la Bunica”, ”Platagele de Greci”, ”De la Toncea”, ”Mare de Neamț”, ”Freze”, ”De Glastră”, ”Galbene Mari” and ”Multe pe cracă”. The maintainers cultivate these populations and varieties because they have indeterminate growth, fruits large or many in bunches, tasty, pulpy, pleasant color (red, pink, yellow) and fewer seeds, and are relatively resistant to pathogens and pests and are sought by buyers.





”De la Bunica”

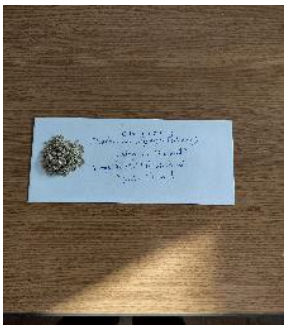




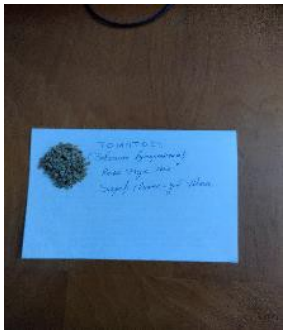
”De la Toncea”



Roşii ”De Greci”



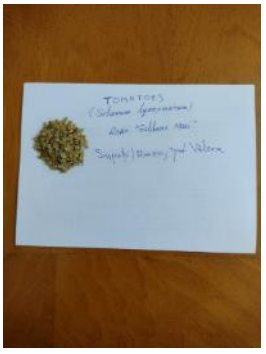
Roşii ”Uriaş de Neamţ”



Roşii ”Freze Mari”



Roşii ”De Glastră”



Roşii ”Galbene Mari”



Roşii ”Multe pe cracă”

2.3 Description of the **Garden beans** *(Phaseolus vulgaris) traditional populations and varieties*

The green bean traditional variety is calling "De Bistrița" and it was identify in Fundulea city in garden of a maintainer originally from Transylvania. This variety has determinate growth, large and variegated pods that can be use fresh and frozen in various food preparations: soups and more than 30 other dishes. Its seeds are large, variegated and very vigorous whether grown in spring or as a second crop.





2. 4 Description of the **Garlic** *(Allium sativum) traditional populations and varieties*

The garlic varieties identified are two: ”De Fălcoi”, an annual spring variety cultivated in Fălcoiu commune from Olt county and ”Usturoi peren”, cultivated in ”Negoiță” permaculture farm of the Negrițești village of Podoleni commune, Neamț county. The variety "De Falcoi" has large and white bulbs and bulbils, and the bulbils have a strongly garlicky taste.

”Usturoi peren” variety is a perennial garlic variety with a good productivity, the 30-40 g head is formed of 4 white bulbs with lightly garlicky taste. If these are left in the ground in the fall, it sprouts again and in the spring produce seed stalks with a height of 1-1.2 m. In the first year, it produces only green garlic, pupae with bulbils are formed in the second year. It multiplies from year to year, facilitating multiplication, both by the bulbils on the head and, especially, by the bulbils of the seed stalk which are light and can be scattered by the wind.





Usturoi ”De Fălcoi”



”Usturoi Peren”

2.5 Description of the **Potatoes** *(Solanum tuberosum) traditional populations and varieties*

The ancestral varieties of potatoes belong to the Negoiță permaculture farm and are white and red.





White and red potatoes

These potatoes are small (60 – 75 g/tubercle in driest year 2023), but they are highly valued for taste and turgidity by consumers.

2.6 Description of the **Pear tree** *(Pyrus communis) traditional variety*

The pear tree of Negoiță household is inherited of parents and is recognized for its yield stability, tasty and aromatic fruits and resistance to the diseases and pests.



Păr de Negrițești
(08.12.2023)

3. **Selection of the traditional (local) populations and varieties;**
This activity was carried out in 3 stages:

1. Selection by owners of the population and/or variety, by choosing fruits specific to the cultivated variety, phenotypically uniform and healthy.
2. Selection by the ARAD experts, who eliminated atypical reproductive materials, uneven in shape, size, colour, vigor etc.
3. Selection by the experts of the Suceava Gene Bank and the interested field crops and vegetable research units, according to their own selection standards and rules.

2.7 Delivery of the Inventory sheets, as well collected traditional populations and varieties, accompanied by photos and related information, to the Suceava Gene Bank, in order to store/preserve and complete the Database with scientific information, in accordance with FAO standards regarding Gene Banks.
Also, part of the collected biological material will be delivery to the research units interested, such the vegetable research station Buzău and INCDA (NARDI) Fundulea.

2.8. Publishing in the website of A.R.A.D. of traditional local varieties collected within the project.
The results of the project ”Small-Scale Grant for Biodiversity Actors in South-Eastern Europe” are published on site www.agriculturadurabila.ro of ARAD, in Romanian and English, in chapter Achievements, and ”The Open List of populations and local (traditional) varieties identified by ARAD” in chapter ”Home”.

Conclusions

1. Collecting Mission of traditional varieties was a serious challenge in context of the depopulation of villages, Romanian economy globalization and presser of seeds companies on peasant agriculture, the lack of material and moral support for the preservation and conservation of traditional varieties.
2. The key words of the ”Collecting Mission” of ARAD are: Diversity/Biodiversity as landforms *(plains, hills and mountains),* agriculture crops *(field crops, vegetable and fruit trees)* and traditional populations and varieties.
3 The species and varieties identified in this mission are, from our point of view, both a practical and scientific gain, but also a start in the design of innovative technological and business models regarding the production of seed from traditional populations and varieties

Acknowledgements. *This paper received funding from the project ”Small-Scale Grants for Biodiversity Actors in South-Eastern Europe financed by the VEREIN ARCHE NOAH according to Grant Agreement of 21.07.2023”*

References

1. Small-Scale Grants for Biodiversity Actors in South-Eastern Europe (2023) - Grant Agreement of 21.07.2023 and Reporting of 30.12.2023.
2. Stoica Preda Godeanu (2013), Ecologie aplicată, Editura Academiei Române, 31 – 38 pp.
3. https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/plant-collections.

UDC: 581.19:633.22 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.77

EVALUAREA INDICILOR DE CALITATE A FITOMASEI ENERGETICE DE *Dactylis glomerata* L. ȘI *Festuca pratensis Huds.*

Ţîţei Victor[1,*], *https://orcid.org/0000-0002-1961-1536*
Ababii Alexei[1], *https://orcid.org/0009-0002-2250-1060*
Blaj Vasile[2], *https://orcid.org/0000-0003-2143-566*
Doroftei Veaceaslav[1], *https://orcid.org/0009-0008-2117-9018*
Gadibadi Mihai[1], *https://orcid.org/0000-0002-7038-5669*
Andreoiu Andreea[2], *https://orcid.org/0009-0001-3709-275X*
Marușca Teodor[2], *https://orcid.org/0000-0001-7452-3814*
Gudima Andei[3], *https://orcid.org/0000-0002-7250-8423*
Tod Monica[2], *https://orcid.org/0009-0004-3465-7120*
Daraduda Nicolae[3], *https://orcid.org/0000-0001-5683-0431*
[1]*Grădina Botanică Națională (Institut) „Alexandru Ciubotaru" a Universității de Stat din Moldova, Chişinău, Republica Moldova*
[2]*Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pajişti, Braşov, România*
[3]*Universitatea Tehnică a Moldovei, Chişinău, Republica Moldova*
** e-mail: victor.titei@gb.usm.md*

Summary: We studied the quality indices of the energy phytomass from perennial grass *Dactylis glomerata* and *Festuca pratensis*, collected from the experimental field of the National Botanical Garden (Institute) MSU, Chişinău. The quality indices of green mass substrates for anaerobic digestion: 92-98 g/kg CP, 359-389 g/kg CF, 76-80 g/kg CA, 648-682 g/kg NDF, 380-412 g/kg ADF, 33-41 g/kg ADL, 347-371 g/kg Cel, 269-270g/kg HC, with C/N=32.74-34.72 and biochemical methane potential 337-350 l/kg ODM. The quality indices of phytomass (straw) substrates: 771-799 g/kg NDF, 478-484 g/kg ADF, 54-65 g/kg ADL, 419-424 g/kg Cel, 293-315g/kg HC and theoretical ethanol yield from structural carbohydrates averaged 522-533 L/t. The quality indices of solid biofuel–pellets: 8.01-9.03% ash, 18.10-18.44 MJ/kg GCV, 16.73-17.07 MJ/kg NCV with bulk density 595-652 kg/m^3 and durability 93-96%.

Keywords: biochemical methane potential, *Dactylis glomerata*, energy phytomass, green mass substrates, Festuca pratensis, solid biofuel, straw, theoretical ethanol yield.

Introducere

În secolul XXI, asigurarea cu energie este fundamentală pentru societatea modernă care solicită o alimentare cu energie capabilă să facă faţă cererii crescânde a populaţiei şi dezvoltării industriale, dar în acelaşi timp să fie fiabilă, economic rezonabilă şi durabilă în ceea ce priveşte impactul său global, regional şi local asupra mediului înconjurător. La moment principalele surse de energie sunt combustibilii fosili (cărbunii, ţiţeiul, gazele naturale şi de şist) şi combustibilii nucleari. În urma utilizării combustibililor fosili se produc cantităţi imense de emisii de carbon, azot şi clor, gaze cu efect de seră în mediul ambient, fapt resimţit direct de populaţie prin încălzirea globală progresivă, redistribuirea neunifirmă a precipitațiilor, fenomenele de secetă și arșiță, diminuarea productivității culturilor agricole și asigurării cu hrană a populației. Una dintre posibilităţile de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră este înlocuirea parţială a combustibililor fosili. Folosirea comercială a energiilor renovabile în ultimele decenii înregistrează rezultate notabile. Conversia unor energii regenerabile, ca de exemplu cea eoliană sau hidro, se face numai în energie electrică, iar energia provenită din biomasă, poate fi stocată în formă de

biocombustibili lichizi, solizi și gazoși, apoi convertită în formă de căldură și de electricitate, pentru consum casnic și industrial.

Fondarea plantațiile perene de ierburi pentru sechestrarea dioxidului de carbon din atmosferă sub formă de fitomasă ar putea diminua efectul de seră și contribui la valorificarea rațională a apei și protejarea solului (Revenco & Ţîţei, 2021). În ultimele decenii se investighează mai multe specii de *Poaceae* pentru obținerea diferitor tipuri de biocombustibili (Mähnert și col. 2002; Harkot și col. 2007; Seppälä și col. 2009; Poiša și col. 2011; Godin și col. 2013; Njoku și col. 2013; Sacristán și col. 2021; Ţîţei &Roşca, 2021; Waliszewska și col. 2021; Sobol și col. 2022).

Criza energetică care afectează Republica Moldova, începând cu toamna anului 2021, a evidențiat importanța dezvoltării sectorului de biocombustibili renovabili pentru economia națională, dar și din punct de vedere al siguranței și securității energetice. Totodată, aceasta a demonstrat necesitatea dezvoltării necondiționate a acestui sector prin identificarea resurselor vegetale pentru fondarea plantațiilor energetice și elaborarea elementelor tehnologice de recoltare și procesare a fitomasei pentru obținerea a diferitor tipuri de biocombustibili.

Scopul cercetării a constat în evaluarea indiciilor de calitate a masei proaspete recoltate, precum și a fitomasei din plantațiile semincere de golomăț *Dactylis glomerata* și de păiuș de livezi *Festuca pratensis,* posibilități de valorificare a lor pentru obținerea diferitor tipuri de biocombustibili pentru producerea energiei renovabile în condițiile Republicii Moldova.

Materiale şi metode

În calitate de obiect de studiu au servit plantele de golomăț *Dactylis glomerata* și de păiuș de livezi *Festuca pratensis* crescute în terenul experimental al Grădinii Botanice Naţionale (Institut) „Alexandru Ciubotaru" din Chişinău. Mostrele de plante, pentru determinarea compoziţiei biochimice şi estimarea potenţialului de obținere a biometanului, au fost prelevate la prima coasă în anul 2 de vegetație la demararea înfloririi. Plantele recoltate au fost mărunţite şi supuse deshidratării în etuvă cu ventilaţie forţată la temperatura de 60°C, la finele fixării materialul biologic a fost măcinat fin la moara de laborator cu bile. Pentru evaluarea potențialului obținere a biocombustibililor solizi și a bioetanolului fitomasa (paiele) a fost prelevată din plantațiile semincere la finele vegetație după recoltarea semințelor. Evaluarea conţinutului de proteina brută (CP), cenuşa brută (CA), fibră brută (CF), conţinutul de fibre prin tratare cu detergent neutru (NDF), conţinutul de fibre prin tratare cu detergent acid (ADF), conţinutul de lignină sulfurică (ADL), lignină sulfurică (ADL), a fost realizată aplicând metoda spectrofotometriei infraroşu apropiat cu utilizarea echipamentului tehnic PERTEN DA 7200 din cadrul Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pajişti, Braşov, Romania. Conținutul de celuloză (Cel), hemiceluloză (HC) s-a estimat conform ecuațiilor acceptate. Conținutul de carbon în materia organică s-a calculat conform ecuației reportate de Badger și col. (1979). Potențialul de producție a biogazului și randamentul specific de metan au fost evaluate pe baza conținutului de proteină brută și a compușilor chimici a pereţilor celulari lignină sulfurică și hemiceluloză a masei proaspete recoltate conform ecuațiilor reportate de Dandikas și col. (2015). Potențialul teoretic de obținere a bioetanolului celulozic a fost estimat în baza conținutului de hidrați de carbon structurali conversia lor în zaharuri tip pentoze și hexoze conform Goff și col.(2010). Particularitățile fizico-mecanice ale fitomasei uscate recoltate au fost evaluate în cadrul Laboratorului Biocombustibili solizi UTM după conținutul de umiditate, determinat prin metoda uscării în etuvă, conform SM EN ISO 18134; cenușă - prin calcinarea lentă în cuptorul electric cu mufă conform SM EN 18122; valoarea calorifică superioară (brută) s-a estimat folosind calorimetrul izoperibolic IKA C6000 în conformitate cu SM EN ISO 18125; densitatea în vrac a biocombustibelului solid-pileți - conform metodelor acceptate; densificarea fitomasei în formă de pileți s-a realizat – la utilajul de pelitare (Marian, 2016).

Rezultate şi discuţii

Am putea menționa că la momentul recoltării, demararea înfloririi, plantele de *Dactylis glomerata* atingeau înălțimea de 110-114 cm cu un grad de înfrunzire de 34%, iar plantele de *Festuca pratensis* 102-105 cm și 38 % conținut de frunze. Conținutul de substanțe uscate în masa proaspătă recoltată la ierburile investigate diferă, fiind de 236 g/kg la *Dactylis glomerata* și de 273 g/kg la *Festuca pratensis.*

Este cunoscut faptul că pentru buna funcționare a stațiilor de biogaz este necesar de a pregăti substraturi omogene de biomasă cu un conținut optimal de nutrienți pentru activitatea microbiană în procesele de metanogeneză, prin care se obține metanul ca energie și digestatul ca fertilizant organic pentru agricultura ecologică. Rezultatele privitor la compoziția biochimică a substanțelor uscate din plantelele recoltate de golomăț *Dactylis glomerata* și de păiuș de livezi *Festuca pratensis,* potenţialului biochimic de obținere a biometanului sunt redate în tabelul 1. S-a stabilit că plantele de *Festuca pratensis* au un conținut mai ridicat de proteină brută și mai diminuat de fibră brută, lignină sulfurică și celuloză comparativ cu plantele de *Dactylis glomerata,* fapt ce s-a răsfrânt pozitiv asupra potenţialului biochimic de obținere a biometanului. Astfel, potenţialul biochimic de obținere a biometanului în substratul de *Festuca pratensis* atinge 350 l/kg materie organică față de 337 l/kg materie organică în substratul de *Dactylis glomerata.* În literatura de specialitate sunt redate rezultate privitor la componența biochimică şi potenţialului de obținere a biometanului în substraturile de masă proaspătă recoltată din speciile investigate de ierburi. Conform Mähnert și col. (2002), masa proaspătă de *Festuca pratensis* conține 176 g/kg substanță uscată cu 91.5% materie organică și un potențial de biogaz de 708-909 l/kg, iar de *Dactylis glomerata* -186 g/kg substanță uscată cu 89.9% materie organică și 678-800 l/kg biogaz. Heuzé & Tran (2015) menționează că plantele de golomăț conțin 20.7% substanțe uscate, iar componența chimică a acestora fiind 16.3 % proteină, 4.0 % grăsimi, 29.7 % celuloză, 59.9% NDF, 32.3% ADF, 4.5% ADL, 9.7 % cenușă, 10.1% zăharuri. 4.1 g/kg calciu, 2.8 g/kg fosfor, 69.4% materie organică digestibilă, și o încărcătură de 18.0 MJ/kg energie brută. Xue și col. (2020) au stabilit că masa proaspătă de *Dactylis glomerata* conține 245-255 g/kg substanțe uscate., 11.9-13.7% proteină, 55.0-56.9 % NDF, 29.9-32.3 % ADF, 3.48-4.57% ADL, 9.33-10.24 % cenușă. Muñoz și col. (1999) raportează că plantelede golomăț recoltate primăvara conțin10.59% proteină brută, 35.63 % ADF, 65.1% NDF, 4.69% ADL. Tenikecier & Ates (2018) au stabilt că golomățul recoltat în perioda de înflorire conține 13.56% proteină, 30.38% ADF și 55.44% NDF. Sosnowski și col. (2017) raportează că plantele recoltate de *Dactylis glomerata* au o concentrație de 47.8-51.6% NDF, 28.6-30.5% ADF, 3.12-3.79% ADL, 25.5-26.7% celuloză și 19.2-21.2% hemiceluloză, iar cele de *Festuca pratensis,* respectiv 47.6-51.0% NDF, 29.8-31.0% ADF, 3.40-4.00% ADL, 25.5-26.7% celuloză și 17.8-20.0% hemiceluloză. Berzins și col. (2015) menționează că la prima coasă soiurile cercetate de *Festuca pratensis* au un conținut de 10.66-12.50% proteină și 5.46-6.79% cenușă. Staniak (2015) a stabilit că soiurile testate de *Festuca pratensis* au un conținut de 14.6-16.9 % proteină brută și 21.0-27.7% fibră brută, iar soiurile de *Dactylis glomerata* 14.0-16.2% proteină brută și 28.5-29.3% fibră brută. Seppälä și col. (2009) prezintă un potențial de metan a substratului de biomasă de *Dactylis glomerata* de 308-382 l/kg. Butkutė și col. (2014), a stabilt că biomasa de de *Dactylis glomerata* conține 163-244 g/kg substanță uscată, 7.25-9.33% cenușă, 8.5-15.0 % azot, 61.7-69.1 % NDF, 365-482 % ADF, 2.28-6.30 % ADL, 21.6-24.6 % hemiceluloză, 34.8-41.1 % celuloză, C/N =18.8-34.4, potențialul de biometan atinge 350-369 l/kg materie organică. Naydenova&Vasileva (2016) raportează că golomățul conțin 10.44% proteină brută, 37.82 % ADF, 58.83% NDF, 7.16% ADL, 21.03% celuloză și 21.01% hemiceluloză.

Utilizarea bioetanolului ca combustibil pentru motor are o istorie la fel de lungă, ca și mașina în sine. Bioetanolul reprezintă un combustibil lichid important, regenerabil pentru autovehicule. Producția de bioetanol din biomasă este o modalitate de a reduce atât consumul de petrol, cât și de diminuare a poluarării mediului. Tehnologiile de conversie pentru producerea de etanol din resurse de biomasă celulozică, utilizează un proces de pretratare pentru a descompune

hemicelulozele în zaharuri şi a deschide structura componentei celulozice. Porțiunea de celuloză este hidrolizată de acizi sau enzime în zahăr glucozat care este fermentat la bioetanol.

Tabelul 1

Compoziţia biochimică şi potenţialului de obținere a biometanului în substraturile de masă proaspătă recoltată din speciile investigate de ierburi

Indici	*Dactylis glomerata*	*Festuca pratensis*
Proteină brută (CP), g/kg	92	98
Fibră brută (CF), g/kg	389	359
Fibră în acid detergent (ADF), g/kg	412	380
Fibră în detergent neutru (NDF), g/kg	682	648
Lignină sulfurică (ADL), g/kg	41	33
Celuloză (Cel), g/kg	371	347
Hemiceluloză (HC), g/kg	270	269
Cenuşă brută (CA), g/kg	80	76
Carbon (C), g/kg	511.11	513.33
Azot (N), g/kg	14.72	15.68
Raportul carbon : azot (C/N)	34.72	32.74
Potențial biogaz, l/kg materie organică	630	656
Potențial biometan, l/kg materie organică	337	350

Zaharurile din hemiceluloze sunt, de asemenea, fermentate în bioetanol. Analizând rezultatele obținute privitor la compoziţia biochimică a fitomasei, Tabelul 2, am putea menționa că substratul de *Dactylis glomerata* se evidențiază printr-un conținut mai ridicat a compușilor din pereții celulari, în special lignină și hemiceluloză, fapt ce s-a răsfrânt și asupra concentrației de zaharuri tip pentoze.

Tabelul 2

Compoziţia biochimică a fitomasei din speciile investigate de ierburi şi potenţialul teoretic de obținere a bioetanolului

Indici	*Dactylis glomerata*	*Festuca pratensis*
Fibră în acid detergent (ADF), g/kg	484	478
Fibră în detergent neutru (NDF), g/kg	799	771
Lignină sulfurică (ADL), g/kg	65	54
Celuloză (Cel), g/kg	419	424
Hemiceluloză (HC), g/kg	315	293
Zaharuri tip hexoze, g/kg	76.21	76.88
Zaharuri tip pentoze, g/kg	51.81	48.19
Randament etanol celulozic (TEP), l/t	533	522

Potențialul teoretic de obținere a bioetanolului estimat în substraturile investigate atinge valori de 522-533 litri/t materie organică, valori mai înalte prezintă substratul de paie de *Dactylis glomerata*. Njoku și col. (2013) menționează că randamentul de etanol la fermentarea hidrolizatelor lichide de hemiceluloză separate din substratul de *Dactylis glomerata* vaziază de la 89 la 158 ml/kg substanță uscată în dependență de procedeul pretratării. În cercetările nostre anterioare, Doroftei și col. (2021), s-a stabilit că substraturile de paie de *Festuca arundinacea, Festuca pratensis Festuca rubra* prezintă un potențialul teoretic bioetanol de 493-495 l/kg, iar paile de *Triticum aestivum*- 513 l/kg. Waliszewska și col. (2021) au stabilit că biomasa de *Dactylis glomerata* are concentrație de 10.59 % substanțe extractive, 37.71 % celuloză, 19.33 % lignină și 31.48% hemiceluloză. Sacristán și col. (2021) raportează că biomasa de *Dactylis glomerata* conține 909.2 g/kg substanță uscată cu 6.96 % cenușă, 37.67 % fibră brută, 45.70 % ADF, 69.33 % NDF, 6.10 % proteină, 39.70 % celuloză, 23.63 % celuloză, 6.00 % lignină.

Fitomasa solidă reprezintă componentul vegetal al naturii și a constituit întotdeauna o sursă majoră de energie pentru omenire, fiind folosită odată cu descoperirea focului. Printre formele moderne de valorificare a fitomasei ca combustibili solizi se regăsesc baloții, peleții, brichetele și tocatura. Materia primă folosită la producerea biocombustibililor solizi este foarte variată după compoziția biochimică și particularitățile fizico-mecanice ce se răsfrâng asupra calității produsului finit desinificat. Rezultatele privitor la particularitățile fizico-mecanice ale fitomasei și a peleților obținuți din plantele de *Dactylis glomerata* și *Festuca pratensis* sunt prezentate în Tabelul 3.

Tabelul 3

Particularitățile fizico-mecanice ale fitomasei uscate recoltate și a combustibilului solid obținut din speciile investigate de ierburi

Indici	*Dactylis glomerata*	*Festuca pratensis*
Fitomasa solidă		
Cenușă brută (CA), g/kg	7.07	8.57
Valoare calorifică brută (GCV), MJ/kg	18.42	18.11
Valoare calorifică netă (NCV), MJ/kg	17.04	16.74
Valoare calorifică netă la 10% umiditate (NCV_{10}), MJ/kg	15.09	14.82
Combustibil solid-peleți		
Cenușă brută (CA), g/kg	8.01	9.03
Valoare calorifică brută (GCV), MJ/kg	18.44	18.10
Valoare calorifică netă (NCV), MJ/kg	17.07	16.73
Valoare calorifică netă la 10% umiditate (NCV_{10}), MJ/kg	15.12	14.91
Densitatea în vrag, kg/m^3	595.2	652.4
Durabilitatea, %	92.86	95.56

Fitomasa solidă de *Dactylis glomerata* se evidențiază printr-un conținut mai diminuat de cenușă și încărcătură energetică mai înaltă. Combustibilul solid-peleți din fitomasa de *Festuca pratensis* au o densitate în vrag și durabilitate mai mare, însă au un conținut mai înalt de cenușă și o valoare calorifică mai redusă comparativ cu cele din fitomasa solidă de *Dactylis glomerata*. Harkot și col. (2007) menționează că biomasa de *Dactylis glomerata* conține 5.5% cenușă, 94.5% substanțe combustibile, 52.1 % carbon, 0.19% sulf, 0.28 % clor și o valoare calorifică brută de 18.7 MJ/kg și valoare calorifică netă 17.6 MJ/kg. Waliszewska și col. (2021) au stabilit că biomasa de *Dactylis glomerata* are un conținut de 6.2% umiditate și o valoare calorifică de 16.1 MJ/kg. Sobol și col. (2022) menționează că *Festuca pratensis* conține 6.69% cenușă și o valoare calorifică brută de 16.877 MJ/kg. Daraduda (2024) raportează că biomasa de *Festuca pratensis* conține 3.90% cenușă și valoare calorifică netă 18.39 MJ/kg, iar biomasa de *Miscanthus sinensis* respectiv de 4.07% cenușă și valoare calorifică netă 17.55 MJ/kg.

Concluzii

Plantele de golomăț *Dactylis glomerata* și de păiuș de livezi *Festuca pratensis* pot fi utilizate la inerbarea terenurilor marginale și degradate, iar fitomasa recoltată valorificată la obținerea diferitor tipuri de biocombustibili ca energie renovabilă.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 010102 *„Identificarea formelor valoroase de resurse vegetale cu utilitate multiplă pentru utilizare în economia circulară”*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe

1. Badger C.M., Bogue M.J., Stewart D.J., 1979. Biogas production from crops and organic wastes. *New Zeland Journal of Science*, 22:11.
2. Berzins P., Jansone S., Rancane S., Stesele V., Dzene I., 2015. The evaluation of perennial grass
3. cultivars in Latvia condition. *Proceedings of the 25th NJF congress Nordic View to Sustainable Rural Developmen*t, 141–147.

4. Butkutė B., Lemežienė N., Kanapeckas J. et al. 2014. Cocksfoot, tall fescue and reed canary grass: dry matter yield, chemical composition and biomass convertibility to methane. *Biomass and Bioenergy*, 66:1–11. *doi: 10.1016/j.biombioe.2014.03.014.*
5. Dandikas V., Heuwinkel H., Lichti F., Drewes J.E., Koch K., 2015. Correlation between biogas yield and chemical composition of grassland plant species. *Energy Fuels*, 29 (11): 7221-7229.
6. Daraduda N., 2024. *Valorificarea biomasei culturilor energetice pentru producerea biocombustibililor solizi densificaţi.* Teză de doctor în ştiinţe inginereşti. Chişinău, 174p.
7. Doroftei V., Ţîţei V., Ababii A. et al. 2021. Evaluarea calităţii biomasei din plantaţiile semincere de ierburi perene şi posibilităţi de valorificare. *In. Genetica, fiziologia şi ameliorarea plant*elor. Chişinău, 346-349.
8. Godin B., Lamaudière S., Agneessens R. et al. 2013. Chemical characteristics and biofuels potentials of various plant biomasses: influence of the harvesting date. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93:3216–3224.
9. Goff B.M., Moore K.J., Fales L., Heaton A., 2010. Double-cropping sorghum for biomass. *Agronomy Journal*, 102:1586-1592.
10. Heuzé V., Tran G., 2015. *Cocksfoot (Dactylis glomerata)*. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. https://www.feedipedia.org/node/466
11. Harkot W., Warda M., Sawicki J. et al. 2007. The possibility of meadow sward use for energy purposes. *PTL Lkarstwo w Polsc (Grassland Science in Poland)*, 10: 59-67.
12. Mähnert P., Heiermann M., Pöchl M., Schelle H., Linke B., 2002. Alternative use for grassland cuts - forage grasses as biogas co-substrates. *Landtechnik*, 5: 260–261.
13. Marian G., 2016. *Biocombustibilii solizi -producere şi proprietăţi*. Manual pentru uzul producătorilor de biocombustibili solizi. Chişinău, 172 p.
14. Muñoz F., Andueza D., Delgado I., Ochoa M.J., 1999. Chemical composition and in vitro digestibility of herbaceous autochthonous plants in a semi-arid region of Spain. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 39, 75-78. *http://om.ciheam.org/om/pdf/c39/99600049.pdf*
15. Naydenova Y., Vasileva V., 2016. Analysis of forage quality of grass mixtures – perennial grasses with subterranean clover. *Journal of Basic and Applied Research*, 2(4): 534-540
16. Njoku S.I., Iversen J.A., Uellendahl H., Ahring B.K., 2013. Production of ethanol from hemicellulose fraction of cocksfoot grass using pichia stipitis. *Sustainable Chemical Processes*, 1(13): 1-7. *https://doi.org/10.1186/2043-7129-1-13*
17. Poiša L., Adamovičs A., Antipova L. et al. 2011. The chemical content of different energy crops *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference*, 1:191-196.
18. Revenco E., Ţîţei, V., 2021. *Înierbarea terenurilor agricole ca metodă de conservare a apei şi protejare a solului: Ghid practice pentru producătorii agricoli*. Chişinău: S. n., 60p.
19. Sacristán D., Cifre,J., Llompart M., Jaume J., Gulias J., 2021. Lignocellulosic biomass production and persistence of perennial grass species grown in Mediterranean marginal lands. *Agronomy*, 11, 2060. *https://doi.org/10.3390/agronomy11102060*
20. Seppälä M., Paavola T., Lehtomäki A., Rintala J., 2009. Biogas production from boreal herbaceous grasses - specific methane yield and methane yield per hectare. *Bioresource Technology*, 100(12): 2952– 2958. *https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.01.04*
21. Sobol Ł., Wolski K., Radkowski A., Piwowarczyk E., Jurkowski M., Bujak H., Dyjakon A., 2022. Determination of energy parameters and their variability between varieties of fodder and turf grasses. *Sustainability*, 14, 11369. *https://doi.org/10.3390/ su141811369*
22. Sosnowski J., Matsyura A., Jankowski K., Przytuła M., 2017. Cell wall fractions in the biomass of *Dactylis glomerata* and *Festuca pratensis. Ukrainian Journal of Ecology*, 7(1): 66–70.
23. Staniak M., 2016. The impact of drought stress on the yields and food value of selected forage grasses. *Acta Agrobotanica*, 69(2):1663. *http://dx.doi. org/10.5586/aa.1663*
24. Tenikecier H.S., Ates E., 2018. Chemical composition of six grass species (*Poaceae* sp.) from protected forest range in Northern Bulgaria. *Asian Journal of Applied Sciences, 11: 71-75.*
25. Ţîţei V., Roşca I., 2021. *Bunele practici de utilizare a terenurilor degradate în cultivarea culturilor cu potenţial de biomasă energetică.* Chişinău, 80 p.

26. Waliszewska B., Grzelak M., Gaweł E. et al. 2021. Chemical characteristics of selected grass species from polish meadows and their potential utilization for energy generation purposes. *Energies*, *14*, 1669. *https://doi.org/10.3390/en14061669*
27. Xue Z., Wang Y., Yang H., Li S., Zhang Y., 2020. Silage fermentation and *In vitro* degradation
28. characteristics of orchardgrass and alfalfa intercrop mixtures as influenced by forage ratios and nitrogen fertilizing levels. *Sustainability,* 12, 871*; doi:10.3390/su12030871*.

UDC: 582.738:633.32:581.19 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.78

COMPOZIȚIA BIOCHIMICĂ ȘI VALOREA NUTRITIVĂ A FURAJULUI DE GHIZDEI CORNICULAT *Lotus corniculatus* L. ȘI TRIFOI ROZ *Trifolium hibridum* L. ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Ţîţei Victor
Grădina Botanică Națională (Institut) „Alexandru Ciubotaru" a USM, Chişinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-1961-1536, e-mail: victor. titei@gb.usm.md

Summary. We investigated the quality indices of the green mass and hay from local ecotypes of bird's-foot trefoil (Lotus corniculatus) and alsike clover (Trifolium hybridum), which grown in monoculture in an experimental field of the National Botanical Garden (Institute) MSU, Chişinău, Republic of Moldova. It was determined that the biochemical composition and nutritive value of the dry matter from bird's-foot trefoil and alsike clover whole plants was: 16.40-16.54% crude protein, 3.17-3.90% crude fats, 22.44-34.97% crude cellulose, 34.71-49.29% nitrogen free extract, 8.56-10.04% ash, 1.12-1.14% calcium, 0.26-0.27% phosphorus, 4.16-5.54% sugars, 1.53-1.95% starch, 11.72-57.51 mg/kg cartene with 8.22- 9.96 MJ/kg ME and 4.48-5.76 MJ/kg NEl. The biochemical composition and nutritive value of hay dry matter from studied species was: 18.55-19.69% crude protein, 1.59-2.68% crude fats, 26.90-31.40% crude cellulose, 9.42-10.27% nitrogen free extract, 9.42-10.27 % ash, 1.11-1.26% calcium, 0.28-0.29% phosphorus, 4.23-4.59% sugars, 1.40-1.56% starch, 23.05-68.83 mg/kg cartene with 8.25-8.58 MJ/kg ME and 4.59-4.84 MJ/kg NEl. The studied alsike clover ecotipe have optimal quality as fodder for farm animals.

Keywords: biochemical composition, green mass, hay, Lotus corniculatus, nutritive value, *Trifolium hybridum*.

Introducere

Extinderea sortimentului de culturi furajere, adaptate pentru valorificarea diferitor tipuri de soluri este esenţială pentru revitalizarea sectorului zootehnic, asigurarea unor producţii durabile de furaje pentru satisfacerea necesităților vitale, bunăstării și manifestarea potențialului productiv pentru diferite specii și rase de animale, contribuție la siguranța și securitatea alimentară a populației, sporirea volumului de export a producției animaliere. Este cunoscut că speciile din familia *Fabaceae* Lindley. (sin. *Leguminosae* Juss., *Papilionaceae* Giseke) contribuie la stoparea proceselor de degradare și sporire a fertilității solului, fixării azotului atmosferic și mobilizării fosforului în sol, asigură un nutreț energo-proteic de înaltă calitate prin păscut, masa proaspătă cosită sau conservată sub formă de fân și siloz (Duke, 1981; Frame, 2005; Teleuţă & Ţîţei, 2016; Revenco & Ţîţei, 2021). În Flora Basarabiei familia *Fabaceae* cuprinde 146 specii din 35 de genuri, inclusiv genul *Trifolium* L. este reprezentat prin 20 specii și genul *Lotus* L. este reprezentat prin 2 specii (Izverscaia, 2020).

Scopul cercetării a constat în evaluarea compoziției biochimice și valorii nutritive a masei proaspete recoltate și fânului de ghizdei corniculat *Lotus corniculatus* și trifoi roz *Trifolium hibridum*.

Materiale şi metode

Ca obiect de studiu au servit plantele ecotipului local de ghizdei corniculat *Lotus corniculatus* și a ecotipul local de trifoi roz *Trifolium hibridum* menținute în cultură pură pe terenul experimental al Grădinii Botanice Naționale a Universității de Stat din Moldova, Chişinău, iar cultura leguminoasă furajeră tradițională - lucerna albastră *Medicago sativa* a servit ca martor. Mostrele de plante pentru investigații au fost prelevate la prima coasă în anul 2 de vegetație la demararea înfloririi. Fânul a fost preparat din plantelele recoltate și uscate în brazdă direct în câmp. Mostrele

de masă proaspătă-plante întregi și de fân pentru investigații biochimice au fost mărunțite la tocatorul staționat pentru furaje, supuse deshidratării în etuvă cu ventilaţie forţată la temperatura de 60°C. La finele fixării materialul biologic a fost măcinat fin la moara de laborator. Analizele de laborator efectuate au inclus determinarea următorilor indici: conținutul de substanță uscată, proteina brută, grăsimea brută, celuloza brută, cenușa brută, amidon, zaharul, substanțe extractive neazotate, calciu, fosfor, carotenă. A fost evaluată asigurarea cu energie brută, metabolizantă și netă lactație a furajului, conform procedeelor acreditate.

Rezultate şi discuţii

Am putea menționa că plantele de ghizdei corniculat *Lotus corniculatus* se evidențiază printr-un ritm de dezvotare mai accelerat, atingând perioada de înflorire cu 7 zile mai devreme față de trifoiul roz *Trifolium hibridum.* La momentul recoltării, demararea înfloririi, plantele de ghizdei corniculat atingeau înălțimea de 55-58 cm, plantele de trifoi roz- 62-65 cm și lucerna albastră - 82-93 cm. Conținutul de substanțe uscate în masa proaspătă recoltată constituie 179.3 g/kg la trifoi roz, 189.5g/kg la ghizdei corniculat, și 241.9 g/kg la lucerna albastră. Rezultatele privitor la compoziția biochimică și valoarea nutritivă a furajului proaspăt sunt prezentate în Tabelul 1. De notat, că concentrația de proteină brută în substanța uscată a furajului natural nu diferă esențial între speciile investigate. S-a stabilit că plantele de *Lotus corniculatus* și *Trifolium hibridum* se evidențiază printr-o concentrație mai înaltă de grăsimi brute comparativ cu plantele de *Medicago sativa*. Substanța uscată a plantelor de *Trifolium hibridum* are un conținut mai diminuat de celuloză brută, cenușă și mai înalt de substanțe extractive neazotate față de plantele de *Lotus corniculatus* și *Medicago sativa*. Plantele de *Lotus corniculatus* au o concentrație mai înaltă de celuloză brută, diminuată de substanțe extractive neazotate, zahar și amidon față de plantele de *Medicago sativa,* dar sunt mai bogate în carotenă. Plantele de *Trifolium hibridum* au un conținut foarte diminuat de carotene. Asigurarea cu fosfor și calciu a furajului din speciile investigate diferă esențial. Plantele de *Lotus corniculatus* și *Trifolium hibridum* au o concentrație mai ridicată de fosfor și mai diminuată de calciu față de *Medicago sativa.* Furajul de trifoi roz se evidențiază printr-o asigurare înaltă cu energie metabolizantă și cu energie netă lactație. Conținutul ridicat de celuloză brută din plantele de ghizdei corniculat s-a răsfrânt negativ asupra asigurării cu energie metabolizantă și cu energie netă lactație afurajului.

În literatura de specialitate sunt prezentate diferite rezultate privitor la conținutul de nutrienți în masa proaspătă de ghizdei corniculat și de trifoi roz. Conform datelor prezentate de Медведев & Сметанникова (1982) plantele de ghizdei corniculat au un conținut de 71.3% apă, 5.3% proteină brută, 0.8% grăsimi brute, 6.8% celuloză brută, 12.5% substanțe extractive neazotate și 3.2% cenușă, iar plantelele de trifoi roz respectiv 4.1% proteină brută, 0.7% grăsimi brute, 5.2% celuloză brută, 11.6% substanțe extractive neazotate și 2.4% cenușă. Кшникаткина și col. (2005) menționează că compoziția chimică a substanțelor uscate de ghizdei este: 21.0% proteină, 3.31% lipide, 25.68% celuloză, 7.31% cenușă. Ates (2011) a stabilit că plantele de trifoi roz au un conținut în substanță uscată de 18.97% proteină brută, 23.83-24.67% celuloză brută, 1.92-2.13% calciu și 0.38-0.39 % fosfor. Lang& Vejražka (2012) raportează că *Trifolium hybridum* are o productivitate de 9.19 t/ha substanță uscată cu un conținut de 218 g/kg proteină brută, 199.5 g/kg celuloză brută și 6.65 g/kg energie netă lactație. Naydenova și col. (2013) au stabilt că ghizdeiul corniculat recoltat de în perioada de butonizare-înflorire conține 28.02-31.39% NDF, 25.64-27.21% ADF, 6.28-6.80% ADL și 660.9-688.7 g/kg materie digestibilă *in vitro*. Petrović și col. (2014) a stabilit că ecotipurile investigate de *Trifolium hibridum* au o concentrație în substanță uscată de 18.64 -20.47% proteină brută, 17.78-25.24% celuloză brută și 1.91 - 2.51% grăsimi. Churkova și col. (2016) raportează că soiurile investigate de *Lotus corniculatus* în condițiile din Bulgaria conțin166.6-205.0 g/kg proteină brută, 18.9-272.9 g/kg celuloză brută, 333.8-408.5 g/kg NDF, 284.2-384.5 g/kg ADF, 77.2-99.0 g/kg ADL, 21.2-98.6 g/kg hemiceluloză, 200.7-284.6 g/kg celuloză, 58.17-63.29 % digestibilitate *in vitro*, RFV=134-180, 11.59-11.74 MJ/kg energie metabolizantă şi 5.86-6.21 MJ/kg energie netă lactație. Heuzé și col. (2016) menționează că masa recoltată de *Lotus corniculatus* are 23%

substanță uscată și conține 216 g/kg proteină brută, 264 g/kg celuloză brută, 41 g/kg lipide, 383 g/kg NDF, 282 g/kg ADF, 99 g/kg ADL, 96 g/kg cenușă, 62 g/kg zaharuri solubile, 11.3 g/kg Ca, 2.6 g/kg P, 49.6 g/kg tanine condensate, 68.8% materie organică digestibilă, 18.9 MJ/kg energie brută, 12.5 MJ/kg energie digestibilă și 9.8 MJ/kg energie metabolizantă. Грипась și coaut. (2016) raportează că soiul ‚Flamingo' de *Trifolium hibridum* are o concentrație în substanță uscată de 16.75-17.78 % proteină brută, 16.11-17.43% celuloză brută și 2.98-3.54 % grăsimi.

Tabelul 1

Compoziția biochimică și valoarea nutritivă a masei proaspete recoltate din speciile investigate

Indicii		*Lotus corniculatus*	*Trifolium hibridum*	*Medicago Sativa*
Umiditatea,%	primă	79,75	81,32	74,89
	hidroscopică	6,42	4,02	3,67
	totală	81,05	82,07	75,81
Substanța uscată în masa recoltată, g/kg		189,5	179,3	241,9
Proteină brută, %	în substanța uscată	15,35	15,88	15,75
	în substanța absolut uscată	16,40	16,54	16,35
	în masa proaspătă	3,11	2,97	3,95
Grăsime brută, %	în substanța uscată	3,65	3,04	2,12
	în substanța absolut uscată	3,90	3,17	2,20
	în masa proaspătă	0,74	0,57	0,53
Celuloză brută, %	în substanța uscată	32,72	21,54	26,94
	în substanța absolut uscată	34,97	22,44	27,97
	în masa proaspătă	6,53	4,02	6,76
Cenușă brută, %	în substanța uscată	9,40	8,22	9,73
	în substanța absolut uscată	10,04	8,56	10,10
	în masa proaspătă	1,91	1,54	2,44
Substanțe extractive neazotate, %	în substanța uscată	32,48	47,31	41,79
	în subst. absolut uscată	34,71	49,29	43,38
	în masa proaspătă	6,58	8,84	10,49
Carotenă, mg/kg		57,51	11,72	47,15
Calciu, %	în substanța absolut uscată	1,12	1,14	1,73
Fosfor, %	în substanța absolut uscată	0,27	0,26	0,17
Zahar, %	în substanța absolut uscată	4,46	5,54	4,80
Amidon, %	în substanța absolut uscată	1,95	1,53	2,32
Energie brută, MJ/kg	în substanța absolut uscată	18,54	18,43	17,99
	în masa proaspătă	3,51	3,30	4,35
Energie metabolizantă, MJ/kg	în substanța absolut uscată	8,22	9,96	8,93
	în masa proaspătă	1,56	1,79	2,16
Energie netă lactație, MJ/kg	în substanța absolut uscată	4,48	5,76	5,08
	în masa proaspătă	0,85	1,03	1,23

Нелюбина & Касаткина (2017) relatează despre o productivitate din 2 coase de 20.3-27.2 t/ha masa proaspătă sau 4.2-5.6 t/ha substanțe uscate 4.2-5.6 t/ha cu o valoare de 18.9-21.4 % proteină brută, 2.6-2.9 % grăsimi, 24.9-29.1 % celuloză brută, 7.8- 8.3 % minerale, 40.6-42.4 % substanțe extractive neazotate ce asigură o înaltă încărcătură cu energie metabolizantă (9.49-10.35 MJ/kg) și unități nutritive (0.76-0.80 kg), proteină digestibilă (147-154 g/kg). Sheaffer și col. (2018) menționează că *Trifolium hibridum* are o concentrație de 17.1-24.4% CP, 28.8-42.0% NDF, 62.9-70.1% materie digestibilă *in vitro*; *Lotus corniculatus* respectiv 15.7-22.5% CP, 37.7-48.5 % NDF, 58.9-64.4% materie digestibilă in vitro, iar plantele de *Medicago sativa* respectiv 14.3-20.3% CP, 42.0-50.7% NDF, 57.9-62.5% materie digestibilă *in vitro*. Писковацкая și coaut. (2020) menționează că în dependență de perioada recoltării plantelor de *Trifolium hibridum* concentrația de

proteină brută în substanța uscată variază de la 223 g/kg la 169 g/kg, iar concentrația de celuloză brută de la 139 g/kg la 275 g/kg. Belashova și coaut. (2024) menționează că trifoiul roz *Trifolium hibridum* are o concentrație în substanța uscată de 216.4 g/kg proteină brută și 6.99 g/kg fosfor. Coșman și col. (2020) au stabilit că soiul 'Doru' de *Lotus corniculatus* în anul 3 de vegetație din patru coase are o productivitate de 44.5 t/ha masă proaspătă s-au 9.7 t/ha substanţa uscată cu un conținut de 143.5-194.5 g/kg proteină brută, 30.1-44.8 g/kg grăsimi, 261.7-357.0 g/kg celuloză brută, 38.3-456.1 g/kg, substanțe extractive neazotat, 91.4-106.6% cenușă, 37.5-61.0 g/kg zaharuri, 18.1-37.8 g/kg amidon, 10.6-14.9 g/kg calciu, 2.2-3.3 g/kg fosfor 48.45-77.00 mg/kg carotenă.

Tabelul 2

Compoziţia biochimică, valoarea nutritivă a fânului din speciile investigate

Indicii		***Lotus corniculatus***	***Trifolium Hibridum***
Umiditatea,%	primă	7,72	12,00
	hidroscopică	6,65	5,09
	totală	13,85	16,48
Substanţa uscată în fân,%		861,5	83,52
Proteină brută, %	în substanța uscată	17,31	18,69
	în substanța absolut uscată	18,55	19,69
	în fân	15,98	16,44
Grăsime brută, %	în substanța uscată	2,50	1,51
	în substanța absolut uscată	2,68	1,59
	în fân	2,30	1,33
Celuloză brută, %	în substanța uscată	29,32	25,53
	în substanța absolut uscată	31,40	26,90
	în fân	27,05	22,47
Cenușă brută, %	în substanța uscată	9,58	8,94
	în substanța absolut uscată	10,27	9,42
	în fân	8,84	7,87
Substanțe extractive neazotate, %	în substanța uscată	34,67	40,24
	în substanța absolut uscată	37,12	42,40
	în fân	31,98	35,41
Carotenă, mg/kg		68,83	23,05
Calciu, %	în substanța uscată	1,11	1,26
Fosfor, %	în substanța uscată	0,29	0,28
Zahăr, %	în substanța uscată	4,23	4,59
Amidon, %	în substanța absolut uscată	1,56	1,40
Energie brută, MJ/kg	în substanța absolut uscată	18,76	18,17
	în fân	16,16	15,18
Energie metabolizantă, MJ/kg	în substanța absolut uscată	8,25	8,58
	în fân	7,10	7,17
Energie netă lactație, MJ/kg	în substanța absolut uscată	4,59	4,89
	în fân	3,95	4,08

Pentru animalele de fermă fânul este un nutreţ valoros, atât în raţiile de alimentaţie în perioada de toamnă-primăvară, dar şi pe tot parcursul anului, asigurând o sursă esenţială de nutrienţi, mai ales, pentru tineretul de reproducţie, femelele gestante şi reproducătorii masculi, sprijină funcţiile motorii ale burdufului, adică rumegatul, activitate indispensabila pentru o valorificare corespunzătoare a hranei. Valoarea nutritivă a fânului depinde de specie, compoziţia floristică, de vârsta plantelor la recoltare, de sistemul de uscare şi păstrare. În rezultatul cercetărilor efectuate, Tabelul 2, s-a stabilit că fânul din speciile investigate se evidenţiază printr-o concentraţie înaltă de proteină brută. Fânul de trifoi roz are cu conţinut mai înalt de proteină și substanțe extractive neazotate, mai diminuat de celuloză brută, fapt ce asigură o încărcătură energetică și valoarea nutritivă superioară. Fânul de ghizdei corniculat are cu conţinut mai înalt de grăsimi și cenușă. Unele surse bibliografice descriu calitatea fânului de ghizdei corniculat și de trifoi roz. Conform datelor prezentate de Медведев & Сметанникова (1981) compoziția biochimică a fânul de ghizdei fiind de 14.0-22.3% proteină brută, 1.5-3.6% grăsimi, 6.9-11.2% cenușă, 22.4-26.0% celuloză brută, 39-51% substanțe extractive neazotat, iar a fânului de trifoi roz respectiv19% proteină brută, 12.6% grăsimi, 7.2% cenușă, 26.7% celuloză brută, 35.5% substanțe extractive neazotate. Kaplan și col. (2009), menționează că fânul de ghizdei corniculat conține 17.16-20.94% proteină brută, 38.00-43.95 % NDF, 30.62-38.78% ADF, 7.17-10.17% cenușă, 2.87 g/kg tanine condensate, 58.69-65.04 % substanță digestibilă, 9.25-9.59 MJ/kg energie metabolizantă, RFV= 119.6-159.3. Coblentz & Grabber (2013) au stabilit că concentrația de nutrienți în fânul de ghizdei corniculat în dependență de coasă variază 18.2-19.6% proteină, 37.2-40.1% NDF, 30.7-33.6% ADF, 8.7-9.7% lignin sulfurică, 5.4-6.5% hemiceluloză și 1.16-2.77% tanine condensate. Heuzé și col. (2016) raportează că fânul de *Lotus corniculatus* ghizdei corniculat conține 192 g/kg proteină, 304 g/kg celuloză brută, 17 g/kg lipide, 411 g/kg NDF, 339 g/kg ADF, 96 g/kg ADL, 110 g/kg cenușă, 13.4 g/kg Ca, 2.7 g/kg P, 18.2 g/kg tanine condensate, 61.0% ODM, 18.2 MJ/kg energie brută, 10.5 MJ/kg energie digestibilă şi 8.2 MJ/kg energie metabolizantă. Coşman şi col. (2020) au stabilit că substanţa uscată din fânul de ghizdei corniculat în dependență de coasă conține 18.19-20.76% proteină brută, 2.56-2.74% grăsimi, 31.62-32.42% celuloză brută, 33.86-36.33% substanțe extractive neazotat, 10.49-11.01% cenușă, 11.6 g/kg calciu, 2.9-3.4 g/kg fosfor.

Concluzii

Ecotipurile locale de ghizdei corniculat *Lotus corniculatus* şi de trifoi roz *Trifolium hibridum* prezintă interes economic și social în diversificarea sortimentului de plante leguminoase cultivate cu proprietăți de fixare a azotului atmosferic, valorificarea terenurilor slab productive, iar masa recoltată poate fi valorificată la producerea diferitor furaje pentru animale domestice.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 010102 *„Identificarea formelor valoroase de resurse vegetale cu utilitate multiplă pentru utilizare în economia circulară”*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe

1. Ates E., 2011. Some chemical and morphological properties of five clover species (*Trifolium* sp.) at different aspect of pasture in Belovets village (Razgrad) Bulgaria. *International Journal of Plant Production*, 5(3):255-262.
2. Belashova O.V., Kozlova O.V., Velichkovich N.S., et al. 2024. A phytochemical study of the clover growing in Kuzbass. *Foods and Raw Materials, 12(1):194–206. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2024-1-599*
3. Churkova B., Bozhanska T., Naydenova Y., 2016. Feeding value of bird's–foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) cultivar under conditions of the Central Northern part of Bulgaria. *Banat s Journal of Biotechnology*, 7(14):38-45.

4. Coblentz W.K., Grabber J.H., 2013. In situ protein degradation of alfalfa and birdsfoot trefoil hays and silages as influenced by condensed tannin concentration *Journal of Dairy Science*, 96:3120–3137.
5. Coşman S., Ţîţei V., Coşman V., Blaj V.A., Maruşca T., Cozari S., 2020. The quality of fodders from bird's-foot-trefoil, Lotus corniculatus L. under the conditions of Moldova. *Scientific Papers. Series D, Animal Science*, 63(2):101-126.
6. Duke J.A., 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. New York and London: Edit. Plenum Press, 345 p.
7. Frame J., 2005. *Forage Legumes for Temperate Grasslands*. Rome, Italy, and Enfield, USA: FAO, and Science Publishers Inc. 309 p.
8. Izverscaia T., 2020. Familia *Fabaceae*. In. *Flora Basarabiei*, Chişinău, vol.III, p. 388- 594.
9. Heuzé V., Tran G., Nozière P., Lebas F., 2016. Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. *https://www.feedipedia.org/node/280*
10. Kaplan M., Atalay A.I., Medjekal S., 2009. Potential nutritive value of wild birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) plants grown in different sites. *Livestock Research for Rural Development*, 21(7):1-9.
11. Lang J., Vejražka K., 2012. Yields and quality of forage legumes under imbalanced year precipitation conditions on south Moravia. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 6: 217–224.
12. Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D., 2013. Plant cell walls fiber components analysis and digestibility of bird's-foot trefoil (*Lotus comiculatus* L.) in the vegetation. *Agricultural Science and Technology*, 5 (2):164-167.
13. Petrović M., Lugić Z., Dajić-Stevanović Z., et al. 2014. Variability of alsike clover (*Trifolium hybridum* L.) natural populations from Serbia. In: *Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf*. Springer, Dordrecht., 61-66. *https://doi.org/10.1007/978-94-017-9044-4_7*
14. Revenco E., Ţîţei V., 2021. *Înierbarea terenurilor agricole ca metodă de conservare a apei și protejare a solului: Ghid practice pentru producătorii agricoli.* Chişinău:S.n., 60 p.
15. Sheaffer C.C., Ehlke N.J., Albrecht K.A., Jungers J.M., Goplen J.J., 2018. *Forage Legumes Clovers, Birdsfoot Trefoil, Cicer Milkvetch, Crownvetch and Alfalfa*. Station Bulletin 608-2018 Minnesota Agricultural Experiment Station University of Minnesota Saint Paul, 64p. *https://conservancy.umn.edu/bitstreams/04c181c2-14e9-4c32-976e-3387c78f9b9a/download*
16. Teleuţă A., Ţîţei V., 2016. Economic value of some leguminous plant species of the collections from the Botanical Garden (Institute) of the Academy of Sciences of Moldova. *Journal of Plant Development*, 23:27-35.
17. Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В., Онучина О.Л., 2016. Новый сорт клевера гибридного Фламинго. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока,* 3 (52):10-14.
18. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И., Головатюк О.В., 2022. Агроэкологическое испытание многолетних бобовых трав в условиях орошения Юга России. *Орошаемое Земледелие,* 1(36):53-58. *DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-2*
19. Кшникаткина А.Н., Гущина В.А., Галиуллин А.А., Варламов В.А., Кшникаткин С.А., 2005. *Нетрадиционные кормовые культуры: учебное пособие*. Пенза, 241 с.
20. Медведев П. Ф., Сметанникова А. И., 1981. *Кормовые растения европейской части СССР:* Справочник. Л.: Колос, 336 с.
21. Нелюбина Ж.С., Касаткина Н.И., 2017. Формирование кормовой продуктивности лядвенца рогатого в зависимости от приемов возделывания в условиях Удмуртской Республики. *Нива Поволжья,* 1:47-53.

22. Писковацкая Р.Г., Макаева А.М., Рекашус Э.С., 2020. Тетраплоидный селекционныйматериал в создании нового сорта клевера гибридного. *Адаптивное Кормопроизводство*, 4:21-29. *DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-21-29 ISSN 2222-5366.*

UDC: 633.872:582.632.2:581.1 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.79

VARIAȚIA POTENȚIALULUI REDOX ÎN FRUNZELE STEJARULUI PEDUNCULAT: O ANALIZĂ A REACTIVITĂȚII OXIDATIVE ADAPTIVE

Zdioruk Nina[1,*], https://orcid.org/0009-0000-8879-3954
Cuza Petru[2], https://orcid.org/0000-0003-0192-4427
Nicolai Platovschii[1], https://orcid.org/0000-0001-6747-8226
[1]*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova*
[2]*Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova*
**e-mail: nina.zdioruk@sti.usm.md*

Summary. The study examined the overall activity of antioxidants, oxidases, and catalases in leaf extracts of pedunculate oak (*Quercus robur*) trees from different ecological zones (northern, central, and southern) of the Republic of Moldova. Results showed that antioxidant activity varies based on thermal dosage, recovery period, and ecological conditions. In the northern zone, overall antioxidant and oxidase activity was initially high after heat shock but decreased over time, whereas catalase activity remained consistently high. This suggests that northern pedunculate oaks have significant adaptive mechanisms to mitigate oxidative stress.

Keywords: *Quercus robur* L., leaves, thermal shock, antioxidant substances, oxidases, catalases, adaptation.

Introducere

Stejarul pedunculat (*Quercus robur* L.) este un arbore din zona temperată, larg răspândit în Europa, cu lemn valoros, care se utilizează pe scară largă în industria forestieră. Este cunoscut pentru rezistenţa şi capacitatea de a atinge vârste remarcabile, în unele cazuri de până la 800 de ani. Importanţa sa ecologică este considerabilă, deoarece serveşte drept habitat pentru numeroase specii de plante şi animale şi contribuie la menţinerea echilibrului în ecosistemele forestiere (Ducousso & Bordacs, 2004).

Având în vedere importanţa sa ecologică şi faptul că în ultimele decenii, în habitatul său nativ, s-au intensificat şi au devenit mai frecvente valurile de căldură asociate cu secetele persistente, stejarul pedunculat, o specie mezotermă şi mezofilă, este afectat de temperaturile caniculare şi de insuficienţa de precipitaţii. Potrivit unor studii, mai multe arborete de stejar pedunculat prezintă o vitalitate scăzută şi se află în proces de uscare (Cuza, 2017). Cercetările recente s-au concentrat pe investigarea toleranţei stejarului pedunculat la efectele temperaturilor ridicate, utilizând metode care evaluează starea fiziologică a arborilor prin analiza activităţii compuşilor enzimatici şi non-enzimatici ca răspuns la disfuncţiile celulare generate de stresul oxidativ (Kebert et al., 2022). Aceste eforturi de cercetare sunt esenţiale pentru înţelegerea şi gestionarea adaptării populaţiilor speciei în diverse habitate în faţa ameninţărilor generate de schimbările climatice în curs.

În literatura de specialitate, creşterea temperaturii, de obicei cu 10-15°C peste cea ambiantă, este considerată şoc termic sau stres termic (Wahid et al., 2007). Capacitatea de a rezista la stresul generat de temperaturile ridicate este specifică pentru fiecare specie şi poate fi observată până la momentul în care temperatura atinge un prag critic. Cu toate acestea, poate fi tolerată până la depăşirea acestuia, pentru o perioadă de timp suficientă, fără a provoca daune ireversibile creşterii şi dezvoltării plantelor (Wahid et al., 2007). O temperatură de prag se referă la o valoare a temperaturii medii zilnice la care începe o reducere detectabilă a creşterii. În identificarea pragurilor pentru stresul termic, trebuie luate în considerare toleranţa la căldură şi adaptarea termică a unei specii (Kaspari et al., 2015).

Creşterea şi dezvoltarea plantelor implică un număr complex de reacţii biochimice, toate fiind sensibile într-o oarecare măsură la temperatură. Depăşirea acestora peste un anumit prag poate duce la ieşirea de sub control a speciilor reactive ale oxigenului şi provocarea daunelor determinate de stresul oxidativ. Prin urmare, răspunsurile plantei la şocul termic variază în funcţie de amploarea creşterii temperaturii, durata acesteia şi specia de plantă.

Sporirea toleranţei la stresul termic este adesea asociată cu activităţile enzimelor implicate în sistemele antioxidante ale plantelor, cum ar fi superoxid dismutaza, peroxidazele, oxidazele şi catalazele. Plantele expuse la temperaturi extreme utilizează o gamă mai largă de antioxidanţi, fie enzimatici, fie non-enzimatici, pentru a atenua efectele nocive ale stresului oxidativ. Mai multe studii au demonstrat că activităţile crescute ale enzimelor de apărare antioxidante sunt corelate cu o toleranţă mai mare la stres, determinând astfel adaptarea plantelor (Lovreškov et al., 2022).

În studiul de faţă, ne-am propus să evaluăm activitatea totală a substanţelor antioxidante, a oxidazelor şi a catalazelor în extractele din frunzele arborilor de stejar pedunculat care cresc în diferite zone ecologice din Republica Moldova, după diferite perioade de timp de la aplicarea şocului termic, pentru a evalua reacţia lor specifică la stres în funcţie de doza termică, perioada de recuperare şi condiţiile de mediu în care se dezvoltă arborii de stejar pedunculat.

Material şi metode

Probele de frunze au fost prelevate din trei populaţii de stejar pedunculat care se dezvoltă în condiţii ecologice diferite ale Ocoalelor Silvice: Filimon Carcea (zona de nord), Călăraşi (zona de centru) şi Cociulia (zona de sud) din Republica Moldova. În laborator, frunzele au fost supuse unui şoc termic la o temperatură de 50°C, pentru perioade de timp de 20, 40 şi 60 de minute.

După aplicarea şocului termic, frunzele au fost păstrate în exsicatoare, unde li s-au asigurat condiţii controlate. În prima, a treia şi a cincea zi după şoc, au fost extrase probe de frunze pentru a efectua analiza biochimică, în scopul determinării activităţii sumare a substanţelor antioxidante, a oxidazelor şi catalazelor, conform metodei elaborate de Al. Dascaliuc (2018). Metoda aplicată constă în macerarea la rece a probelor de frunze, cu o greutate aproximativă de 0,1 g. Materialul rezultat a fost extras timp de 30 de minute, la temperatura de 25°C, într-o soluţie tampon conţinând 0,2 M Tris, la un pH de 7. Ulterior, extractul obţinut a fost centrifugat timp de 15 minute la 4000 g. A fost apoi măsurată dinamica diminuării conţinutului de oxigen în soluţiile experimentale în comparaţie cu soluţia martor (care conţinea doar 1,6 ml de soluţie tampon), utilizându-se un oximetru YSI (SUA). La 15 minute de la începerea incubării la temperatura de 25°C, conţinutul de oxigen în soluţie a atins faza staţionară, moment în care procentul de oxigen consumat devenea egal cu cel ce pătrundea în soluţie prin procesul de difuziune.

Rezultate şi discuţii

Datele prezentate în Figura 1a, b şi c evidenţiază că, într-o perioadă de 5 zile de recuperare de la şocul termic, procesele de legare a oxigenului în extractele din frunzele de stejar pedunculat au evoluat diferit în ceea ce priveşte activitatea sumară a substanţelor antioxidante şi oxidazelor, comparativ cu activitatea catalazei.

În zona de nord, activitatea sumară a substanţelor antioxidante şi cea a oxidazelor sunt comparabile şi ridicate în prima zi de la aplicarea şocului termic, sporind odată cu prelungirea perioadei de expunere a acestuia. Activitatea acestor substanţe este semnificativ mai mare decât în proba martor, ceea ce indică o sensibilitate înaltă a stejarilor la stresul termic. Totodată, în extractele frunzelor, activitatea catalazelor este înaltă (mai sporită decât cea a substanţelor antioxidante şi oxidazelor), însă, indiferent de durata expunerii la şoc, este mai scăzută decât în proba martor. Această observaţie indică că procesele de recuperare avansează la nivelul catalazelor, în timp ce la substanţele antioxidante şi oxidaze se prezintă o activitare sporită, în comparaţie cu proba martor.

După trei şi cinci zile de la şoc, a fost evidentă o tendinţă de diminuare a activităţii sumare a substanţelor antioxidante şi oxidazelor, ajungând la un nivel similar ca şi în proba martor,

prezentând valori mai reduse comparativ cu prima zi post-şoc. Dimpotrivă, activitatea catalazelor a crescut după 20 şi 40 de minute de şoc, fiind după cinci zile comparabilă cu proba martor.

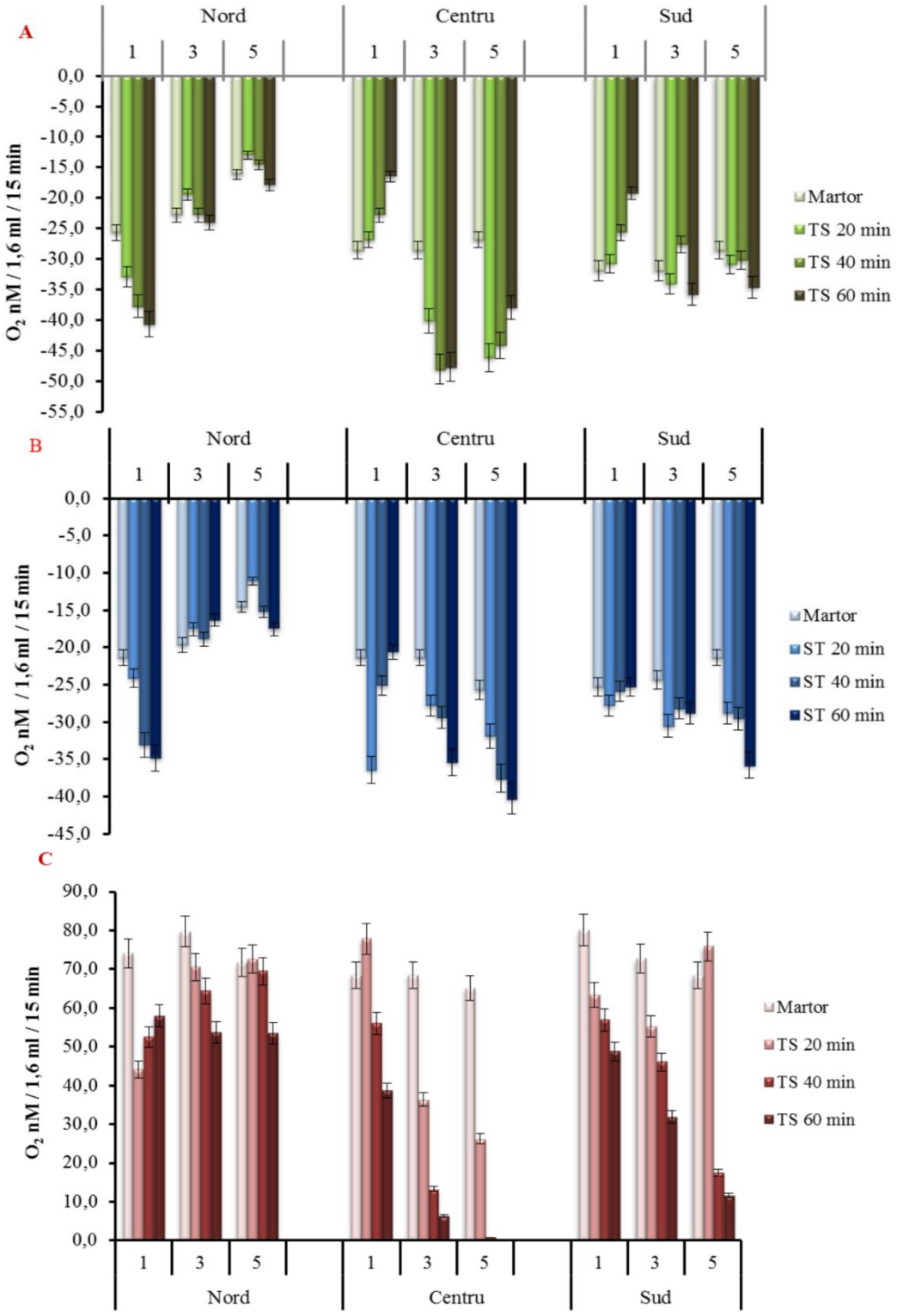


Figura 1. Dinamica schimbării activităţii substanţelor antioxidanţe (A), a oxidazelor (B) şi catalazelor (C) în extractele frunzelor de stejar pedunculat, expuse şocului termic la temperatura de 50°C pentru perioade de 20, 40 şi 60 de minute. Recuperarea activităţii componentelor antioxidante a fost evaluată în următoarele perioade de timp: 1 – prima zi, 3 – a treia zi, 5 – a cincea zi după aplicarea şocului termic

Datele obţinute indică faptul că în luna iulie, la arborii de stejar pedunculat care cresc în zona de nord, substanţele antioxidante joacă un rol important în atenuarea speciilor reactive ale oxigenului, care se formează ca urmare a şocului termic aplicat frunzelor. Cu toate acestea, transformările observate depind de ritmul activităţii acestor substanţe. Se remarcă o activitate înaltă a catalazelor, sugerând o activitate sporită a proceselor metabolice de anihilare a speciilor reactive ale oxigenului. Rezultatele obţinute indică că arborii de stejar pedunculat din zona de nord par să manifeste un răspuns complex la stresul termic, implicând interacţiuni specifice între substanţele antioxidante şi enzimele antioxidante, precum catalazele, pentru a atenua efectele negative ale acestuia şi pentru a-şi consolida termotoleranţa.

În zona de centru, analiza activităţii sumare a substanţelor antioxidante, a oxidazelor şi catalazelor în extractele frunzelor arborilor de stejar pedunculat după prima zi a şocului termic relevă o clară tendinţă de diminuare. Această tendinţă este observată în concordanţă cu creşterea perioadei de expunere la şocul termic şi, în acelaşi timp, activitatea devine mai mică decât în proba martor, odată cu prelungirea duratei şocului termic. Aceste constatări indică că expunerea la şocul termic generează procese de recuperare în rândul substanţelor antioxidante. În a treia şi a cincea zi după expunerea la şocul termic, activitatea sumară a substanţelor antioxidante şi a oxidazelor a înregistrat o creştere, în timp ce activitatea probei martor a fost semnificativ mai scăzută. Se observă astfel procesele de adaptare a arborilor la stresul termic, activând mecanismele de apărare antioxidantă pentru a atinua efectele şocului termic. Activitatea catalazei a prezentat o altă tendinţă, diminuându-se considerabil pe întreaga perioadă de după şoc, odată cu creşterea duratei expunerii la şocul termic. Aceste schimbări sugerează că sistemul enzimatic al arborilor de stejar pedunculat suferă schimbări complexe în răspunsul său la stresul termic, iar activitatea catalazei poate fi afectată diferit faţă de alte enzime antioxidante.

În zona de sud, s-a observat o activitate ridicată şi relativ constantă a substanţelor antioxidante şi a oxidazelor, ceea ce demonstrează că mecanismele antioxidante ale stejarilor din această zonă sunt active şi eficiente în gestionarea stresului termic. De asemenea, analiza activităţii antioxidante sumare şi a oxidazelor în timpul perioadei de recurepare, după trei şi cinci zile, a relevat o creştere evidentă în comparaţie cu extractele din frunzele probei martor. Acest fapt sugerează că expunerea la şocul termic stimulează activitatea acestor substanţe antioxidante ca răspuns la socul termic, demonstrând capacitatea arborilor de a-şi mobiliza mecanismele de apărare pentru a atenua efectele negative ale socului termic. Activitatea catalazelor a înregistrat o scădere odată cu prelungirea perioadei de recuperare după expunerea la şoc, indicând astfel o reglare specifică a acestor enzime în răspunsul arborilor la stresul termic din zona de sud. În final, arborii de stejar pedunculat din zona de sud par să se adapteze la stresul termic, având mecanisme antioxidante eficiente pentru a face faţă acestuia, dar şi o reglare specifică a activităţii catalazelor în timpul perioadei de recuperare.

Evaluarea activităţii substanţelor antioxidante în diferite zone ecologice s-a făcut în comparaţie cu cea din proba martor. De regulă, au fost observate tendinţe opuse în activitatea sumară a substanţelor antioxidante şi a oxidazelor faţă de cea caracteristică catalazelor. La substanţele antioxidante şi la oxidaze, a fost observată o activitate semnificativ mai mare în extractele frunzelor expuse la şocul termic decât în proba martor, pe parcursul întregii perioade de recuperare de cinci zile. Aceasta înseamnă că şocul termic a generat reacţii puternice de răspuns din partea acestor substanţe, activând mecanisme de protecţie pentru a atenua daunele provocate de speciile reactive ale oxigenului şi pentru a menţine funcţiile celulare. În cazul catalazelor, dimpotrivă, activitatea acestora în extractele frunzelor supuse şocului termic a fost ridicată, cu o diminuare semnificativă după trei şi cinci zile de recuperare, odată cu sporirea dozei termice, în comparaţie cu cea din proba martor. Se pare că tendinţele opuse observate între activitatea sumară a substanţelor antioxidante şi a oxidazelor faţă de cea a catalazelor sunt rezultatul unor mecanisme complexe de răspuns la stres, unde diferite componente ale sistemului antioxidant sunt reglate

diferit pentru a proteja eficient celulele împotriva daunelor provocate de stresul termic, la ,,costuri" energetice optime.

Pe baza rezultatelor prezentate, evaluate pe baza probelor de frunze prelevate din spaţiul de răspândire a trei populaţii naturale care se dezvoltă în condiţii de mediu diferite, se poate observa că, în comparaţie cu alte zone ecologice, procesele de adaptare a arborilor de stejar pedunculat sunt evidente în zona de nord a Republicii Moldova. În această zonă, se remarcă o activitate semnificativă a substanţelor antioxidante şi a oxidazelor în prima zi de recuperare după şocul termic, sugestivă pentru o reacţie puternică a stejarilor la stresul termic. De asemenea, activitatea catalazelor este ridicată pe întreaga perioadă de recuperare, indicând o intensificare a proceselor metabolice de anihilare a speciilor reactive ale oxigenului. Aceste constatări sugerează o adaptare eficientă a arborilor de stejar pedunculat din zona de nord la stresul termic, prin mobilizarea mecanismelor antioxidante pentru a atenua efectele negative ale acestuia şi pentru a-şi consolida termotoleranţa.

Este evident că activitatea sumară a substanţelor antioxidante, a oxidazelor şi catalazelor în extractele din frunzele stejarului pedunculat, după aplicarea şocului termic, este mai ridicată atunci când procesul de recuperare decurge mai eficient în zona de nord a Republicii Moldova. Acest proces se bazează pe unele studii care subliniază că activitatea oxidazelor constă în furnizarea surselor de energie necesare pentru funcţionarea celulelor şi este completată de activitatea oxidazelor responsabile pentru menţinerea sub control a speciilor reactive ale oxigenului în lanţul mitocondrial de transport a electronilor generat de factorii de stres (Finnegan et al., 2004). Această interpretare indică o relaţie între activitatea enzimatică şi procesul de recuperare a celulelor, oferind o explicaţie coerentă a rezultatelor prezentate în studiul nostru.

Un studiu relevant asupra speciilor lemnoase, realizat de L. Lovreškov et al. (2022) în pădurile din Croaţia, a investigat reacţia activităţii catalazei în frunze ca urmare a acţiunii stresului natural cauzat de secetă şi temperaturi caniculare. Conform rezultatelor raportate, s-au observat diferenţe semnificative în activitatea catalazei între arborii cu coroane defoliate (defolieri > 25%) şi cei cu coroane înfrunzite (defolieri ≤ 25%). În mod special, s-a constatat o activitate crescută a catalazei în frunze la speciile *Quercus ilex* şi *Pinus halepensis*, în timp ce aceasta a fost mai redusă în cazul speciilor *Quercus pubescens* şi *Pinus nigra*, care cresc în habitate naturale. Aceste analize ale activităţii catalazei ca răspuns la stresul termic natural denotă că speciile investigate adoptă mecanisme de protecţie specifice pentru a face faţă stresului termic natural şi dezvoltă strategii diverse pentru a-şi proteja integritatea celulară. Autorii au propus că activitatea catalazei ar putea fi un indicator biologic utilizat pentru predicţia stării fiziologice a plantelor evaluate în funcţie de amploarea stresului oxidativ înainte de apariţia unor leziuni şi uscări vizibile la arbori.

Concluzii

Studiul a evaluat variabilitatea activităţii sumare a substanţelor antioxidante, a oxidazelor şi a catalazelor în frunzele stejarului pedunculat, având în vedere doza termică aplicată, perioada de recuperare după şoc şi condiţiile ecologice în care cresc arborii. În zona de nord, activitatea sumară a substanţelor antioxidante şi a oxidazelor a fost ridicată în prima zi post-şoc, urmând să scadă ulterior. În schimb, activitatea catalazelor a fost iniţial crescută şi a continuat să sporească în perioada de recuperare. În zona de centru, activitatea substanţelor antioxidante şi a oxidazelor a crescut pe durata perioadei de recuperare, în timp ce activitatea catalazelor a scăzut odată cu prelungirea duratei şocului termic. În zona de sud, activitatea substanţelor antioxidante şi a oxidazelor a fost moderată şi constantă, pe când activitatea catalazelor a scăzut pe măsură ce durata şocului termic a crescut. Aceste rezultate indică o adaptare eficientă a arborilor de stejar pedunculat din zona de nord la stresul termic, prin mobilizarea mecanismelor antioxidante pentru a atenua efectele stresului oxidativ şi a le consolida termotoleranţa.

Referinţe

1. Dascaliuc A., Cuza P., Florenţă Gh. Potenţialul redox al extractelor din mugurii arborilor stejarului pedunculat, gorunului şi stejarului pufos în funcţie de anotimp. *Revista pădurilor*, 2018, 133(4): 21-36.
2. Ducousso A., Bordacs S. Technical guideline for conservation and use for pendunculate and sessile oaks. – *Quercus robur* and *Quercus petraea*, 2004, EUFORGEN.
3. Cuza P. Instalarea şi menţinerea speciilor de stejar (aspecte teoretice şi practice). Chişinău: F.E.-P Tipografia centrală, 2017. 256 p.
4. Finnegan P. M., Soole K. L., Umbach A. L. Alternative mitochondrial electron transport proteins in plants. *Plant Mitochondria: From Genome to Function* (eds D.A. Day, A.H. Millar & J. Whelan), 2004, p.163-230. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
5. Kaspari M., Clay N. A., Lucas J., Yanoviak S. P., Kay A. Thermal Adaptation Generates a Diversity of Thermal Limits in a Rainforest Ant Community. *Glob. Chang. Biol.*, 2015, 21: 1092-1102.
6. Kebert M., Vuksanovi V., Stefels J., Bojovi M., Horák R., Kosti S., Kovaevi B., Orlovi S., Neri L., Magli M., Rapparini F. Species-level differences in osmoprotectants and antioxidants contribute to stress tolerance of *Quercus robur* L., and *Q. cerris* L. seedlings under water deficit and high temperatures. *Plants*, 2022, 11(13): 1744.
7. Lovreškov L., Redovniković I. R., Limić I., Potočić N., Seletković I., Marušić M., Tušek J A., Jakovljević T., Butorac L. Are foliar nutrition status and indicators of oxidative stress associated with tree defoliation of four Mediterranean forest species? *Plants*, 2022, 11(24): 3484.
8. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. R. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 2007, 61(3): 199-223.

Section D: *Plant protection and advanced technologies for crops cultivation*

UDC: 632.952:633.854.78(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.80

SUNFLOWER PROTECTION AGAINST SPREAD DISEASES IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Andriychuk Tetyana, *https://orcid.org/0000-0002-7718-7964*
Skoreiko Alla*, *https://orcid.org/0000-0001-6336-0773*
Kuvshynov Alexander, *htpps://orcid.org.// 0000-0003-3649-9889*
Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS, v. Boiany, Ukraine
** e-mail: tatyjana58@gmail.com*

Summary. The results of fungicide usage BAS 762 02 F against spread sunflower diseases: septoria leaf spot of sunflower (*Septoria helianthi*Ell. et Kell.) and alternaria (*Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih.) in the western Forest-steppe of Ukraine. The best rates of usage for preparations' input according to the studies results during 2021–2022. The fungicide highest efficiency against septoria leaf spot observed in the scope 0.8–1.0 l/ha. The preparation's technical efficiency consisted of 78.8–81.4%. The fungicide BAS 762 02 F usage against alternaria reduced the sunflower's plant disease development on 3.7–6.9 times at preparation's consumption rate 0,6–1,0 l/ha in comparison with control. The preparation's technical efficiency consisted of 72.7 – 85.5%.

Keywords: sunflower, fungicide, pathogens, protection, efficiency.

Introduction

Sunflower is the main oilseed crop in Ukraine, in terms of the volume of cultivation of which the country occupies one of the leading places in the world. It's seedings increased 5 million hectares [1] on 2022. More than 70 % of sunflower seedings are concentrated in Steppe zone, and 30% in the Forest-steppe zone [2]. Changes in climatic conditions in Ukraine [3, 4] and military operations on the territory of the state lead to the movement of sunflower crops to the western region, where relatively favorable conditions for growing crops are currently developing. So the sunflowers seeding areas increases very quicker in western regions of Ukraine. So the sunflower's seedings increased in 2015-2017, respectively: Chernivtsi region in 1.7 times, Ternopil in 2.7 times, Chmelnitsky – 3.7, Rivno – 5.9, Lviv – 3.2, Ivano-Frankivsk – 2.6, Volyn in 6.4 times [5]. The yield of sunflower over the past few years (2020–2022) was 20.2–24.6 c/ha, that is, the potential yield of the crop is unrealized – the yield of modern hybrids can reach 3.5–4 tons of seeds per 1 ha with an oil content of 50% or more.

The numerous crop diseases is one of the reason for the yield lack. They considered more than 70 [2]. All aboveground plant's part and roots is nutrient medium for pathogens. Symptoms of powdery mildew, white and grey rots, phomopsis, fusarium and alternaria may appear at the germianation phase. Then, the spots of different etiology appeared on leaves and aboveground plants parts. They received serious development at the end of growing period. Septoria leaf spot, alternaria, phomosis, phomopsis are domianted. Rust and powdery mildew are less identified [6-10].

The most spread sunflower's diseases were: septoria leaf spot – (*Septoria helianthi* Ell. et Kell.) and alternaria blight of sunflower (*Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih.) [11] as per studies conducted by Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS. The assimilative leaf's part decreases during defeating. It causes to premature drying of plants, yield decreases and oil content decrease in seeds.

Alternaria blight of sunflower (dark brown spotting) is caused by an imperfect fungus *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih. Pathogen can affect shoots and young plants. Rounded yellow–brown spots with a diameter of up to 0.3 cm develop on cotyledons at the same time. Disease's symptoms also appear in later development stages – on leaves, petioles, stems and baskets in the form of black–brown spots of various sizes and shapes, which can later crack, forming necrotic ulcers. The alternaria development favored wet weather, heavy dews, and an air temperature of 15–30°C. The fungi sporulation appear in the spots during the high humidity. Alternaria blight of sunflower can penetrate into seeds and develops in form of mycelium. The source of primary infection is affected plant residues and seeds.

The causative agent of septoria (brown leaf spot) is an imperfect fungus *Septoria helianthi* Ell. et Kell. Pathogen damage symptoms appear in the second half of growing season (however, they can also be observed in the early stages of sunflower development) in the form of light yellow rounded spots (up to 1 cm in diameter), which eventually acquire a dark brown color. Small picnids -fungus fruiting form from the upper side of leaf. The defeated tissue may fall out, and the leaves may become perforated. Leaves dry out prematurely and spots joins during the strong disease development. Disease symptoms observed on baskets, more often on rounding leaves in the form of brown and rather big spots at the favorable terms. The pathogen overwinters in pycnids forms on affected plant remains and seeds.

Both pathogens cause premature drying of sunflower plants, which leads to significant losses of yield and oil content in seeds.

Purpose our research was to study the efficiency of sunflower seeds chemical protection using the fungicide BAS 762 02 F against common spots *Septoria helianthi* Ell. et Kell. and *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih. in the western Forest-steppe of Ukraine.

Materials and methods

The study conducted in the conditions of the western Forest-steppe of Ukraine on the experimental fields of Ukrainian science research plant quarantine station of the Institute of plant protection of the National Academy of Sciences during 2021–2022. The fungicide BAS 762 02 F (active ingredient of fungicide mefentrifluconazole, 100 g/l + boscalide, 200 g/l) used at the following consumption rates: 0.6 l/ha; 0.7 l/ha; 0.8 l/ha; 0.9 l/ha; 1.0 l/ha for processing vegetative sunflower plants. The preparation Amistar Extra used as a reference with consumption rate 0.75 l/ha. The operation solution consumption rate is 300 l/ha. Plant development phase – star phase (BBCH-51); processing quantity is singular, four times repeatability experiment.

The sod-podzolized gray hard loamy soils character for the area UkrSRPQS IPP NAAS. The following average weighted indicators of the nutrient content elements: humus – 2.0%, easily hydrolyzed nitrogen – 80 mg/kg, mobile phosphorus – 56 mg/kg, exchange potassium – 87 mg/kg, boron – 0.78 mg/kg, manganese – 19.12 mg/kg, copper – 0.82 mg/kg, iron – 5.20 mg/kg, zinc – 0.57 mg/kg, lead – 0.25 mg/kg, cadmium – 0.03 mg/kg. The index of weighted average acidity is 5.7 pH. The average weighted agrochemical score of soils in the farm is 33 points. The agroecological score of soil is 30 points.

The seeding rate was 45.5 thousand plants/ha. The young growth recorded on 10 (in 2021) and 12 (in 2022) days. The previous crop was winter cereals. The plowing was carried out after predecessor harvesting; in the spring – harrowing and pre-sowing preparation of the soil. Mineral and organic fertilizers don't use.

The diseases record and assessment of the degree of their development on plants was carried out on 10 plots located on 40 plants in 1 row in 10 places that were located at the same distance along 2 diagonals of the field. The number of defeated plants by each disease calculated separately at the same time.

The scale T. N. Selivanova's. V. V. Zatyamina used for determining spot defeatine plants (septoria leaf spot, alternaria blight of sunflower [12].

0 – healthy plants;

1 – up to 10% of the plant (bodies) surface is affected;

2 – 11-25% of the plant (body) surface is affected;

3 – defeated 26-50% of plant (body) surface;

4 – defeated more than 50% of plant's (body) surface

The disease spread determined as per formula: N=n•100 / N, where

– disease spread,%

n – number of diseased plants in the sample (or individual bodies);

N – the total number of plants (individual bodies) examined.

The disease development degree was determined as per formula: P=∑(a•d) •100 / N •k, where

P – disease development, %;

∑(a * b) – the sum of the products of the number of plants and the corresponding lesion score;

N – total number of accounting plants;

k – highest score on the accounting scale;

Experiment scheme:

№ S /P	Preparation	Treating period	Preparation's consumption rate, l / ha
1.	Control	(without treating)	–
2.	BAS 762 02 F	BBCH 51	0.6
3.	BAS 762 02 F	BBCH 51	0.7
4.	BAS 762 02 F	BBCH 51	0.8
5.	BAS 762 02 F	BBCH 51	0.9
6.	BAS 762 02 F	BBCH 51	1.0
7.	Amistar Extra	BBCH 51	0.75

The sunflower crops observation for the purpose of diseases accounting was carried out: in the phase of fully unfolded cotyledons (BBCH 10; first ten-days of May); in the phase of eight real leaves (BBCH 18); in the star phase (BBCH51; second ten-days of June); at the beginning of flowering (BBCH 61; third ten-days of June); at the end of flowering (BBCH 69; second ten-days of July); in the seed development phase (BBCH 71; first ten-days of August); in the maturation phase (BBCH 81); in the physiological phase ripeness (BBCH 87).

Results and discussion

Weather conditions during the study period characterized by elevated temperatures (exceeding the monthly average by + 0.6...+2.1°C) and minimal periodic rains in June-July (precipitation was 53-88% of the norm), which suppressed the development of many pathogenic organisms. The defeated plants were not recorded during unfolded cotyledon phase (BBCH 10).

The first **septoria leaf spot** symptoms were discovered at the phase of eight true leaves (BBCH 18). Plant defeating by diseases consisted 18,4% in average, and disease development consisted of 5,7% during preparation treating BAS 762 02 F (star phase, BBCH 51). The plant defeating consisted of 11.5-6.2% at the preparations consumption rate 0,6-1,0 l/ha (in control-30,2%) at the blossoming beginning (BBCH 61). The disease development consisted of 1,0-2,0% (in control -7,6%). The plant defeating seriously increased at the phase of seeding development (BBCH 71) and it was consisted of 14,8-23,6% (on control – 37,1%), at disease development 1,9-4,3% (in control -14.8%). The disease defeating plant at the phase of physiological ripeness (BBCH 87) consisted of 17.1-25.4% (in the control – 45.3%), with disease development 4.2-8.1% (in the control – 22.6%). Preparation's technical efficiency consisted of 64.2-81.4%. Preparation's Amistar Extra technical efficiency consisted of 79,2% (table 1).

Table 1

Fungicide BAS 76202F activity efficiency against Septoria leaf spot *Septoriahe lianthi* Ell.et Kell.,(variety Florian, UkrSRPQS IPP NAAS, average 2021-2022).

Researches variants	Preparations consumption rate, l/ha	Plant damage, % BBCH 61	Disease development% BBCH 61	Plant damage, % BBCH 71	Disease development% BBCH 71	Plant damage, % BBCH 87	Disease development% BBCH 87	Technical efficiency,%
Control	-	30.2	7.6	37.1	14.8	45.3	22.6	-
BAS 762 02 F	0.6	16.2	2.0	23.6	4.3	25.4	8.1	64.2
BAS 762 02 F	0.7	14.8	1.7	20.4	3.9	22.4	7.2	68.1
BAS 762 02 F	0.8	13.8	1.3	18.6	2.4	20.5	4.8	78.8
BAS 762 02 F	0.9	12.0	1.2	16.7	2.1	17.2	4.6	79.6
BAS 762 02 F	1.0	11.5	1.0	14.8	1.9	16.0	4.2	81.4
Amistar Extra	2.0	12.3	1.2	15.2	2.0	17.1	4.7	79.2
LSD_{05}	-	0.5	0.3	0.6	0.3	0.3	0.6	-

The first symptoms **alternaria blight of sunflower** recorded on single plant leaves in the eight true leaf phase in early June (BBCH 18). The plant preparation treating BAS 762 02 F conducted on the star phase (BBCH 51). The plant disease defeating consisted of 17,2%; during disease development – 4.6%. The plant defeating consisted of 19,7; 18,5 (at control – 35,4%), at preparation's consumption rate 0.6 and 0,7 l/ha at the blossoming beginning (BBCH 61).

Table 2

The fungicide BAS 762 02 F efficiency action against alternaria blight of sunflower *Alternaria helianthi* Fries. (variety Florian, UkrSRPQS IPP, average at 2021-2022)

Researches variants	Preparation consumption rates, l/ha	Plant damage, % BBCH 61	Disease development, % BBCH 61	Plant damage, % BBCH 71	Disease development, % BBCH 71	Plant damage, % BBCH 87	Disease development, % BBCH 87	Technical efficiency, %
Control	-	35.4	12.8	57.1	23.2	84.3	31.1	-
BAS 762 02 F	0.6	19.7	3.2	26.5	6.0	38.5	8.5	72.7
BAS 762 02 F	0.7	18.5	2.7	22.6	5.1	32.2	7.1	77.2
BAS 762 02 F	0.8	17.4	1.9	20.4	3.5	25.1	5.0	83.9
BAS 762 02 F	0.9	17.1	1.7	18.1	3.3	23.1	4.9	84.2
BAS 762 02 F	1.0	16.9	1.5	17.2	2.9	22.7	4.5	85.5
Amistar Extra	2.0	17.5	1.7	18.0	3.4	27.5	4.8	84.6

LSD_{05}	-	0.5	0.1	1.0	0.1	1.5	1.1	-

Disease development consisted of 3.2; 2.7 (at control – 12,8%). The plant defeating consisted of 17,2 –26,5% (at control – 57,1%) at the preparation treating at the phase seeds development (BBCH 71), at disease development 2.9 – 6.0% (at control – 23,2%).

Conclusions

The sunflower treating by fungicide BAS 762 02 F against septoria leaf spot (Septoria helianthi Ell. et Kell.) and alternaria blight of sunflower (Alternaria helianthi (Hansf.) Tubaki & Nishih.) at the star phase allows to receive the reliable protection of leaf plant surface.

All preparation's applied doses inhibited the spots development (septoria leaf spot and alternaria blight of sunflower) in sunflower. The highest efficiency in disease inhibiting was observed with doses of 0.8-1.0 l/ha. The fungicide BAS 762 02 F efficiency against septoria leaf spot was consisted of 78.8-81.4%, against alternaria blight of sunflower consisted of 84.2-84.6%.

References

1. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2022. Державна служба статистики України, 2023. 1V. Рослинництво. Київ, 2023.
2. Петренкова В.П., Кривошеєва О.В., Маркова Т.Ю., Боровська. Хвороби соняшнику. Харків, ІР ім. В.Я.Юрєва УААН, 2005. 40 с.
3. Як змінюється клімат в Україні. Підготовлено за матеріалами Українського Гідрометцентру та АПД (Німецько-український агрополітичний діалог) 06.05.2020. URL: https://ecolog-ua.com/news/yak-zminyuyetsya-klimat-vukrayini
4. Федоренко А.В., Бахмут О.О., Неверовська Т.М. Прогноз фітосанітарного стану зернових колосових культур. In: *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 260—268. 1.
5. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2018. Державна служба статистики України, 2019. 1V. Рослинництво. Київ, 2019. С. 77—124. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/ Zb_sg_2018%20.pdf
6. Markell S., Harveson R., Block C., Gulya T., Fargo N.D., Febina M. Sunflower Disease Diagnostic Series (PP1727, *Reviewed Jan*.). 2018. URL: https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sunflower-disease-diagnostic-series
7. Mathew F., Harveson R., Gulya T., Thompson S., Block C., Markell S. Phomopsis Stem Canker of Sunflower. *Plant Health Instructor.* 2018. DOI: 10.1094/PHI-I-2018-1103-01
8. Prasad S.L. Seed Transmission of *Alternaria helianthi*, incitant of leaf blight of sunflower. 2010. URL: https://www.researchgate.net/publication/264166740_ Seed_Transmission_of_Alternaria_helianthi_Incitant_of_Leaf_Blight_of_Sunflower.DOI:10.13 140/2.1.2018.8800
9. Kgatle M.G., Truter M. Ramusi M., Flett B. *Alternaria alternata*, the causal agent of leaf blight of sunflower in South Africa. In: *European Journal of Plant Pathology*. 2018. 151(2). DOI: 10.1007/s10658-017-1402-7
10. Flett B. Alternaria leaf blight and seed infection. Pest control. 2017. URL: https://www.arc.agric.za/arc-gci/News Articles Library/Alternaria leaf blight and seed.
11. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Кувшинов А.Я. Оцінка фітосанітарного стану посівів соняшнику у західному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 73-84. DOI : https: //doi.org/10.36495/1606-9773.2021,67.73-84.
12. Селиванова Т.Н., Затямина В.В. Методы учета болезней, вредителей сорняков на подсолнечнике. In: *Защита растений.* 1996. №5.

UDC: 631.527:635.657 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.81

REGISTRATION OF "ÇİFTÇİ" CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) VARIETY

Atmaca Evren
Transıtıonal Zone Agrıcultural Research Instıtute, Eskisehir, Turkiye
https://orcid.org/0000-0001-5072-8612
e-mail: evren.atmaca@tarimorman.gov.tr

Summary. The most limiting factor for the spread of our registered chickpea varieties in chickpea production areas of Turkey is the unsuitability of the varieties for mechanized harvesting and their susceptibility to *Ascochyta rabie* disease. Upright growth form, first pod height and tolerance to *Ascochyta rabie* are among the important selection criteria in chickpea breeding programs. "Çiftçi" which is a chickpea cultivar bred in National plant breeding studies carried out in our country with the aim listed above is a result of cross Flip 97-122c and Flip 91 and 91-149C/Flip 86-110C from the different nurseries in 2004 and was chosen as the seventh plant of the segregating population at F5 generation by bulk method. The line of Flip 97-122C// Flip 91-149C/Flip 86-110C was taken to plant-to-progeny rows in 2010, was checked in preliminary yield trials between 2011 and 2015, and finally was evaluated according to multi-location advanced yield trials. "Çiftçi" cultivar with good characteristics such as tolerance to *Ascochyta rabie*, high yield capacity and a broad adaptation capability was registered to fix some problems in chickpea cultivation areas in 2021. Elite seed production of "Çiftçi" cultivar has been processed at Transitional Zone Agriculture Research Institute since 2021.

Keywords: Chickpea, Breeding, Variety, *Ascochyta rabie.*

Introduction

Food legumes are an important source of nutrition for human nutrition with their cheap and high-quality plant protein content, mineral, vitamin and fiber ratio. They contain an average of 20-25% protein in their seeds, which is approximately twice as much as cereal grains, and are a good source of nutrition due to the appropriate amount of amino acids in the protein composition (Şehirali, 1988; Friedman, 1996).

Chickpea, which is produced in almost every region of our country, is the first one among food legumes with 55.4% (Anonymus 2023). The main factor limiting the unit area grain yield in our country's chickpea production areas is the Anthracnose disease caused by the fungus *Ascochyta rabiei*. This disease, which is locally referred to as cloud stole and wind struck, causes great damage and product losses in chickpea fields, especially in regions with abundant rainfall, high relative humidity and air temperatures around 20°C in spring and early summer. Chemicals are used to combat this disease, and chemical control is not economical. The most effective solution to combat anthracnose disease is to use resistant varieties (Muehlbauer and Singh, 1987). In both national and international breeding programs, very successful studies are carried out to develop resistant varieties. With the studies carried out to date, sources of resistance have been determined and efforts have been made to transfer resistance to desired genotypes using classical breeding techniques (Singh and Reddy, 1993).

As a result of the chickpea breeding studies that started in 1965 and are still ongoing at Transitional Zone Agricultural Research Institute, 9 rams head chickpea varieties have been registered. "Çiftçi" chickpea variety is a very good variety in terms of agronomy, morphology and quality characteristics and is tolerant to *Ascochyta rabie* disease. Certified seed production of the variety is carried out at the Institute.

Materials and methods

The aim of Chickpea Breeding Studies carried out at Transition Zone Agricultural Research Institute is to breed and put chickpea varieties that are suitable for mechanized agriculture and also TSE standards in terms of quality, color and grain size, are tolerant to diseases, especially "*Ascochyta rabie*", and have high yield capacities for the climate and soil conditions of the Transition Zone and Central Anatolia Region into service of chickpea producers.

Chickpea is a self-pollinated plant and Introduction, Selection and Hybridization methods are used in its breeding studies aimed to develop varieties for use as food and roasted chickpeas. The material obtained by hybridization and then segregated until F4-F6 generation with the modified bulk method, individual plant selection has been made. The segregating material or single plants selected from landraces and the lines selected from foreign nurseries have been taken to the observation garden to observe the them in larger plots. The lines selected from that have been taken to comparative yield trials which are preliminary and multi-location advanced yield trials in order to be evaluated in terms of yield as well as other criteria. Lines that are seen as promising in preliminary yield trials have been testes in advanced Yield trials in farmer fields located in different regions or provinces of our country. As a result of the evaluations, lines that show superiority to the standards are tested in 8 locations in National chickpea yield trials at other agricultural research institute within the framework of National Chickpea Breeding Studies before being offered for registration. Finally, lines with superior characteristics have been determined to be offered for registration.

The lines included in the trials and the advanced generation segregating material have been tested against *Ascochyta rabie* in Anthracnose disease gardens established in Eskişehir and Ankara locations under artificial epidemic conditions within the framework of National Chickpea Breeding studies, and in the Çukurova Agricultural Research Institute disease garden under natural epidemic conditions with winter planting. Disease readings have been made according to the 1-9 scale (1: Immune, 2: Very Resistant, 3: Resistant, 4: Moderately resistant, 5: Tolerant, 6: Moderately susceptible, 7: Susceptible, 8: Very susceptible, 9: Most susceptible) developed by Reddy et al (1984), Reddy and Singh (1984) and Singh and Reddy (1993). In addition, the same lines used in the disease garden have been tested with molecular markers, TA2, TS54, and CaETR established by Tekeoglu et al. (2004), Cingilli et al. (2005), Kottapalli et al. (2009), Yorgancilar et al. (2009) and Madrid et al. (2013) in the Biotechnology Laboratory of the Transitional Zone Agricultural Research Institute.

Results and discussion

"Çiftçi" chickpea variety; Flip 97-122C and Flip 91-149C/Flip 86-110C lines in different nurseries were hybridized in 2004, and it was selected as the 7th plant of the segregating population that reached the F5 generation with bulk method until 2009. Flip 97-122C// Flip 91-149C/Flip 86-110C line was taken to plant-to-progeny rows in 2010. Then, it was evaluated in preliminary yield trials between 2011 and 2015, and in multi-location advanced yield trials between 2015 and 2017.
Flip 97-122 C is a genotype with medium tolerance to *Ascochyta rabie* disease, suitable for the climate and soil conditions of the Transition Region and Central Anatolia Region and in accordance with T.S.E. standards in terms of quality, color and grain size. Flip 91-149C/Flip 86-110C is a genotype that is suitable for TSE standards in terms of quality, color and grain size, is tolerant to *Ascochyta rabie* disease and has good agronomic properties. In the hybridization breeding initiated in our Institute in order to obtain a new variety that has the agronomy and quality characteristics of Flip 97-122 C genotype and is resistant to *Ascochyta rabie* disease, Flip 97-122 C has been used as the mother and Flip 91-149C/Flip 86-110C as the father.

During the breeding of varieties, resistance to *Ascochyta rabie* disease, agronomic properties, yield capacity and grain properties were considered as selection criteria for individual plant selection from the segregating population, and the Çiftçi chickpea variety has stood out in

terms of these properties. The tolerance of the variety to Anthracnose disease has been tested in Ankara and Eskişehir under artificial conditions within the framework of the National Chickpea Breeding Program. In addition, in the tests conducted with molecular markers in the Biotechnology Laboratory of the Transitional Zone Agricultural Research Institute, it has been found tolerant to *Ascochyta rabie* disease.

The Çiftçi chickpea variety has been evaluated in variety yield trials within the framework of the Transitional Zone Chickpea Breeding Studies conducted at the Transitional Zone Agricultural Research Institute between 2011 and 2014, and have always attracted attention in terms of its tolerance to Anthracnose disease and yield capacity. In the National Regional Yield trials established in Samsun, Ankara, Konya and Eskişehir provinces in 2015, it showed superiority to the standards in terms of yield capacity, while it has provided moderate adaptation to bad conditions, it has also gave good yields in good conditions, and it has achieved better a unit area grain yield than all the lines and varieties in the trial (Table 1). In addition, in the trials conducted in different provinces of our country (Tokat, Ankara, Konya, Amasya and Samsun) in 2019 by Republic of Turkiye, Ministry of Agriculture and Forestry, Seed Registration and Certification Directorate and evaluated impartially, Çiftçi chickpea variety ranked above all the lines and varieties in the trial with the highest average yield (Table 2). At the same time, as a result of the 2-year trials conducted by this institution, the Çiftçi variety again gave the highest unit area grain yield above all the varieties and variety candidates in the trial (Graphic 1) (Anonymus 2021).

Table 1

2015 National Chickpea Breeding Studies Regional Yield Trial Yield (kg/da) and Disease (*Ascochyta rabiei*) Results

Breeding line/Variety	Grain yield (kg/da)					Disease(1-9)		
	Samsun	Ankara	Konya	Eskişehir	Ortalama	Eskişehir	Ankara	Moleculer Markers R: resistant S: susceptible
1	142,1 bc	283,3 a	151,9 ab	124,5 b	175,5	6	5	R
2	119,8 c	248,6 b	112,6 de	115,8 b	149,2	5-6	6	R
3(Çİftçi)	140,2 bc	293,1 a	98,1 e	187,0 a	179,6	4	5	R
4	144,9 bc	287,1 a	111,3 de	139,4 b	170,7	5	4	R
5	136,4 bc	269,0 ab	147,9 ab	141,6 b	173,7	4	5	R
AZKAN (National variety)	197,4 a	289,2 a	122,0 cd	65,2 c	168,5	6	5	R
AKÇA (National variety)	160,5 b	146,3 c	132,9 bd	26,3 c	116,5	6	6	R
GÖKÇE (National variety)	127,7 c	134,5 c	159,7 a		140,6	6	5	R
UZUNLU-99 (National variety) (Standart)	128,3 c		143,4 ac		135,9	9		
CANITEZ-87 (National variety) (Standart)	118,6 c		143,0 ac		130,8	9	9	S
LSD	23,8	34,5	31,6	38,4				
CV(%)	12,4	9,6	15,4	20,3				

Table 2

Yield Results of Summer Planting Chickpea Agricultural Values Measurement Trials in 2019 (kg/da)

Varieties	Ankara	Konya	Amasya	Samsun	Tokat	Avarege
1- Çağatay (NV)	103,5 c	130,3 bc	104,3 de	168,1	257,5 abc	152,7 De
2- Akçin 91 (NV)	115,8 bc	124,4 c	88,8 ef	182,3	268,5 ab	155,9 cde
3- Ilgaz (NV)	103,7 c	155,0 ab	75,0 ef	199,7	282,5 a	163,2 bcd
4- Azkan (NV)	131,8 b	138,0 abc	128,1 cd	189,5	223,3 de	162,1 bcd
5- 15ESNBVD14	127,8 b	122,9 c	193,6 ab	186,1	236,6 b-e	173,4 Ab
6- **ÇİFTÇİ**	159,2 a	157,7 a	161,2 bc	188,3	254,2 a-d	184,1 A
7- Gökhöyük	102,8 c	121,1 c	201,8 a	182,9	237,6 b-e	169,2 B
8- Karlı	151,2 a	129,6 bc	152,5 c	189,5	219,9 e	168,5 Bc
9- Aydoğan	120,1 bc	121,3 c	190,6 ab	200,3	232,5 cde	173,0 Ab
10- Tragen N1	120,0 bc	129,8 bc	66,2 f	174,4	225,4 cde	143,1 E
11- Tragen N7	102,8 c	115,0 c	137,9 cd	131,7	242,8 b-e	146,0 E
F	**	*	**	ÖD	*	**

NV: (National variety)

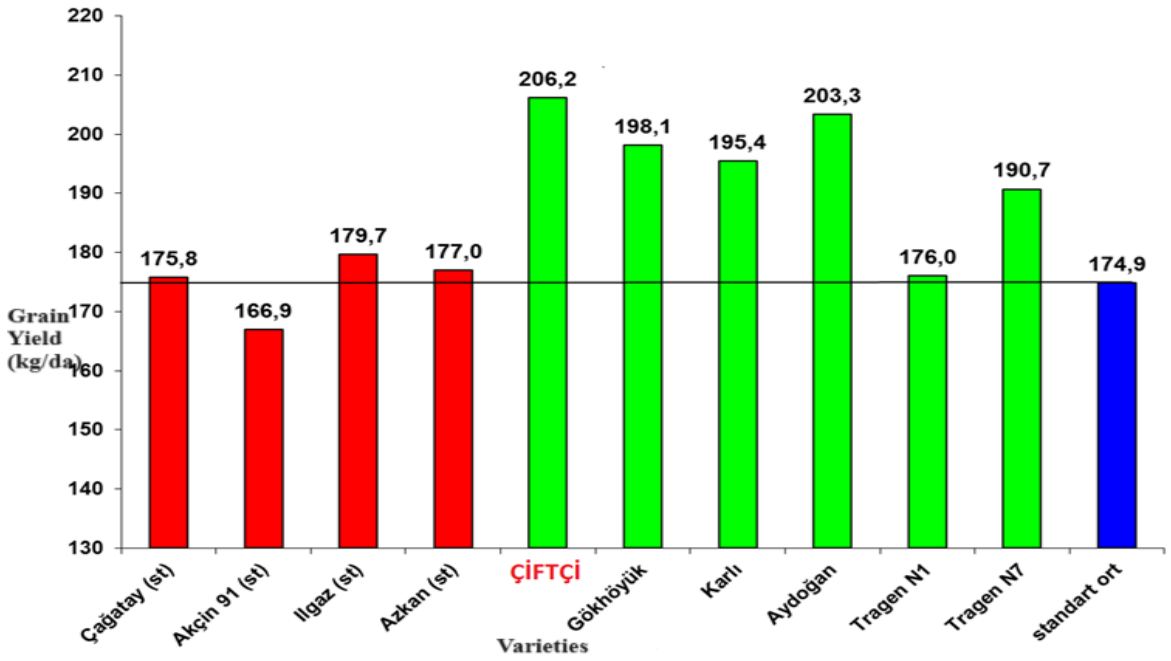


Figure 1. Yield Graph of Attempts to Measure Chickpea Agricultural Values in Summer Planting in 2019 and 2020

Conclusions

Çiftçi chickpea variety has had high yield and adaptation potential, been tolerant to *Ascochyta rabie* disease and been a large-grain variety, and differed from other chickpea varieties in that it has had an upright growth form, the first pod height and the plant height have varied between 20-38 cm and 37-70 cm respectively. Having these characteristics by the variety has allowed it to be easily harvested and threshed with a combine harvester, and chickpea planting areas to be moved to larger areas. This variety, which is tolerant to *Ascochyta rabie*, should be planted in early spring. The characteristics of this variety are shown in Table 3.

Table 3

Morphological, Agricultural, Quality, Disease and other characteristics of Ciftci Chickpea Variety

Morphological Traits	The plan height is middle high (35-70) cm, the first pod height is suitable for machine harvesting (20-38 cm), seed colour is cream, and seed shape is ram head.
Agronomic Traits	Middle late (106-125 days) Yield 206,2 kg/da, Min- Maximum Yield 157,7-331,7 kg/da. Sowing Norm 14-16 kg/da. Fertilization 6-7 kg/da phosphorus and 3-4 kg/da N are advised.
Quality Traits	100 Seed Weight 35,9-48,5 g, Sieve Analysis 9 mm: % 48,4-55,7 8 mm: % 35,2-42,9 7mm: % 8,6 Protein Content % 19,7-22,3 Cooking time varies between 43-49 minutes.
Diseases and Pests	It has been found tolerant to *Ascochyta rabie* disease in artificial epidemic conditions in the field.
Where Is It Advise to Cultivate?	It is advised in all region(Turkiye) where chickpea cultivation has been done.

While Elite stage certificated seed production of Çiftçi cultivar has cultivated at Transitional Zone Agriculture Research Institute, a SEED PRODUCTION RIGHTS agreement has been signed with ALTAT AGRICULTURAL PRODUCTS, operating in the Alaca District of Çorum Province in order to ensure faster production and multiplication to entry into the market.

References:

1. Anonymus 2021. Summer Chickpea Registration Report in 2021, Ankara.
2. https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=145 Acsese date: 18.08.2024
3. Anonymus 2023. https://www.tuik.gov.tr/ Acsese date: 18.08.2024
4. Cingilli, H., Altinkut, A., Akçin, A. 2005. "The Use of Microsatellite Markers in the Annual and Perennial Cicer species Growing in Turkey", Biology, 60: 93–98.
5. Friedman, M. 1996. Nutritional Value of Food Proteins from Different Food Sources. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:6-29.
6. Kottapalli, P., Gaur, P.M., Katiyar, S.K., Crouch, J.H., Buhariwalla, H.K., Pande, S., Gali, K.K. 2009. Mapping and validation of QTLs for resistance to an Indian isolate of Ascochyta blight pathogen in chickpea. In: *Euphytica*, 165(1), 79-88.
7. Muehlbauer, F.J. and K.B. Singh. 1987. Genetics of chickpea. P. 99-125. In M.C. Saxena and K.B. Singh (ed) The Chickpea, CAB Int, Oxon UK..
8. Reddy, M.V. and K.B. Singh 1984. Evaluation of World Collection of Chickpea Germ Plasm Accesions for Resistance to Ascochyta Blight. In: *Plant Disease,* 68, 900-901.
9. Reddy, M.V., K.B. Singh and Y.L. Nene. 1984. Screening Technicues for *Ascochyta blight* of Chickpea, In: *Ascochyta blight* and Winter Sowing of Chickpeas. M.C. Saxena and K.B.
10. Singh (Eds), MartinusNijhoff/D W.Junk Publishers, Printed in the Netherlands, 45-54.
11. Singh, K.B. and M.V. Reddy. 1993. Resistance to Six Races of Ascochyta rabiei in the World Germplasm Collection of Chickpea. In: *Crop Sci*., 33, 186-189.
12. Singh, K.B. M.V. Reddy. 1993. Sources of resistance to Ascochyta blight in wild Cicer species. In: *Neth. J. Plant Pathol*. 99: 163-167

13. Şehirali, S. 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1089, s. 314, Ankara- Türkiye.
14. Tekeoglu, M., Muehlbauer, F. J. 2004. QTL analysis of ascochyta blight resistance in chickpea. In: *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28:183-187.
15. Yorgancilar, O., Bilir, O., Cakir, S., Atmaca, E. 2009. Testing the resistance of chickpea lines and varieties grown at Anatolian Agricultural Research Institute against anthrocnase using molecular marker methods, Türkiye VIII. Field Crops Congress, 19-22 September, Hatay.

UDC: 631.847:633.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.82

TULPINA *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* CNMN-PsB-02 CU EFECT STIMULATOR ASUPRA GRÂULUI COMUN DE TOAMNĂ

Balan Ludmila*, *https://orcid.org/ 0000-0002-8319-6808*
Slanina Valerina, *https://orcid.org/ 0000-0002-9833-7933*
Bogdan-Golubi Nina, *https://orcid.org/ 0000-0003-2199-4414*
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: ludmila.batir@imb.utm.md*

Summary. Lack of mineral fertilizers in the soil, adverse weather conditions such as drought and high temperatures, faced by our country today, but also the negative effects of fungal diseases, cause harvest losses. Our research focused on the development of biotechnological solutions for agriculture by obtaining of plant growth stimulators. The present study showed the influence of *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 on the growth stimulation of wheat plants - the height increased twice, mass of plants by 3,6 times and root mass increased by 2,5 times.

Keywords: phytostimulation, microorganisms, wheat.

Introducere

În ultimii ani, datorită insuficienței îngrășămintelor minerale în sol, a condițiilor meteorologice nefavorabile, ca seceta și temperaturile ridicate cu care se confruntă țara noastră, dar și efectelor negative produse de bolile fungice, are loc scăderea recoltelor la culturile agricole de primă necesitate atât pentru alimentația omului cât și animalelor [8]. Astfel, multiplele probleme cu care se confruntă societatea contemporană privind lipsa sau insuficiența preparatelor naturale pentru diferite scopuri, în special pentru utilizarea lor în agricultură, degradarea solurilor arabile, poluarea mediului ambiant au dus la dezvoltarea biotehnologiei microbiologice moderne ce poate oferi soluții durabile pentru multe dintre aceste probleme, pornind de la un sistem fundamental de cunoștințe, bază tehnică specifică și transferul rapid de cunoștințe în practică. La nivel mondial, bolile plantelor duc la efecte dăunătoare asupra economiei și a proviziilor alimentare și reprezintă pericole grave atât pentru sănătatea umană cât și animală. Cel mai des în agricultură plantele sunt afectate de bolile fungice, infecția acestora ducând la scăderea randamentului, calității și cantității produsului finit.

Cercetările inițiate în controlul biologic, cu utilizarea microorganismelor, care îmbunătățesc creșterea plantelor în absența agenților patogeni sau reduc efectele dăunătoare ale agenților patogeni asupra randamentului culturilor prin antibioză, producție de HCN și siderofori pot dezvolta strategii eficiente pentru dezvoltarea agriculturii și protecției mediului [1, 3-7]. Utilizarea tulpinilor de bacterii nepatogene care sintetizează substanțe biologic active cu efect fitostimulator au un impact inofensiv asupra sănătății omului și mediului, ceea ce rezultă și din politicile FAO, ONU și UE.

Conform datelor descrise în litaratura de specialitate, bacterii producătoare de siderofori au fost descrise din cca 20 de genuri: *Azotobacter, Azospirillum, Bacillus, Dickeya, Enterobacter, Klebsiella, Kosakonia, Methylobacterium, Nocardia, Pantoea, Paenibacillus, Pseudomonas, Rhodococcus, Serratia, Streptomyces* și altele [10]. Un rol important pentru creșterea și reproducerea plantelor îl au macro și micronutrienții care fiind suplimentați în sol în formă anorganică sau organică sunt absorbiți de rădăcinile plantelor împreună cu apa iar mobilizarea și absorbția acestora mai eficientă are loc anume în prezența bacteriilor care sunt tot mai des utilizate în calitate de biofertilizatori [2, 9, 11].

Scopul cercetărilor noastre s-a axat pe necesitatea obținerii și elaborării unor soluții biotehnologice pentru agricultură, prin obținerea unor stimulatori ai productivității plantelor, fiind

inițiate un șir de cercetări, de identificare și selectare a unor tulpini de microorganisme cu potențial de sinteză a substanțelor bioactive, a posibilităților de stimulare a proceselor biosintetice și cu efect fitostimulator asupra plantelor de cultură. Cercetările prezente în acest studiu s-au bazat pe studiul influenței tulpinii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 asupra stimulării plantelor grâului comun de toamnă.

Materiale și metode

Obiecte și metode de studiu: În calitate de obiect de studiu a servit tulpina de bacterii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 – depozitată în Colecția Națională de Microorganisme Nepatogene din cadrul Institutului de Microbiologie și Biotehnologie al Universității Tehnice a Moldovei, în calitate de agent cu acțiune antifungică pronunțată asupra tulpinilor de fungi fitopatogeni. Tulpina dată a fost cultivată la agitatorul rotativ, timp de 48 ore, la temperatura 31 ± 1^0C pe mediul de cultivare King B lichid [12].

Testările de determinare a efectului fitostimulator au fost efectuate pe semințe de grâu comun de toamnă, soiul Moldova, care au fost inițial tratate timp de o oră cu suspensie bacteriană ($1x10^9$ UFC/mL) în diferite concentrații 1:100, 1:200, 1:300 și 1:400, proba martor a fost tratată cu apă distilată. După 14 zile de la plantare, a fost determinat procentul de germinare al plantulelor de grâu, înălțimea acestora, masa plantulelor și rădăcinilor atât în stare proaspătă cât și uscată.

Analiza statistică a datelor a fost efectuată folosind programul Microsoft Excel 2016. Pragul de semnificație statistică a fost p=0,05.

Rezultate și discuții

Semințele de grâu au fost plantate în sol, iar după 14 zile de la plantare am determinat procentul de germinare a semințelor. Astfel, în proba martor au germinat doar 85,71% din numărul total de semințe plantate (Tabelul 1).

Tabelul 1

Influența tulpinii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 asupra germinării și înălțimii plantelor de grâu comun de toamnă, soiul Moldova

Varianta		Germinarea	Înălțimea plantulelor	
		%	Cm	% Martor
Martor		85,71	10,5±3,0	100,0
Ps.-02	1:100	100,00	21,8±1,8	207,0
	1:200	93,33	22,9±0,8	217,2
	1:300	86,67	22,4±1,6	212,3
	1:400	86,67	21,8±1,4	206,5

Variantele tratate cu diferite concentrații ale soluției bacteriene de *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02, au demonstrat sporirea procentului plantulelor germinate, față de proba martor și depind de concentrația utilizată. Astfel, în varianta diluată de 100 ori germinarea a atins cota maximă, germinând toate semințele plantate. Odată cu majorarea diluției utilizate are loc scăderea procentului germinării însă nu scade mai jos de proba martor.

Un alt indicator determinat asupra acțiunii fitostimulatoare a fost înălțimea plantulelor care s-a remarcat printr-un spor evident majorat, încât înălțimea plantulelor tratate cu soluția bacteriană a dus la creșterea în înălțime a plantulelor de grâu, de 2 ori. Dacă în cazul probei martor am avut în medie înălțimea plantulelor de cca 10,5 cm, atunci în probele tratate cu soluția bacteriană, înălțimea plantulelor a variat între 21,8 – 22,9 cm. Efect stimulator maxim de creștere am obținut la tratatrea semințelor cu soluție a tulpinii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 în varianta diluată de 1:200 și 1:300 ori.

Pe lângă, dublarea înălțimii plantulelor, față de martor, masa acestora a crescut de cca 3,0 – 3,6 ori, atât în stare brută cât și în stare uscată (Figura 1).

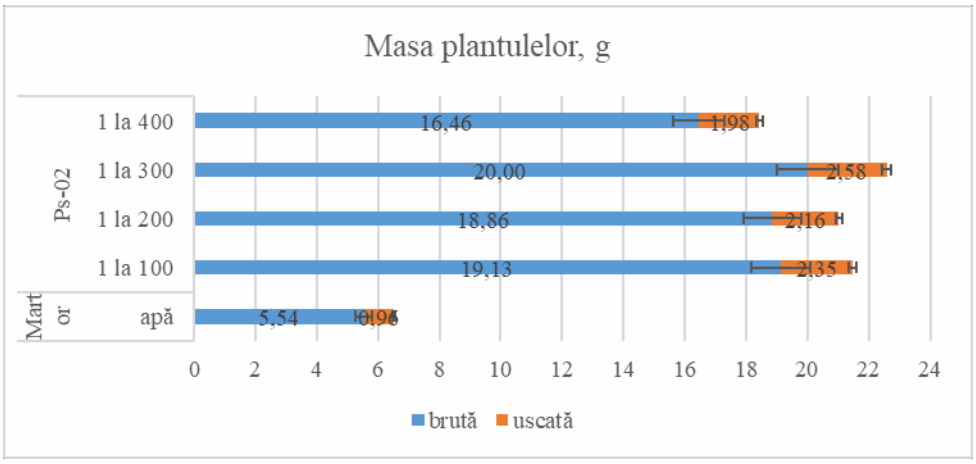


Figura 1. Influenţa tulpinii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 asupra masei plantulelor la grâul comun de toamnă, soiul Moldova, recalcul per 100 plantule

Analizând datele din figura de mai sus, putem constata că în cazul tratării semințelor grâului cu soluția bacteriană diluată de 1:100 și 1:200 ori, are loc creșterea masei brute a plantulelor de la 5,54 g – pentru proba martor până la 18,86 – 19,13 g, în aceste cazuri. Cel mai bun rezultat asupra masei brute a plantulelor (20,00 g) s-a obținut în cazul tratării cu biomasa tulpinii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02, în varianta diluată de 1:300.

În scopul aprecierii capacității tulpinii de microorganisme *Pseudomonas fuorescens* CNMN-PsB-02, de stimulare a creșterii plantelor de grâu, am studiat și masa brută și uscată a rădăcinilor, recalculată la 100 plantule. La fel ca și în cazul masei plantulelor tratate cu soluția microbiană a crescut și masa rădăcinilor de la 5,42 g în cazul probei martor până la 10,31 – 13,57 g, în cazul tratării semințelor cu tulpina *Pseudomonas fuorescens* CNMN-PsB-02, în dependență de concentrația utilizată (Figura 2).

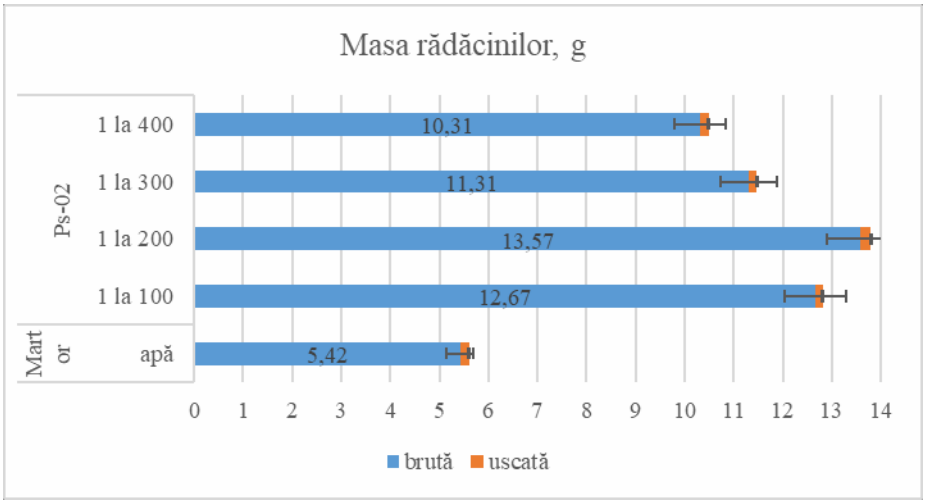


Figura 2. Influenţa tulpinii *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 asupra masei rădăcinilor la grâul comun de toamnă, soiul Moldova, recalcul per 100 plantule

Varianta prelucrată cu tulpina *Pseudomonas fuorescens* CNMN-PsB-02, diluată de 1:200 ori a demonstrat cel mai bun efect al masei rădăcinilor, atât în stare proaspătă cât și uscată.

Astfel, în rezultatul cercetărilor efectuate putem afirma că, prelucrarea semințelor grâului comun de toamnă, soiul Moldova, cu preparatul bacterian obținut în baza (biomasei) tulpinii

Pseudomonas fluorescens CNMN-PsB-02, duce la majorarea procentului germinativ al semințelor, la sporirea creșterii în înălțime a plantulelor și a masei brute atât a plantelor cât și a rădăcinilor.

Concluzii

În calitate de stimulator al creșterii plantelor grâului comun de toamnă, soiul Moldova poate fi utilizată cu succes tuplina de microorganisme *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02.

Prelucrarea semințelor grâului cu soluția bacteriană, în varianta diluată de 1:200 și 1:300, duce la sporirea creșterii în înălțime a plantulelor de grâu de cca 2,2 ori.

Masa brută a plantulelor grâului comun de toamnă, prelucrate cu *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-02 sporește de 3,0 – 3,6 ori față de martor (5,54 g) și a atins valoari de 16,46 – 20,00 g recalculate per 100 plantule.

Masa brută a rădăcinilor a variat între 10,31 – 13,57 g, în dependență de concentrația tulpinii bacteriene utilizată, față de 5,42 g a probei martor, ceea ce constiuie de 1,9 – 2,5 ori.

Notă. Rezultatele au fost obţinute în cadrul subprogramului 020101–InBioS „*Soluții biotehnologice inovative pentru agricultură, medicină și protecția mediului*”.

Referințe

1. Ashour AM, Sabet KA, El-Shabrawy EM, Alhanshoul AM (2013) Control of maize late wilt and enhancing plant growth parameters using rhizobacteria and organic compounds. In: *Egypt J Phytopath* 41(2):187–207
2. Eshaghi E., Nosrati R., Parviz O. et al. Zinc solubilization characteristics of efficient siderophore-producing soil bacteria. In: *Iranian Journal Microbiology*. 2019 Oct; 11(5): 419–430.
3. Larkin RP (2020) Biological control of soilborne diseases in organic potato production using hypovirulent strains of Rhizoctonia solani. In: *Biol Agric Hortic* 36:1–11
4. Mohammed A.F., Oloyede A.R., Odeseye A.O. (2020) Biological control of bacterial wilt of tomato caused by Ralstonia solanacearum using Pseudomonas species isolated from the rhizosphere of tomato plants. In: *Arch Phytopathol Plant Protect* 53(1–2):1–16
5. Nasr Ghazy, Sahar El-Nahrawy. Siderophore production by *Bacillus subtilis* MF497446 and *Pseudomonas koreensis* MG209738 and their efcacy in controlling *Cephalosporium maydis* in maize plant. In: *Archives of Microbiology* (2021) 203, p. 1195–1209.
6. Omara AED, Hauka F, Affy A, Nour El-Din M, Kassem M (2017) The role of some PGPR strains to biocontrol Rhizoctonia solani in soybean and enhancement the growth dynamics and seed yield. In: *Environ Biodiv Soil Secur* 1:47–59
7. Omara AED, Nour El-Din M, Hauka F, et al. (2018) Suppression of Rhizoctonia solani Damping-of in Soybean (*Glycine max* L.) by Plant Growth Promoting Rhizobacteria Strains. In: *Environment, Biodiversity and Soil Security* 2:39–49
8. Onofraş L., Todiras, V., Prisacari S., Lungu A., Zuza N. Influenţa microorganismelor de rizosferă şi a tehnologiei de utilizare asupra dezvoltării plantelor şi recoltei la porumb. *Problemele ecologice și geografice în contextul dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizări și perspective*, 15-16 septembrie, 2016, p. 518-522.
9. Singh JS. Plant growth promoting rhizobacteria. Resonance 2013; 18: 275– 281.
10. Timofeeva, A. M.; Galyamova, M. R.; Sedykh, S. E. Bacterial Siderophores: Classification, Biosynthesis, Perspectives of Use in Agriculture. In: *Plants* 2022, 11, 3065. https://doi.org/10.3390/plants11223065
11. Vejan P, Abdullah R, Khadiran T. et al. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability-a review. In: *Molecules* 2016; 21(5): E573.
12. Zarnea Gr., Mihailescu S. Principii şi tehnici de microbiologie generală. Bucureşti, vol. 1, 1992.

UDC: 631.81.095.337:634.232 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.83

EFECTUL ÎNGRĂȘĂMÂNTULUI FOLIAR PISTACHIO MIX PLUS NPA ASUPRA RANDAMENTULUI ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR DE CIREȘ

Balan Valerian*, *https://orcid.org/0000-0001-9875-8888*
Vamasescu Sergiu, *https://orcid.org/0000-0001-5537-0306*
Russu Stanislav *https://orcid.org/0009-0005-9115-5589*
Buza Cornel, *https://orcid.org/0009-0006-3097-9709*
Talpalaru Dumitru, *https://orcid.org/0009-0003-7098-4535*
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: valerianbalan@gmail.com*

Summary. The objective of the study is to determine the effect of the Pistachio Mix Plus NPA foliar fertilizer based on nanotechnology on the yield and quality of cherry fruits. The research was carried out on the Ferrovia cherry variety, grafted on Gisela 6, planted at a distance of 4x1.5 m. During the years 2022-2024, the foliar fertilizer was administered in 4 phenophases of cherry flower bud development in the dose of 2.5 l/ha. Applying Pistachio Mix Plus NPA in three phenophases (white-pink bud, petal shaking, beginning of budding), fruit yield increased by 14.4-23.5%, and their weight increased by 4-18.1% in the treated varieties in relation to the witness.

Keywords: *Prunus avium*; foliar fertilization; yield; fruit quality.

Introducere

Fertilizarea în cultura pomilor ocupă un rol determinant în tehnologie, datorită influenței semnificative a macro și microelementelor, asupra calității și cantității producției de fructe. Actualmente, fertilizarea foliară cu microelemente a devenit un procedeu de bază în ansamblul activităților de îngrijire a livezilor intensive. Fiindcă livezile moderne se bazează în fond pe îngrășăminte chimice, gestionarea nutrienților în plantațiile perene este o provocare importantă la scară globală (Balan et al., 2001; Zulfiqar et al., 2019; Csihon et al., 2021).

Pomicultura modernă prevede utilizarea îngrățămintelor chimice, solubile în apă, în sisteme de irigare prin picurare și pentru pulverizare foliară pentru a crește randamentul și pentru a îmbunătăți calitatea fructelor (Malhotra, 2016). Îngrășămintele solubile în apă sunt în principal combinații de N, P, K, Ca, Mg, S și micronutrienți în diferite raporturi. Acestea sunt de puritate ridicată cu pH acid (5,5- 6,5), potrivite pentru aplicare foliară și fertirigare, permit utilizarea eficientă a nutrimentelor, îmbunătățesc randamentul pomilor și calitatea fructelor. Fertilizarea foliară este potrivită pentru disponibilitatea micronutrienților pentru plante (Peteu et al., 2010; Balan et al., 2001, 2015), permite compensarea rapidă de element deficitar, reducerea pierderilor de nutrienți în fertilizare și mărește recolta prin gestionarea corectă a apei și a nutrienților (Gogos et al., 2012).

Din categoria microelementelor cu importanță fertilizantă semnificativă fac parte Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, a căror concentrație maximă din plante nu depășește pragul de 0,01% din substanța uscată, dar dețin funcții primordiale din punct de vedere a proceselor fiziologice, biochimice și metabolice în viața plantelor. Îngrășămintele foliare au un impact mai redus asupra mediului și un efect pozitiv asupra recoltei și a calității fructelor. *Nutrienții aplicați foliar sunt absorbiți rapid și utilizați de plantă* (Tagliavini et al., 2002; Nagy, 2012).

În pomicultură, tehnologiile moderne sunt folosite în principal pentru a crește recolta și obținerea unor fructe cu valori nutritive ridicate. Tehnică modernă care permite fabricarea de dispozitive, de talie moleculară, este utilizată pe scară largă în agricultura modernă pentru a ajuta la cunoașterea agriculturii de precizie (Duhan et al., 2017).

Scopul acestei lucrări a fost de a *investiga impactul utilizării îngrășământului cu microelemente (*B – 0,3; Cu – 0,5; Fe – 2,0; Mn – 0,5; Zn – 1,0) Pistachio Mix Plus NPA bazat pe nanotehnologie asupra recoltei și calității fructelor de cireș.

Materiale și metode

Locul experimental. Studiul a fost realizat în zona pomicolă de Sud-Est a Republicii Moldova în perioada anilor 2022-2024 și anume la SRL "Balcom", s. Tudora, r. Ștefan Vodă. Solul este argilos ușor nisipos, conținutul de humus variază între 0,8 și 1,21%, pH-ul solului este alcalin (pH 7,6-8,3). Livada a fost plantată în anul 2014 cu soiurile de cireș Skeena, Ferrovia, Biggaro Burlat, altoite pe portaltoiul Gisela 6. Pomii sunt conduși sub formă de Fus subțire și plantați la distanța de 4 x 1,5 m. În livadă au fost aplicate lucrările de întreținere și protecție fitosanitară a pomilor, conform principiilor managementului integrat al dăunătorilor în cultura cireșului. Solul s-a menținut prin înierbare și cu erbicidare pe rândul de pomi. Benzile dintre rânduri, late de 2,5 m, s-au cosit de buruieni la necesitate şi au rămas ca mulci. Pomii se irigă prin picurare.

Aplicarea tratamentelor. Obiectivul principal al acestui studiu a fost evaluarea efectului îngrășământului foliar bazat pe microelemente (Pistachio Mix Plus NPA), administrat pe fenofaze de vegetație, asupra recoltei și calității fructelor de cireș din soiul Ferrovia după cum urmează:

V1 - Martor netratat;
V2 - Dezmuguritul + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului
V3 - Buton verde + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului
V4 - Buton alb-roz + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului
V5 - Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului

S-a cercetat aplicarea produsului Pistachio Mix Plus NPA foliar în 4 fenofaze de dezvoltare a mugurilor florali la cireș în doza de 2,5 l/ha, utilizând 500 l/ha de apă cu valoarea PH-ului slab acidă (Ph 6,5). Tratamentele s-au efectuat dimineața cu stropitoarea portabilă când viteza vintului era minimă și temperatura era mai scăzută. Primul tratament a fost aplicat în momentul crăpării solzilor la mugurii generativi si apariția bracteelor de culoare verde-deschis (V2); boboci florali vizibili si separați, verzi si puțin deșchiși, codita (pedunculul) florilor este alungita (V3); bobocul floral la majoritatea florilor capătă forma unei mingi de culoare alb-roz, petalele sunt bine dezvoltate și bobocul stă să înflorească. Prima floare este deschisa (V4); majoritatea petalelor au căzut (V5).

În continuare tratamentele au fost repetate în variantele V2, V3, V4 când toate petalele s-au scuturat și la începutul pârguitului, când fructele virează din verde spre culoare alb-roz, galben verzuie (Tab 1). Pentru tratament în fiecare variantă s-a utilizat câte 8 l de soluție la 24 pomi, ca o consecință de 500 l de soluție la hectar.

Tabelul 1

Timpul tratamentelor

Varianta	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024
V1 – Martor netratat	-	-	-
V2 – Dezmuguritul + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	01.04	04.04	23,03
V3 - Buton verde + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	10.04	12.04	03.04
V4 - Buton alb-roz + Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	21.04	22.04	13.04
V5 - Scuturatul petalelor + Începutul pârguitului	11.05	09.05	04.05

Experiențele au fost expuse liniar și au inclus 3 repetiții a câte 8 pomi fiecare. Între variante și repetiții s-au lăsat câte 1 pom netratat, pentru a evita reunire între variante sau repetiții în timpul efectuării tratamentelor.

Obiecte de studiu. Soiul Ferrovia este de genealogie necunoscută, în Germană numit „Schneiders Späte Knorpel”, în Turcă „0900 Ziraat”. Pomul este de vigoare mare, cu coroană

răsfirată, intră pe rod în anul cinci-şase după plantare, fructifică preponderent pe buchete de mai şi ramuri mijlocii, are productivitate medie spre mare, inconstantă. Soiul este autosteril. Polenizatorii - Lapins, Kordia, Skeena, Regina, Stella, Georgia.

Fructul este mare de 8,5–9 g, cordiform, de culoare brună-roşietică. Pulpa roşie, mai intens colorată lângă sâmbure, consistentă, zemoasă, semiaderentă la sâmbure, cu bune caracteristici gustative. Fermitatea moderată. Fructele sunt sensibile la crăparea cauzată de ploaie şi moniliozâ, au rezistenţă bună la manipulare. Epoca de coacere - decada a treia a lunii iunie.

Pistachiomix Plus Npa® este soluţie cu conţinutul de microelemente (%): B – 0,3; Cu – 0,5; Fe – 2,0; Mn – 0,5; Zn – 1,0. Producător Tarim Ofisi® S.R.L. Turcia/ Isparta cartierul Gul Sanay,, nr. 25,Tel: +90 246 224 30 95.

Metode aplicate. Recolta de fructe pentru fiecare variantă s-a stabilit prin cântărirea individuală a fructelor de pe cei 24 pomi (kg/pom). Parametrii de calitate a fructelor au fost evaluaţi prin diametrul (mm) şi greutatea (g) fructelor. Masa medie a unui fruct (g) s-a stabilit prin cântărirea unei probe de 1 kg de cireşe, în fiecare repetiţie şi numărarea ulterioară a lor. Diametrul fructelor a fost evaluat pe baza a 100 fructe, în perioada de recoltare, cu ajutorul şablonului recomandat la sortarea fructelor (Voen).

Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat prin metoda analizei dispersie monofactorială şi metoda de corelaţie şi regresie (В. Доспехов, 1985). Datele obţinute în acest studiu sunt prezentate ca valori medii ± eroarea standard a mediei, calculată din trei repetiţii paralele. A fost calculată abaterea medie pătratică. Compararea valorilor medii s-a bazat pe analiza unidirecţională a varianţei (ANOVA) conform testului Tukey, la un nivel de semnificaţie de $P \leq 0,05$.

Rezultate şi discuţii

Actualmente, pentru a produce fructe durabile, este vital să se efectueze cercetări practice pentru a elabora noi metode de utilizare a îngrăşămintelor cu eficienţă nutriţională ridicată şi ecologice, pe faze de vegetaţie, pentru a obţine randamente mari de fructe calitative.

Randamentul soilui de cireş în anii de cercetare a fost la nivel normal (Tab. 2). Efectul tratamentelor asupra recoltei arată că cel mai mic randament a fost obţinut de la pomii în V1 (martor) în fiecare an (6,41-7,12 kg/pom), iar pomii trataţi cu microelemente au prezentat valori de 7,07-8,98 kg/pom. În anul 2022 recolta a fost mai mare în V4 (8,60 kg/pom) unde s-au efectuat 3 tratări, prima în fenofaza buton alb-roz, a 2-a când toate petalele s-au scuturat şi a 3-a la începutul pârguitului.

Tabelul 2

Efectul îngrăşământului foliar Pistachio Mix Plus NPA asupra recoltei de cireş la soiul Ferrovia (Portaltoiul Gisela 6, distanţa de plantare 4x1,5 m, coroana fus subţire vârsta pomilor 9-11 ani)

Varianta	Recolta, kg/pom			Recolta t/ha		
	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024
V1	7,12±0,19	6,88±0,14	6,41±0,29	11,68	11,46	10,67
V2	8,06±0,21	7,17±0,08	7,11±0,12	13,42	11,94	11,84
V3	8,10±0,18	7,27±0,15	8,87±0,51*	13,49	12,11	14,77
V4	8,60±0,52*	7,87±0,41*	8,98±0,64*	14,43	13,11	14,96
V5	8,37±0,35	7,07±0,27	7,59±0,42*	13,94	11,77	12,64

Notă: * - diferenţele sunt statistic veridice dintre variantele tratate şi martor ($P<0,05$).

În anul 2023 recolta de fructe a înregistrat aceeaşi legitate, ca şi în anul 2022, în sensul că cel mai mare randament s-a obţinut în V4. În anul 2024 recolta de fructe a prezentat valori între 6,41-8,98 kg/pom, fiind mai mare în V3, V4 şi V5, unde valorile obţinute sunt veridice comparativ cu martorul la pragul de semnificaţie $P<0,05$.

Randamentul culturii raportat la hectar a fost, de asemenea, cel mai mic la pomii netratați (10,67-11,86 t/ha), în timp ce pomii tratați cu microelemente au prezentat valori între 11,77 și 14,96 t/ha. În anul 2022, cea mai mare recoltă (14,43 t/ha) a fost înregistrată în V4 în timp ce datele pomilor martor au fost mai mici cu 23,5% (11,68 t/ha). În anul 2023 randamentul în V4 (13,11 t/ha), de asemenea, a depășit martorul cu 14,4% (11,46 t/ha). În anul 2024 cel mai mare randament a fost realizat în variantele când tratările au început în fenofaza buton verde (V3), buton alb-roz (V4) și scuturatul petalelor (V5). În concluzie menționăm, că diferența veridică dintre variantele tratate V3, V4, V5 și martor se datorează faptului că tratările cu microelemente a pomilor s-a efectuat 3 ani consecutiv.

Mărimea cireșelor a fost între 27,4 și 28,8 mm în primii doi ani, iar în anul 2024 diametrul fructelor s-a micșorat și a constituit 24,5-26,3 mm (Tab. 3). Aceste diferențe sunt mai evidente la determinarea greutății fructelor, deoarece tratamentele foliar, pe fenofaze de fructificare, cu microelemente au contribuit la o creștere de 9,7-17,4% în anul 2022 (9,9-10,8 g) comparativ cu martorul netratat (9,2 g), iar fructe mai mari au fost culese în V3 și V4 (10,4-10,8 g).

Tabelul 3

Efectul îngrășământului foliar Pistachio Mix Plus NPA asupra mărimii cireșelor la soiul Ferrovia (Portaltoiul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9-11 ani)

Varianta	Diametrul fructelr, mm				Masa fructelor, g			
	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024	Media, 2022-2024	Anul 2022	Anul 2023	Anul 2024	Media, 2022-2024
V1	27,4	27,6	24,5	26,5	9,2	9,9	7,7	8,93
V2	27,9	27,6	25,4	26,96	9,9	10,7	8,1	9,56
V3	28,3	28,5	26,3	27,70	10,4	11,7	8,7	10,26
V4	28,5	28,8	26,2	27,83	10,8	11,3	9,0	10,36
V5	27,9	28,8	25,9	27,53	10,1	10,7	8,2	9,66

În 2023, greutatea fructelor în variantele tratate a fost mai mare cu 4-18,1% (10,7-11,7 g), dar în anul 2024 masa fructelor culese a depășit martorul cu 5,1-11,7%. Astfel, în 2023 masa fructelor în V1 a fost de 9,9 g, în timp ce cireșele din pomii tratați cu îngrășământul foliar Pistachio Mix Plus NPA a fost de 10,7-11,7 g. În anul 2024 greutatea fructelor s-a micșorat simțitor (7,7 g/fruct), comparativ cu anii precedenți (9,2-11,7 g/fruct), deoarece temperaturile ridicate din timpul dezvoltării lor au accelerat coacerea.

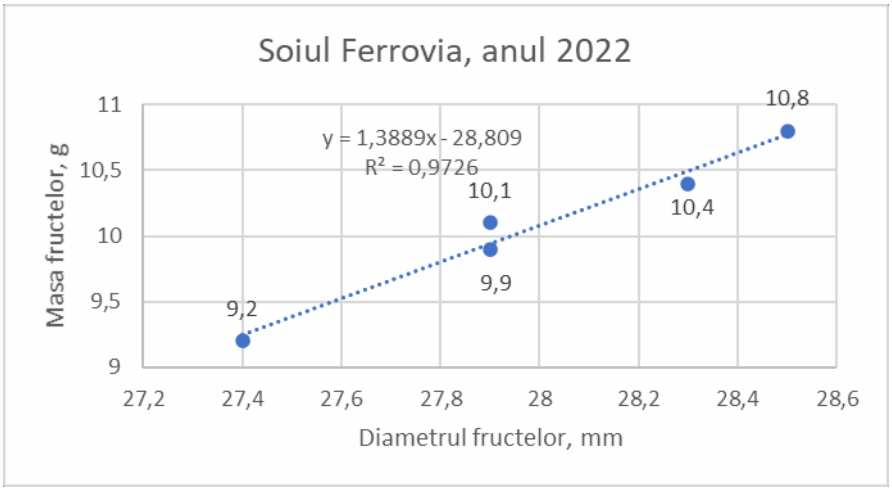


Figura 1. Variația masei fructelor de cireș la soiul Ferrovia în funcție de diametrul lor (Portaltoiul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9 ani)

Relațiile dintre diametrul și masa cireșelor la recoltare sunt semnificative (fig. 1, 2). Datele prezentate pe figura 1 într-adevăr se aranjează liniar, iar valoarea credibilității (R^2=0,9726) de aproximație $R^2 > 0,95$ este un bun argument, care confirmă caracterul liniar al acesteia. Informația referitor la corelația dintre diametrul și masa cireșelor (fig. 2), pe anii de studii, demonstrează un nivel de credibilitate destul de înalt, unde R^2 egal cu 0,8937. Astfel, corelația dintre diametrul și masa fructelor la maturitate manifestă un trend liniar și permite determinarea diametrului cireșelor știind masa lor, confirmat și de alți autori (Balan V. et al. 2017).

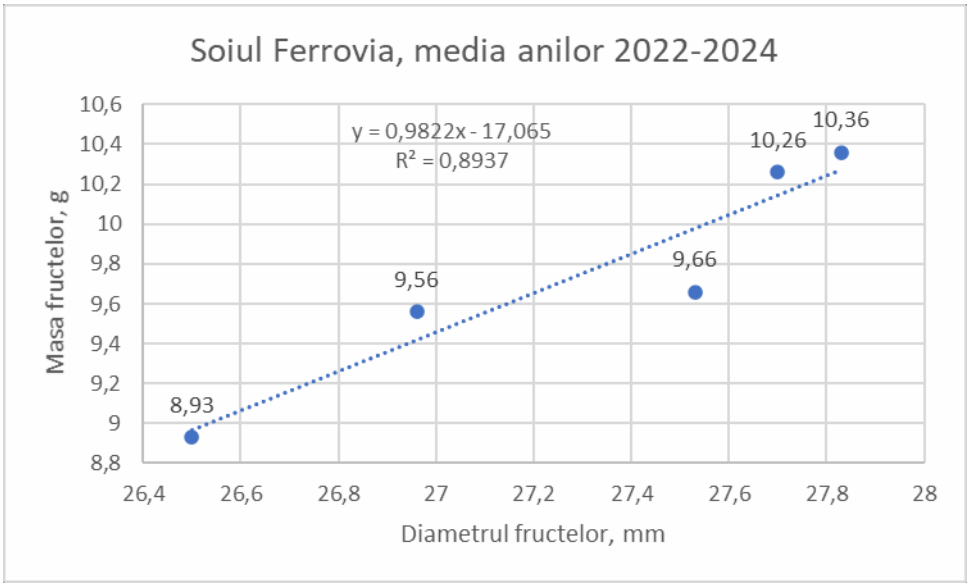


Figura 2. Variația masei fructelor de cireș la soiul Ferrovia în funcție de diametrul lor
(Portaltoiul Gisela 6, distanța de plantare 4x1,5 m, coroana fus subțire vârsta pomilor 9-11 ani)

Concluzii

Randamentul și calitatea fructelor de cireș pot fi îmbunătățite eficient folosind îngrășământul foliar bazat pe nanotehnologie. Utilizarea foliar a soluției de microelemente de B – 0,3%, Cu – 0,5%, Fe – 2,0%, Mn – 0,5% și Zn – 1,0% în doza de 2,5 l/ha, de trei ori în perioada de creștere a cireșelor, a contribuit la mărirea recoltei la specia cireș cu 14,4-23,5%.
Primul tratament de efectuat când bobocul floral la majoritatea florilor capătă forma unei mingi de culoare alb-roz, petalele sunt bine dezvoltate si prima floare este deschisa, al 2-lea tratament când toate petalele s-au scuturat și al 3-lea tratament, când fructele virează din verde spre culoare alb-roz, galben verzuie.

Valorile mărimii și masei cireșelor, pe ani, a crescut cu 9,7-17,4% în 2021, cu 4-18,1% în 2023 și cu 5,1-11,7% în variantele tratate comparativ cu martorul.

Notă. Acest studiu a fost susținut de Universitatea Tehnică a Moldovei prin subprogramul instituțional „Centrul de cercetare şi extensiune pentru agricultură, biodiversitate şi dezvoltare rurală”.

Referințe

1. Balan, V. (2015). Tehnologii în intensificarea culturii mărului și cireșului. Academos 2, pp. 74-79.
2. Balan, V., Cimpoieș, Gh., Barbăroșie, M. (2001). Pomicultura. Chișinău: MUSEUM,. 452 p. ISBN 9975-906-39-7.
3. Balan, V., Ivanov, I., Şarban, V., Balan, P., Vamaşescu, S. (2017). Modificările calității cireşelor (Prunus avium l.) în timpul maturării. În: Ştiinţa agricolă, nr. 2, pp. 43-49. ISSN 1857-0003.

4. Csihon, Á., Gonda, I., Holb, I. J. (2021). Effect of a nanotechnology-based foliar fertilizer on the yield and fruit quality in an apple orchard. International Journal of Horticultural Science 27: 29-32. https://doi.org/10.31421/ijhs/27/2021/9809.
5. Duhan, J. S., Kumar, R., Kumar, N., Kaur, P., Nehra, K., Duhan, S. (2017). Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. Biotechnology Reports 15. 11–23.
6. Gogos, A., Knauer, K., Bucheli, T. D. (2012). Nanomaterials in Plant Protection and Fertilization: Current State, Foreseen Applications, and Research Priorities. J. Agric. Food Chem. 60. 9781-9792. https://doi.org/10.1021/jf302154y
7. Malhotra, S. K. (2016). Water soluble fertilizers in horticultural crops - an appraisal. – Ind. J. Agric. Sci. 86: 1245-1256.
8. Nagy, P. T. (2012). Bioregulátor kísérletek eredményei és gyakorlati hasznosítási tapasztalatai a gyümölcstermesztésben. Debreceni Egyetem. AGTC MK Kertészettudományi Intézet. 97 p.
9. Peteu, S.F., Oancea, F., Sicuia, O.A., Constantinescu, F., Dinu, S. (2010). Responsive polymers for crop protection. Polymers 2(3): 229–251. https://doi.org/10.3390/ polym2030229
10. Tagliavini, M., Drahorad, W., Dalla Via, J. (2002). Preface. Acta Horticulturae 594. https://doi.org/10.17660/ActaHortic. 2002.594.
11. Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N. A., Munne-Bosch, S. (2019). Nanofertilizer use for sustainable agriculture: advantages and limitations. – Plant Sci. 289: 110270. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.1 10270.
12. Доспехов, А. С. (1985). Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 351 с.

UDC: 632.937:632.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.84

ANTAGONISTIC ACTIVITY OF BACTERIAL ISOLATES AGAINST FUSARIUM PATHOGENS

Bîrsa Maxim*, *https://orcid.org/0000-0003-3068-1719*
Balan Ludmila, *https://orcid.org/0000-0002-8319-6808*
Bogdan-Golubi Nina, *https://orcid.org/0000-0003-2199-4414*
Moldovan Cristina, *https://orcid.org/0000-0003-1634-0344*
Institute of Microbiology and Biotechnology, Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova
**e-mail: maxim.birsa@imb.utm.md*

Summary. Actinobacteria and bacteria stored in NCNM were tested against *F. oxysporum* CNMN-FF-06 and *F. solani* CNMN-FF-07. In case of antagonistic activity against *F. solani*, results were much higher in comparison with *F. oxysporum*, ranged between 12.3 – 19.3 mm. The highest result of antifungal activity of bacteria against *F. oxysporum* was registered for the strain *Bacillus velezensis* CNMN-BB-16 (25.0 mm). For *F. solani*, the highest result was registered for the strain *Micrococcus yunnanensis* CNMN-BM-19 (33.0 mm). Results of the present research had shown that biocontrol agents can be used as an alternative for chemical pesticides utilized against phytopathogenic fungi.

Keywords: antifungal activity; actinobacteria; bacteria; *Fusarium*; agriculture crops.

Introduction

Plant diseases represent an urgent problem in agriculture. Main pathogens which cause harvest losses are fungi that endanger food security. In addition, many fungal pathogens such as *Fusarium* spp. produce mycotoxins which made agricultural products dangerous for the final consumer [10].

Strains of genus *Fusarium* are very adaptable, regardless of attraction to moderate climates, they contaminate crops all around the world. Such *Fusarium* toxins as trichothecenes, fumonisins, and zearalenone can lead to acute intoxication and even organism death [9].

Majority of *Fusarium* spp. are pathogenic to a vast list of important crops. Among of them are: wheat, barley, maize, bananas, cucumbers, tomatoes, eggplants, dates, cotton, etc. Proliferation of *Fusarium* on vegetal organisms could cause next degradational processes: root or stem rots, cankers, vascular wilts, fruit or seed rots, and leaf diseases. Aftermaths of this fungi on economy, medicine and society because of crop failure increase instability in any region [7].

Below are specific examples of where fusarium possess a threat to various agricultural crops.

Large yield losses are observed in cereal crops, which are a common target for these plant pathogens [7]. There are reports that in the United Arab Emirates, the date production industry is facing with sudden decline syndrome caused by the soil-borne fungi of *Fusarium* spp. In particularly, it is caused by *F. solani* [2, 3]. Passion fruit harvest suffering from *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* [4, 8]. Such demanded crop in markets as banana, has experiencing dramatic losses due to an epidemic of *Fusarium* wilt of banana, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* [6]. A very important vegetable which possesses remarkable economic and dietary value is cucumber (*Cucumis sativus* L.) [1]. Each year the cucumber harvest suffer loses because of *Fusarium* wilt, induced by the pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* [8, 11]. Another plant not least, as eggplant (*Solanum melongena* L.) is widely cultivated in India, China, Egypt, Iran and Turkey. The common problem for this crop as for mentioned above, is *Fusarium* wilt [16].

Environmentally friendly methods for suppression of diverse *Fusarium* spp. involve the use of microorganisms, especially some groups of bacteria, in the same time, majority of them could promote plant development, many of which have been shown to be efficient. The policy in agriculture should appeal in development of direction for the healthy growth of crops and biological control of phytopathogens using endophytic bacteria [16].

Below are some data on the successful detection of various strains of bacteria capable of suppressing the growth and development of *Fusarium* spp.

Chemical compound β-glucanase, synthesized by streptomyces strain is able to hydrolyze fungal cell wall glucans and suppress *Fusarium* wilt of cucumber [17]. Also, were found five *Streptomyces* spp. which produce chitinases against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* which is responsible for disease of date palm [2, 13].

For protection of banana crop, some *Bacillus* spp. showed moderate but sufficient antagonistic results against *Fusarium* spp. [6].

A number of antagonistic microbes, such as *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp., *Trichoderma* spp., and *Paenibacillus* spp., were investigated and studied to control various plant pathogens, they were demonstrated as efficient biocontrol agents against cucumber *Fusarium* wilt [8].

Bacterial strains of *Bacillus* sp. SV101 and *Bacillus tequilensis* SV104 isolated from the *Solanum elaeagnifolium* proved efficiency against *Fusarium* wilt [5, 16].

Considering positive results reported by researchers, biological control of fungal diseases is one such approach that offers much toward increasing world crop production. Therefore, the present study aimed at screening of bacteria with antifungal properties on their potential to control the *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*, pathogens of agriculture crops in the Republic of Moldova.

Materials and methods

The following research was conducted within the National Collection of Non-pathogenic Microorganisms (NCNM) of the Institute of Microbiology and Biotechnology of the Technical University of Moldova.

The study included 20 bacterial strains of genera *Actinomadura*, *Actinoplanes*, *Micromonospora*, *Streptomyces*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Peribacillus*, *Planococcus* stored and deposited in NCNM.

As a nutritional medium for the cultivation and growth of strains, nutrient agar, Gause and Czapek medium were used. Cultivation was carried out at a temperature of 35±1°C, 48 h for bacteria and 28°C, 14 days for actinobacteria.

To assess biocidal activity of selected microorganisms, the antifungal activity was tested against *Fusarium oxysporum* CNMN-FF-06 and *Fusarium solani* CNMN-FF-07; considering that these pathogens have cause severe diseases and yield losses to numerous crops in Republic of Moldova.

Biocidal activities were determined by disk diffusion method on agar. Test cultures were subcultured by pour plate method. The diameter of the growth inhibition zones was measured after 3-4 days of test cultures incubation at 25°C [15].

There were three replications for each test and the biocidal assessment was performed twice.

Results and discussion

Below are presented the significant results of antifungal activity of 10 strains of actinobacteria and 10 strains of bacteria against the causative agents of fusarium diseases in agricultural plants, namely *Fusarium oxysporum* CNMN-FF-06 and *Fusarium solani* CNMN-FF-07.

According to results (Table 1), antifungal activity of actinobacteria against *F. oxysporum* CNMN-FF-06 ranged between 9.7 – 13.3 mm. The highest activity had shown by strain of *Actinomadura* sp. 43; low activity, less than 10.0 mm was registered for strain *Streptomyces* sp. 72.

In case of antagonistic activity against *F. solani* CNMN-FF-07, results were much higher, ranged between 12.3 – 19.3 mm. The highest result was registered for strain *Actinoplanes* sp. 26 (diameter of 19.3 mm). Also, significant results were obtained under the influence of strains: *Actinomadura* sp. 36; *Micromonospora* sp. 56; *Streptomyces* spp. 71, 73. Other strains had shown moderate results (less than 15.0 mm).

It should be noted that actinobacteria strains are more active against *F. solani* CNMN-FF-07 than against *F. oxysporum* CNMN-FF-06.

Table 1

Antifungal activity of actinobacteria strains from NCNM

Diameter of the growth inhibition zones, (mm)	Actinobacteria	Test cultures	
		F. oxysporum CNMN-FF-06	*F. solani* CNMN-FF-07
	Actinomadura sp. 2	10.3±0.7	12.3±1.7
	Streptomyces sp. 21	12.0±1.1	11.7±0.7
	Actinoplanes sp. 26	12.7±1.3	19.3±1.3
	Actinomadura sp. 36	12.0±1.1	16.0±2.0
	Actinomadura sp. 37	12.7±1.3	13.3±1.3
	Actinomadura sp. 43	13.3±1.3	14.3±0.7
	Micromonospora sp. 56	10.3±0.7	15.7±1.3
	Streptomyces sp. 71	10.3±0.7	15.7±2.4
	Streptomyces sp. 72	9.7±0.7	13.7±0.7
	Streptomyces sp. 73	11.3±0.7	17.0±3.0

Bacterial strains (Table 2), on the other hand, showed more significant results. Antifungal activity against *F. oxysporum* CNMN-FF-06 ranged between 11.7 – 25.0 mm. The highest result was registered for the strain *Bacillus velezensis* CNMN-BB-16 (25.0 mm). Also, significant results were obtained under the influence of strains: *Bacillus velezensis* CNMN-BB-17 and *Planococcus chinensis* CNMN-BP-24 (growth inhibition zones more than 20.0 mm).

Table 2

Antifungal activity of bacteria strains isolated from isolated from NCNM

Diameter of the growth inhibition zones, (mm)	Bacteria	Test cultures	
		F. oxysporum CNMN-FF-06	*F. solani* CNMN-FF-07
	Bacillus subtilis CNMN-BB-01	15.7±0.7	19.7±2.8
	Bacillus velezensis CNMN-BB-16	25.0±3.4	29.3±1.3
	Bacillus velezensis CNMN-BB-17	22.7±1.3	31.3±1.7
	Micrococcus yunnanensis CNMN-BM-19	24.7±0.7	33.0±2.0
	Paenibacillus pabuli CNMN-BP-21	0	0
	Peribacillus simplex CNMN-BP-23	11.7±2.8	24.0±2.0
	Planococcus chinensis CNMN-BP-24	21.0±2.0	27.7±2.8
	Bacillus safensis CNMN-BB-25	0	0
	Bacillus rugosus CNMN-BB-29	0	20.0±7.9
	Micrococcus aloeverae CNMN-BM-30	0	0

By analysis of data obtained for *F. solani* CNMN-FF-07, antifungal activity ranged between 19.7 – 33.0 mm. The highest result was registered for the strain *Micrococcus yunnanensis* CNMN-

BM-19 (33.0 mm). Also, significant results were obtained under the influence of strains: *Bacillus velezensis* CNMN-BB-16; *Bacillus velezensis* CNMN-BB-17; and *Planococcus chinensis* CNMN-BP-24 (growth inhibition zones more than 25.0 mm).

As in case of actinobacteria, the bacteria also showed greater activity against *F. solani* CNMN-FF-07 than against *F. oxysporum* CNMN-FF-06.

According to the literature data, *Actinomadura* sp. COL08 is capable to suppress the growth and development of *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* [12], which is in accordance with data obtained for *Actinomadura* sp. 43. Analysis of the results obtained for *Actinoplanes* sp. 26 against *F. solani* CNMN-FF-07, demonstrated that *Actinoplanes* spp. possessed capacity to produce antifungal metabolites active against *Fusarium solani* [2].

Best results obtained for the *Bacillus velezensis* CNMN-BB-16 against *F. oxysporum* CNMN-FF-06 is justified by comparison with research on *B. velezensis* YW17, which could inhibit this pathogen by secreting antifungal lipopeptides, proteins and volatile substances, thereby protecting crops from pathogenic fungal infections [18].

Micrococcus yunnanensis CNMN-BM-19 showed huge activity against *F. solani* CNMN-FF-07, which was confirmed in similar studies provided by Mexican researchers [14].

Conclusions

The screening of autochthonous bacteria with pronounced antifungal effect on phytopathogenic strains *F. oxysporum* CNMN-FF-06 and *F. solani* CNMN-FF-07 was performed. Results of the present research had shown that biocontrol agents can be used as an alternative for chemical pesticides utilized against phytopathogenic fungi.

Strains of bacteria, in addition to antifungal properties also synthesize substances with plant growth-promoting properties, which can lead to an increase in the organic harvest obtained and the quality of the products.

Therefore, the further investigations also will be focused on potential of selected biotechnologically relevant bacteria for plant phytostimulation what contribute to the development of sustainable agricultural through the use of environmentally harmless natural substances.

Acknowledgments. This research was funded by National Agency for Research and Development, Republic of Moldova; project 24.80012.5107.05TC “Combating Fusarium wilt and phytostimulation of eggplant crop, based on products of bacterial origin”. Institutional financing contract no. 20TC of 15 July 2024.

References

1. Adetula, O.; Denton, L. Performance of vegetative and yield accessions of cucumber (*Cucumis sativa* L.) Horticultural Society of Nigeria (Hortson). In Proceedings of the 21st Annual Conference, San Francisco, CA, USA, 12-15 October 2003.
2. Alblooshi, A.A.; Purayil, G.P.; Saeed, E.E.; Ramadan, G.A.; Tariq, S.; Altaee, A.S.; El-Tarabily, K.A.; AbuQamar, S.F. Biocontrol potential of endophytic actinobacteria against *Fusarium solani*, the causal agent of sudden decline syndrome on date palm in the UAE. *J. Fungi*, 2022, 8(1), 8.
3. Alhammadi, M.S.; Al-Shariqi, R.; Maharachchikumbura, S.; Al-Sadi, A.M. Molecular identification of fungal pathogens associated with date palm root diseases in the United Arab Emirates. *J Plant Pathol*, 2019, 99, 141-147.
4. Ali, A.; Junda, M.; Karim, H.; Nuryani, S. Characterization and *in vitro* antifungal assay against *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflora* of endophytic actinomycetes from purple passion fruit plants of South Sulawesi, Indonesia. *Asian Jr of Microbiol Biotech Env Sc*, 2017, 19(2), 344-353.

5. Aydi Ben Abdallah, R.; Jabnoun-Khiareddine, H.; Nefzi, A.; Mokni-Tlili, S.; Daami-Remadi, M. Biocontrol of *Fusarium* wilt and growth promotion of tomato plants using endophytic bacteria isolated from *Solanum elaeagnifolium* stems. *Jourl of Phytopath*, 2016, 164, 811-824.
6. Bubici, G.; Kaushal, M.; Prigigallo, M.I.; Gómez-Lama Cabanás, C.; Mercado-Blanco J. Biological control agents against *Fusarium* wilt of banana. *Front Microbiol*, 2019, 10, 616.
7. Burgess, L.W.; Bryden, W.L. *Fusarium*: A ubiquitous fungus of global significance. *Microbiol*, 2012, 33, 22-25.
8. Cao, P.; Li, C.; Wang, H.; Yu, Z.; Xu, X.; Wang, X.; Zhao, J.; Xiang. W. Community structures and antifungal activity of root-associated endophytic actinobacteria in healthy and diseased cucumber plants and *Streptomyces* sp. HAAG3-15 as a promising biocontrol agent. *Microorganisms*, 2020, 18(2), 236.
9. Ekwomadu, T.I. Occurrence and variation of *Fusarium* free and masked mycotoxins in maize from agriculture regions of South Africa. Doctoral Dissertation, North-West University, Potchefstroom, South Africa, 2019.
10. Ekwomadu, T.I.; Mwanza, M. *Fusarium* fungi pathogens, identification, adverse effects, disease management, and global food security: A review of the latest research. *Agriculture*, 2023, 13, 1810.
11. El-Sharkawy, E.E.S.; Abdalla, M.Y.; El-Shemy, A.O. Biological control and induction of systemic resistance against cucumber *Fusarium* wilt by plant growth promoting rhizo-organisms. *Egypt J Biol Pest Control*, 2015, 25, 407-413.
12. Meliani, H.; Makhloufi, A.; Cherif, A.; Mahjoubi, M.; Makhloufi, K. Biocontrol of toxinogenic *Aspergillus flavus* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* by two rare Saharan actinomycetes strains and LC-ESI/MS-MS profiling of their antimicrobial products. *Saudi J Biol Sci*, 2022, 29(6), 103288.
13. Mouloud, G.; Samir, M.; Laid, B.; Daoud, H. Isolation and characterization of rhizospheric *Streptomyces* spp. for the biocontrol of *Fusarium* wilt (bayoud) disease of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *J Sci Agric*, 2017,1, 132-145.
14. Reverchon, F.; Escudero-Osorio, Y.S.; Morteo-Zavaleta, J.; Avendaño, E.G.; Ramírez, M.; El, H. Inhibition of *Fusarium solani* by bacteria from the phyllosphere and rhizosphere of tropical montane cloud forest trees. *Biotecno y Susten*, 2021, 5(1), 3-18.
15. Rizk, M.; Abdel-Rahman, T.; Metwally, H.; et al. Screening of antagonistic activity in different *Streptomyces* species against some pathogenic microorganisms. *J Biological Sci*, 2007, 7(8), 1418-1423.
16. Santhosh, C.R.; Mahadevakuamar, S.; Bettadapura, N.; Chandranayak, S.; Sreedharamurthy, S. Eggplant (*Solanum melongena* L.) associated endophytic bacteria promote plant growth and counter soil-borne plant pathogenic fungi. *Authorea*, 2023. doi: 10.22541/au.168329349.91329450/v1.
17. Singh, P.P.; Shin, Y.C.; Park, C.S.; Chung, Y.R. Biological control of *Fusarium* wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. *Phytopathology*, 1999, 89, 92-99.
18. Wei, J.; Zhao, J.; Suo, M.; Wu, H.; Zhao, M.; Yang, H. Biocontrol mechanisms of *Bacillus velezensis* against *Fusarium oxysporum* from *Panax ginseng*. *Biol Control*, 2023, 182, 105222.

UDC: 634.725:581.1(497.22) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.85

BIOLOGICAL AND AGRICULTURAL CHARACTERIZATION OF INTRODUCED VARIETY„WEIKI" (Actinidia arguta Planch) IN GEORGIA

Bobokashvili Zviad[1,*], Maglakelidze Elene[1], Kvaliasvili Vazha [2,**]
[1]LEPL Scientific-Research Center of Agriculture, Tbilisi, Georgia
[2]Academy of Agriculture, Tbilisi, Georgia
** e-mail: bobokashvili@hotmail.com, **e-mail: emaghlakelidze@yahoo.com*

Summery. Today, the most important task of agricultural development, along with traditional crops, is to facilitate the introduction and testing of highly adaptive crops with a competitive advantage in the country, such as Kiwiberry.
The article presents the first study of the biological and agricultural properties of the "Baby Kiwi" variety (Actinidia arguta Planch.) Weiki in Georgia. It evaluates the adaptability of Kiwi plants to the environmental and climatic conditions of Eastern Georgia. The research was carried out in a collection orchard located in one of the leading fruit-growing regions of Georgia, Shida (Inner) Kartli (village Jighaura, Saguramo, Mtskheta municipality), and belongs to the LEPL Scientific-Research Center of Agriculture (SRCA) from 2019 to 2023.

Keywords: flowering; ripening; yield; fruit; size.

Introduction

In recent years, Georgia has actively begun producing exotic fruits. Exotic fruit varieties include subtropical and tropical fruits that have not had a commercial impact until now. Actinidia is one of these promising crops [1, 9].

Actinidia production in Georgia started relatively late, in the 1980s and 1990s, in the Black Sea region. The high price of the fruit and the increase in demand motivated many farmers to plant this crop. It thrives well in both western and eastern Georgia, but the main producers are in the subtropical regions of western Georgia [4 9]. The total area of actinidia plantations in Georgia is 250 hectares, with an annual yield of 1,500-1,700 tons [10].

The genus *Actinidia* (*Actinidia* Lindl.) includes more than 60 species, of which only three have been successfully cultivated worldwide: Chinese Actinidia (*A. chinensis* Planch.), *Actinidia deliciosa* (*A. deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson), and mini kiwi, or Baby kiwi that is, as it is called (A. arguta (Sieb. et Zucc.) Planch.) [8, 28].

A. arguta was discovered in the late 19th century outside East Asia, its native habitat. The species soon gained popularity. It belongs to the Leiocarpae group, is a polyploid species (2n, 3n, 4n), and consists of morphologically different variants found in geographically diverse regions. It is found in eastern Siberia, Korea, Japan, and China. In Siberia and northern China, it extends almost to sea level, and in the southern regions, up to 3,500 meters above sea level [7, 11, 14].

The limited commercial cultivation of A. arguta, in contrast to varieties of other species (A. chinensis or A. deliciosa), can be explained by its challenging care requirements, which are due to its biological characteristics. These include irregular fruit ripening, limited shelf life, and the small size of the fruit, which affects its marketability [5, 6, 12].

Currently, commercial cultivation of A. arguta takes place in the USA (mainly in Oregon), Europe, New Zealand, and South America. The global area occupied by A. arguta varieties is 200 hectares [3]. In addition to Baby (mini) kiwi, this species is also known by several popular names, including cocktail kiwi, strong kiwi, raisin, liana kiwi, tara, and waiki [27].

The fruit has a sour-sweet taste and a special aroma. It attracts attention due to its high content of vitamin C. Based on research, several authors [13, 18, 24] note that the content of vitamin C in fruits is high, averaging 45 mg/100 g.

A. arguta is classified as a superfruit, containing more than 20 essential nutrients and a number of vitamins. It is one of the products rich in vitamin C (430 mg/100 g). The fruit also contains a large amount of lutein (0.93 mg/100 g), phenols (1301.1 mg/100 g), antioxidants, organic acids, and minerals (potassium, calcium, zinc, etc.), which is very important from a commercial point of view. The fruit is used both raw and in the processing industry [19, 21]. Actinidia arguta (A. arguta) is a very rare species due to some biological features. It is characterized by good reproductive ability, high frost resistance (it is the most frost-resistant of the Actinidia genus), and good resistance to pests and diseases, which contributes to its broad development [2, 22, 23].

Materials and methods

The object of the study is the introduced variety of "Baby Kiwi" variety, Weiki. The study of the variety has been carried out in the collection plot of the Scientific - Research Center of Agriculture, East Georgia, located in the village Jighaura of Saguramo (Mtskheta municipality, Shida Kartli) during 2019-2023. The orchard has been established with 5.0 x 2.5 m planting layout in 2012. The ratio of male to female plants is 1:5. For the study, In the collection were represented with 35 plants were attached to a 3-wire horizontal trellis.

The orchard of village Jighaura is located in the eastern part of Shida Kartli, on the 630 m above sea level. The zone characterized by warm climate, moderately humid air, cold winter and hot summer is appropriate for cultivation of stone fruits. The average yearly temperature is 10.8 ^{0}C, the absolute minimum temperature is -17.8 ^{0}C. The soil was alluvial calcareous, characterized by low organic matter content (less than 3% in humus). Texture content of the soil is granular - cumulose. It is characterized by lightweight structure, good physical properties and sufficient moistness.

Phenological development of cultivars was done according to the modified version of the BBCH scale [16]. The calendar periods of the following phenological phases have been studied: swelling of bud, flowering, fruit ripening.

Pomological characteristics of cultivars were collected by instructions of UPOV (2012) harmonized descriptors for Kiwiberry.

Fruit characteristics were measured on fruits harvested in full maturity stage. The samples of 30 fruits per from each tree harvested randomly. Fruit samples were taken during harvest time for determining of physical properties (length and width of fruit, weight). Fruit length and width was measured by caliper in mm, respectively. Fruit weight was measured for each fruit in gram totally for 30 fruits and average was calculated.

Productivity characteristics of variety was studied according to Program and methods cultivar fruit, berry and nut crops [20]. Productivity were studied according to following parameters: the yield per tree and yield efficiency, were computed from the harvest date. Harvest date, the date when fruits have full (commercial) maturity stage.

Biochemical analysis of cultivars was carried out for detection of dry soluble solids, total sugars, inverse sugars and titratable acidity. The soluble solids were determined by refractmeter, (PAL-1, Atago, Tokyo Tech) and expressed as degree Brix (°Brix). Total sugar content and inverse sugars content were measured according to Luff - Schoorl method [25].

Statistical analyses. The mean values of the studied properties were determined. Statistical differences among cultivars were verified using ANOVA for each year separately. When the F-test was significant, means were compared with the LSD test at $P = 0.05$.

Results and discussions

A. arguta is a liana by its morphological structure. The liana is characterized by strong growth. The shoots are large and long, with smooth, non-wrinkled skin. The leaves are beautiful, large, dark green, and shiny, with red stalks that give the plant a decorative appearance. The flowers are sharply white and large in size [2, 12, 22].

The fruit is of medium size (weight 7-10 g) and cylindrical in shape (H 2.8 x D 2.2 cm). The skin is of medium density, green in color with a dark brown tint on the sunny side. The pulp is green with a large number of black seeds. The fruits are sweet, with a pleasant taste. Its biochemical composition is simple and as follows: soluble dry matter - 8.7-10.7% (Brix); sugar 8.8-12.1 g/100g.[15]

The variety begins to bear fruit in the third year after planting, with a high yield. According to research, the average yield per plant is determined to be 10-12 kg. It blooms in the second decade of May (under conditions of V. Jighaura). It is the best pollinator for all types of mini kiwi and is moderately resistant to harmful diseases.

The variety is an excellent dessert fruit. The fruit ripens in the first decade of October (in the conditions of V. Jighaura) and can be stored in refrigerated conditions (0-1°C) for up to 2-3 months. The results of five years (2014-2016) observations on calendar periods of phenological stages have shown that the cultivas begin vegetation (bud ripening) on average in the third decade of March. Depending on the years (2019-2023), the difference in the beginning of the vegetation period is 4-5 days. The variety starts flowering at the beginning of May (05-08.05) and lasts 8-10 days on average. The difference between the flowering of male and female flowers is 4-5 days. During the study the periods of flowering are quite variable. The mostearly flowering began in 2021 (16^{th} March) and the most lately in 2019 (3^{th} April). The sum of active temperatures during the flowering period is 86-120 ^{0}C. Intensity of flowering has been estimated together with determination of periods of flowering. The high intensities (4-5 mark) of flowering characterize the cultivar.

Yield is the most important economic characteristic of a cultivar that determines its economic value. Besides the peculiarities of cultivar and climatic conditions it depends on agronomical activities and on a rootstock [6]. The study of the period of picking and mass ripening showed that the Weiki variety reaches mass ripening in the second decade of October (12-18.10). To extend the period of fruit softening and storage, picking should be done 3-4 days before mass ripening. Defoliation begins in the third decade of October and lasts until the end of November.

The variety starts yielding quite early, in the 3rd to 4th year after planting, and reaches full productivity in the 6th year. It is characterized by regular and abundant yield. A mature plant gives an average yield of 9.2-11.4 kg.

The morphological study of the fruits showed that the fruits are large, elongated cylindrical in shape (diameter - 21-23 mm), and slightly flattened on the sides. The average weight is 7.5-10.2 grams. By biochemical analysis of the fruit, it was determined that the content of soluble dry matter varies between 19.0-21.4%, and titratable acidity is 1.03-1.25%. Under standard agrophone conditions in the garden, the study of the variety's susceptibility to diseases showed that it is less affected by pests and diseases. With Phytophthora (Phytophthora infestans), the degree of damage is on average 2.40 points. Among pests, damage by thrips and aphids is observed, which is insignificant, but for control, it is necessary to carry out plant protection measures.

As a result of the tasting evaluation of the fruits, it was found that the pulp of this variety has high taste qualities, with a sweet, balanced acidity, and is quite aromatic. The pulp texture is dense, the appearance of the product is good, and the skin is intact. The overall tasting rating is 8.7 (on a 10-point scale).

Conclusions

The first results of five- year (2019-2023) research some biological and agricultural properties of mini kiwi, Weiki, it can be concluded that this variety is among the best dessert fruits,

characterized by early maturity, regular and abundant yield, good taste qualities of the fruit, storage capacity, and resistance to fungal diseases.

According to the primary study, we can conclude that the Weiki (Actinidia arguta Planch.) cultivar can be successfully grown in Shida Kartli and other regions with similar ecological conditions in Georgia.

References

1. Agro biodiversity of Georgia (2015). (Catalog) Tbilisi, pp: 10-32.
2. Bieniek A. (2012) Yield, morphology and biological value of fruits of *Actinidia arguta* and *Actinidia purpurea* and some of their hybrid cultivars grown in north-eastern Poland. In: *Acta scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11(3):117-130.
3. Chesoniene L., (2000): Comparison of some biological features and fruiting potential of *Actinidia kolomikta* cultivars. In: *Acta Hort*. 538: 769–774.
4. Chkhaidze G. (1998) Subtropical Crops. Tbilisi, pp: 482-495.
5. Debersaques F.and Mekers O.(2003) Growing and production of kiwifruit and kiwi berry. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) Vol.II .
6. Ferguson A.R., (1999) Kiwifruit cultivars: breeding and selection. In: *Acta Hort*. 498, 43–51.
7. Ferguson, A.R. and Huang, H. (2007). Genetic Resources of Kiwifruit: Domestication and Breeding. In: *Hortic. Rev.* 33: 1-121.
8. Ferguson, A.R. and Seal, A.G. (2008). Kiwifruit. In: J. F. Hancock, ed. Temperate Fruit Crop Breeding. Chapter 8: 235-264.
9. Fruits of Georgia (catalog). (2001) F. Edited by Kvaliashvili. Tbilisi, pp: 34-44. 10.
10. Geostat (2022). Geostatic National Statistics Office of Georgia. 2022. www.geostat.ge)
11. Jo Y.S., Ma H.S., Cho H.S., Park J.O. (2007). 'Chiak', a new selection of *Actinidia arguta*. In: *Acta Horticulturæ* 753: 259–262.
12. Latocha, P. (2007). The Comparison of Some Biological Features of Actinidia arguta Cultivars Fruit Ann. Warsaw Univ. of Life Sci.- SGGW Hortic. and Landscape Architecture, 28: 105-109.
13. Latocha, P. (2008). Frost resistance and spring frost sensibility of a few cultivars of *Actinidia* grown in Central Poland. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Horticulture and Landscape Architecture, no 29: 111–120.
14. Latocha P., Jankowski P. 2011. Genotypic difference in postharvest characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrids), as a new commercial crop. Part II. Consumer acceptability and its main drivers. In: *Food Research International* 44: 1946–1955.
15. Latocha P. 2017. The Nutritional and Health Benefits of Kiwiberry (Actinidia arguta) – A Review. P*lant Foods for Human Nutrition* 72: 325-334.
16. Maghlakelidze E, Bobokashvili Z. Characterization and development perspectives of "Baby Kiwi" (*Actinidia arguta* Planch.) Culture in Georgia (2023) Georgian scientists Vol. 3.Nov 4.
17. Meier U. (2001) Growth Stages of Mono and Dicotyledonous Plants. BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Bonn.
18. Nishiyama I., Yamashita Y., Yamanaka M. et al. (2004): Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. In: *J. Agric. Food Chem*. 52/17: 5472–5475.
19. Okamoto G., Goto S., (2005). Juice Constituens in *Actinidia arguta* Fruits Produced in Shinjo, Okayama. Sci. Fac. Agr. Okayama Univ. 94, 9–13.
20. Program. (1999). Program and methods Cultivar fruit, berry and nut crops. Orel, 1999. pp. 430-486. (In Russian).
21. Testolin, R. and Fergusson, A.R. (2009). Kiwifruit (Actinidia spp.): Production and Marketing in Italy. In: *New Zealand J. Crop Hortic. Sc*., 37: 1-32.
22. Tiyayon C., Strick B. (2003). Flowering and fruiting morphology of hardy kiwifruit *Actinidia arguta*. In: *Acta Hort*., 610, 171–176.
23. Stanica F., Zuccherelli G. (2007). New selections of Actinidia arguta from the romanien breeding program. In: *Acta Horticulturæ* 753: 263–268.
24. Strik B., Hummer K.E., (2006). 'Ananasnaya' hardy kiwifruit. J. Am.Pom. Sci., 60 (3), pp.106–112.

25. Shirokov E.P., Polegaev V.I. (1989) Storage and processing of fruits and vegetables. M., Agropromizdat. pp. 111-134
26. UPOV (2012). International Union the Protection of New Varieties of Plants. Actinidia UPOV Code: Actin Actinidia Lindl. TG/98/7.
27. Williams, M.H., Boyd, L.M., McNeilage, M.A. et al. (2003). Development and commercialization of baby kiwi (*Actinidia arguta* Planch.). In: *Acta Horta* (ISHS) 610: 81-86.
28. Xiao X-G. (1999). Progress of *Actinidia* selection and breeding in China. In: *Acta Horticulturæ*, 498: 25–51.

UDC: 632.112:631 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.86

SECETA-FACTOR DE RISC SPORIT PENTRU AGRICULTURA CONVENȚIONALĂ

Botnari Vasile*, *https://orcid.org/0000-0002-0470-0384*
Cotenco Eugenia, *https://orcid.org/0000-0002-3088-0964*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Repulica Moldova
**e-mail: vasilebotnari@yahoo.com*

Summary. In most years, the territory of the Republic of Moldova is affected by drought. The poor harvests of recent years are more than 50% caused by drought, especially in the Southern Zone, where severe and extremely severe droughts prevail. The occurrence and intensification of atmospheric and pedological drought conditions contribute to the precipitation deficit on the background of the high thermal regime, reducing the productivity of agricultural crops. In the May-July period in 2023 and 2024, the average hydrothermal coefficient on the territory of the republic was only 0.3-0.4, which corresponds to a very strong drought.

Key words: Drought, desertification, heat, lack of moisture, agricultural crops.

Introducere

Prin așezarea geografică teritoriul Republicii Moldova se include în regiunea cu umiditate insuficientă. În conformitate cu cel de-al III-lea Raport National privind implementarea Convenției Organizației Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării, Republica Moldova este recunoscută ca țară agrară în care agricultura ocupă un loc semnificativ în economia tarii, contribuția acesteia în PIB constituind ≈18 %. În corespundere cu clasificarea internațională a teritoriilor aride, țara noastră este caracterizată ca o zonă geografică sub-umedă - uscată cu un coeficient hidrotermic de 0,50 – 0,65. Insuficiența sau lipsa precipitațiilor de lungă durată pe fondalul temperaturilor înalte conduce la intensificarea fenomenului de secetă, cu manifestări frecvente în zona centrală și cea de sud. În nordul țării seceta puternică se înregistrează 1-2 ori în 10 ani, în centru de 2-3 ori, iar în partea de sud de 3-4 ori. În ultimele doua decenii 12 ani au fost secetoși. În partea sud-estică a republicii tot mai pronunțat se evidențiază terenuri semiaride.

Consecințele secetelor au un caracter socioeconomic nefavorabil și asupra mediului ambiant, condiționând degradarea solului, scăderea productivității culturilor agricole, reducerea resurselor acvatice, înrăutățirea stării de sănătate a populației etc. Aderarea la Convenția ONU pentru Combaterea Deșertificării prevede elaborarea strategiilor pentru diminuarea efectelor secetei [5]. Diminuarea nivelului recoltelor, inclusiv și în rezultatul udărilor incorecte pe terenurile irigate, frecvența. și intensitatea secetelor în deosebi în ultimii ani au o acțiune nefastă asupra securității alimentare și economiei naționale. În contextul celor menționate irigația în corespundere cu cerințele plantelor este una din cele mai rezultative căi de optimizare a umidității solului și formare a recoltelor în condiții de sub-asigurare cu apă.

Concomitent cu efectele pozitive exprimate prin sporirea recoltei, în procesul de exploatare îndelungată, cernoziomurile în condiții de irigare, sunt supuse unui șir de consecințe negative cum ar fi:

- ➢ soloneț-zarea (acumulare de sodiu);
- ➢ salinizarea (acumulare de săruri);
- ➢ destructurarea şi compactarea secundară;
- ➢ ridicarea nivelului apelor freatice (înmlăştinirea);
- ➢ intensificarea proceselor de dehumificare (pierderi de humus), etc.

Aceste procese negative s-au depistat în anii 1970-1990. Irigarea cernoziomului obișnuit cu apă mineralizată din bazinul acvatic Ialpug, raionul Taraclia în perioada anilor 1980-1985, a condus

la salinizarea moderată și pe alocuri puternică a solului. Suprafața afectată a constituit circa 3000 ha. Ca rezultat nivelul recoltelor pe aceste solului a diminuat cu 30-50%. Actualmente suprafața solurilor irigate s-a redus de la 310 mii ha. până la 35-40 mii ha, sau de 7-8 ori, iar productivitatea culturilor irigate fiind destul de modestă. Realizarea unor investigații științifice în direcția perfecționării tehnologiilor de irigare, impactul acestora asupra fertilității solului, productivității plantelor și eficienței economice ar impulsiona dezvoltarea irigației și obținerea unor recolte garantate.

Seceta este un fenomen natural care se manifestă în condiții când depunerile atmosferice sunt sub nivelul celor înregistrate în mod obișnuit, producând dereglări ale echilibrului hidrologic, care influențează negativ sistemele agricole și ecosistemele naturale [8]. În linii generale, seceta derivă atunci când precipitațiile medii pentru o perioadă de timp sunt sub media zonei, iar distribuția lor nu corespunde cu fazele critice de dezvoltare a plantelor, diminuând considerabil procesele fiziologice de formare a productivității culturilor agricole.

Actualmente tot mai intens se vorbește despre fenomenul încălzirii globale, despre emisia gazelor cu efect de seră, despre secetă precum si consecințele catastrofale ale acestor perturbații asupra mediului și asupra agriculturii. Cu toate acestea efectele schimbărilor climatice din ultimele decenii devin de la an la an mai evidente [2, 4]. Cauzele care conduc la apariția și intensificarea condițiilor de secetă sunt influențate de clima uscată și de lungă durată din ultimii ani, suplimentate și de unele activități umane.

Specialiștii consideră ca secetele si efectele generate de acestea sunt cauzate atât de modificări în circulația generală a atmosferei, determinate de manifestarea efectului de seră precum si de anumite cauze antropice, datorată utilizării neraționale a resurselor naturale, defrișărilor de pădure sau modificărilor de peisaj cu efecte negative asupra bilanțului apei [5].

Condițiile climatice din ultimii ani atrag atenția din ce în ce mai mult celor implicați în sectorul agricol. Recoltele compromise de secetă, importurile masive de produse alimentare într-o țară agrară, au contribuit la apariția și utilizarea unei expresii amenințătoare „*demararea proceselor de deșertificare*”. Lucru conștientizat de autoritățile responsabile de gestionarea mediului și introdus în tratatele internaționale la care Republica Moldova face parte. Avertismentul se referă la intensificarea frecvenței și duratei secetelor într-o anumită zonă, care în cele din urmă conduc la degradarea treptată a solului si a întregului ecosistem [6].

Seceta reprezintă o situație climatică caracterizată prin scăderea consecutivă a precipitațiilor, având o durată comparativ lungă de instalare sub nivelul valorilor multianuale, asociată cu micșorarea debitului râurilor si a rezervelor subterane de apă care determină apariția și intensificarea unui deficit imens de umiditate în aer si în sol cu efecte negative asupra mediului si nu in ultimul rând supra culturilor agricole.



Figura 1. Uscarea profunda a solului în semănăturile de grâu afectate de secetă

In lipsă de precipitații pe o perioadă îndelungată de timp, se instalează *seceta atmosferică.* Deficitul de umiditate relativă a aerului și iregularitatea precipitațiilor determină uscarea profunda a solului si instalarea *secetei pedologice*. Asocierea celor două tipuri de secetă determină apariția *secetei agricole* care conduce la reducerea productivității sau compromiterea totală a culturilor agricole. Diminuarea resurselor subterane de apă cauzată de seceta atmosferică, pedologică și hidrologică conduce la instalarea *secetei socioeconomice* - situație asociată cu un dezechilibru între cererea și rezerva disponibilă de apă care afectează societatea și economia.

Consecințele secetei se relevă asupra, scăderii calității si rezervelor de apă pentru consumul uman, precum si a produselor alimentare. Ca urmare a extinderii condițiilor de secetă vegetația și fauna unor habitate naturale va fi supusă unui stres continu de subzistență. Datorită dezechilibrului climatic va crește riscul inundațiilor supunând terenurile agricole unui pericol de eroziune mai intensă a solului. Insuficiența apei din sol în anii secetoși a atins niveluri la care culturile anuale au fost compromise în totalitate. Dacă seceta va continua, pe alocuri vor fi afectate și culturile multianuale diminuând productivitatea și durata de viață a acestora.

Desființarea culturii precedente și prelucrarea solului corespunzător vechilor practici în condiții de secetă atmosferică și pedologică dese ori se soldează cu pierderi suplimentare de umiditate contribuind astfel la secarea solului și înrăutățirii condițiilor de creștere și dezvoltare a plantelor. Drept argument servește însuși faptul că în condițiile ultimilor ani ani 2020-2024, cu temperaturi extremale, lipsă de umiditate și alte hazarduri provenite de încălzirea globală a climei nu au fost evidențiate cazuri de succes la resemănarea suprafețelor recultivate. În lipsa unor recomandări adecvate situației, eforturile și buna intenție a fermierilor au condus la cheltuieli suplimentare, epuizare financiară și morală, transformând astfel sectorul agrar într-o zonă cu risc sporit pentru afaceri.

Deși în zona noastră geografică 70 la sută din precipitații cad în perioada caldă a anului, vara este secetoasă, ceea ce impune o adaptare eficientă a agriculturii la condițiile de secetă, care pe drept reprezintă cel mai frecvent aspect negativ al climei. Seceta conduce treptat la intensificarea proceselor de deșertificare a terenurilor și la diminuarea capacității de menținere a productivității culturilor agricole [1,6].

Conform aprecierilor Convenției ONU, sunt predispuse deșertificării teritoriile cu valoarea coeficientului de umiditate $K < 0,65$. Zonele de Centru și de Sud ale republicii se caracterizează prin valori mai mici de 0,65 ale acestui coeficient, fapt ce determină posibilitatea intensificării proceselor de deșertificare ale acestor teritorii și necesitatea de adaptare a tehnologiilor agricole la schimbările climei [3,5].

Nivel scăzut de umiditate în straturile solului, mai adânci de 50 cm, poate afecta negativ creșterea și dezvoltarea inclusiv și a culturilor multianuale, formarea mugurilor și uscarea ulterioară a plantelor. Deficitul de umiditate asociat cu o creștere a temperaturii în timpul iernii sunt factori ce predispun intensificarea secetei pedologice cu consecințe ireversibile, în deosebi pentru zonele sudice și parțial din centrul republicii, fapt dovedit de starea fără precedent a culturilor de toamnă în primăvara și vara ultimilor ani.



Figura 2. Culturi de porumb și sfecla de zahăr afectate de secetă

În condițiile noastre, primele semnale de secetă meteorologică apar de obicei după o perioadă de 10 zile fără precipitații în lunile aprilie-septembrie sau 14 zile fără precipitații în octombrie-martie. Seceta pedologică se manifestă atunci când solul nu mai poate asigura apa necesară plantelor și acestea se ofilesc. Seceta atmosferică apare în perioade fără precipitații, cu temperaturi ridicate și umiditatea aerului scăzută.

La manifestarea secetei agricole, în afară de lipsa precipitațiilor trebuie luate în calcul și radiația solară, temperatura, umiditatea relativă a aerului și a solului, viteza și durata vântului. În unele cazuri seceta este cauzată nu atât de cantitățile neînsemnate de precipitații, cât de evaporația excesivă provocată de vântul uscat [7]. Zile de secetă și arșiță se înregistrează în condiții când umiditatea atmosferică scade sub 30%, iar temperatura depășește 32°C.

Spre exemplu, în perioada 1990-2007, în țară au fost înregistrate nouă secete. Începând cu 2007 periodicitatea și intensitatea secetelor și uscăciunilor sa dublat, iar suprafața afectată de arșiță este într-o continuă creștere, focalizând câte un „pol” în centrul, în vestul și sud-vestul țării, determinate în mare măsură de intensitatea proceselor sinoptice ce produc aceste fenomene [9, 10]. În ultimii ani, fenomenul de uscăciune și secetă au depășit de circa 7-8 ori valorile medii multianuale, incluzând diferite repartiții spațiale.

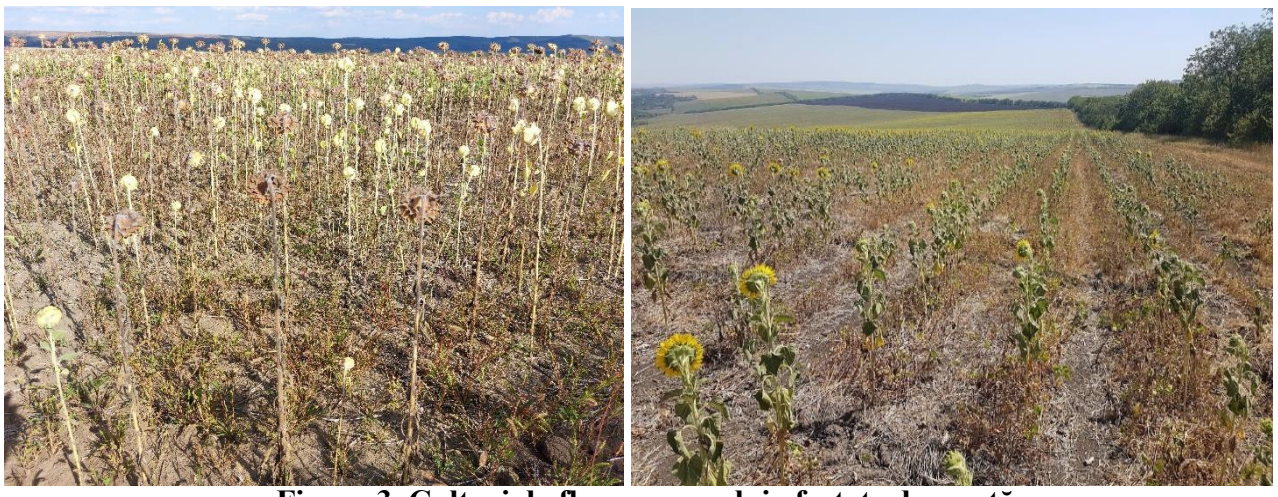


Figura 3. Culturi de floarea soarelui afectate de secetă

Republica Moldova este cuprinsă de secetă practic în majoritatea anilor. Recoltele slabe din ultimii ani, în peste 50 % sunt cauzate de secetă, în deosebi în zona de sud, unde predomină secete severe și extrem de severe. În Zona de Centru secetele sunt comparativ mai moderate iar în ceea de

Nord mai reduse. Limita la care începe seceta depinde de raportul dintre temperatură aerului și cantitatea de precipitații, la temperatura medie anuală de 10°C seceta începe la 400 mm precipitații.

Ca urmare a regimului termic ridicat și deficitului de precipitații condițiile agrometeorologice în cea mai mare parte a perioadei de vegetație în ultimii cinci ani au fost mult sub limitele optime pentru formarea de recolte înalte la culturile agricole cerealiere, tehnice, furajere și altele cu excepția celor multianuale. Deficitul de precipitații la începutul perioadei de vegetație conduce la scăderea rezervelor de umezeală productivă în sol, ceea ce complică pregătirea solului și efectuarea semănatului culturilor de primăvară, înrăutățind în același timp starea culturilor de toamnă.

Recrudescența deficitului de precipitații pe fondalul regimul termic ridicat, în deosebi în perioada mai-iulie, contribuie le apariția și intensificarea condițiilor de secetă atmosferică și pedologică. Astfel rezultă condiții nefavorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor și formarea recoltei culturilor agricole. Coeficientul hidrotermic (care caracterizează nivelul de umezire a teritoriului), în medie pe teritoriul republicii, în perioada mai-iulie 2022, 2023 și 2024 a constituit doar 0,3-0,4, ceea ce corespunde unei secetei foarte puternice.

În funcție de nivelul de dezvoltare a sistemului radicular, plantele pot asimila apa difuză din pânza freatică dacă se găsește la 1,5 m adâncime pentru culturile de grâu și soia, 2,0 m pentru porumb, 2,5 m pentru floarea-soarelui, 3,5 m pentru lucernă. În perioadele secetoase plantele se ofilesc din cauza faptului că pierderile de apă prin transpirație depășesc capacitatea sistemului radicular de a asimila apa din sol.

Inițial, ofilirile sunt reversibile și au loc în orele însorite de la mijlocul zilei, timp în care plantele transpiră intens dar conurile de creștere și frunzele nu sunt suficient aprovizionate cu apă, deși solul are unele rezerve de apă. În astfel de condiții, spre seară și pe timp de noapte plantele își revin [11]. Ofilirea ireversibilă apare când solul are umiditate scăzută și plantele nu-și mai pot acoperi pierderile de apă consumată în procesul de transpirație.

În condiții de secetă, valorificarea eficientă a apei din sol depinde de capacitatea culturii și tehnologia aplicată. Astfel, eficacitatea măsurilor tehnologice administrate la culturile agricole pate fi apreciată și prin raportul, cantitatea de apă căzută din precipitații sau utilizată la irigare (mm)/producția obținută (kg). Pentru utilizarea mai eficientă a rezervelor de apă se recomandă aplicarea unor măsuri care să asigure o mai bună acumulare și reținere a acesteia în sol.

Pentru determinarea consumului de apă al plantelor prin transpirație se evaluează transpirația relativă care reprezintă raportul dintre cantitatea de apă consumată în procesul de transpirație prin sistemul foliar și evaporarea pe unitatea de suprafață a apei libere. Înainte de înființarea culturilor de toamnă și de primăvară este necesară o apreciere privitor la rezervele de apă din sol pe compartimente până la adâncimea de 100 cm. Condiții nefavorabile sunt considerate dacă deficitul de umiditate a solului toamna depășește 15%, iar primăvara, este mai mare de 20-25%. Indicele de ariditate (*Ia*) al unei zone se calculează prin relația: $Ia = P/T$. Unde P - exprimă media anuală a precipitațiilor din zonă; T - exprimă temperatura medie a zonei. Spre exemplu: dacă P = 500 mm, iar T = 10°C, Ia =500/10 = 50.

Valoarea indicelui de 50 puncte corespunde limitei dintre climatul arid și uscat de stepă. Schimbările climatice confirmă că majoritatea anilor în perioada 2015 - 2024 au fost printre cei mai călduroși atestați de la începutul observațiilor instrumentale, cu valori medii anuale de peste 12 °C, ceea ce depășește cu 2°C media multianuală pentru Republica Moldova și care relevă o accelerare accentuată a temperaturii. Luând în considerație creșterea mediei anuale a temperaturilor pe țară în ultimii ani, raportată la cantitatea de precipitații (P = 500 mm, iar T = 12°C; Ia = 500/12 = 41,7) vom caracteriza evoluția climei ca uscată spre aridă. Pentru menținerea echilibrului la limita dintre climatul arid și uscat media precipitațiilor anuale ar trebui să constituie circa 600 mm.

Valorile mai mari (*Ia >50*) caracterizează climatul uscat de stepă și silvostepă dar nu este atât de secetos precum cel de stepă. Climatul din nordul Moldovei se caracterizează printr-un regim termic mai moderat, cu trăsături continentale mai pronunțate. În restul teritoriului, în deosebi în

sudul republicii temperaturile sunt mai ridicate iar precipitațiile mai reduse, factori climatici care în mare măsură intensifică procesele de aridizare cu tendințe spre deșertificare. În ce privește regimul pluvial se resimte influența sub-mediteraneeană, evidențiind cel de-al doilea maxim de precipitații din perioada de toamnă.

Întru evitarea eșecurilor în afacerile agricole cauzate de condițiile de climă trebuie de ținut cont și de sensibilitatea culturilor la stresul hidric. Sorgul și floarea soarelui sunt mai puțin sensibile la deficitul de umiditate și stresul hidric comparativ cu porumbul, soia, mazărea fasolea, sfecla de zahăr, ne mai vorbind de culturile legumicole, furajere și alte specii de plante cu cerințe speciale față de apă și care sunt recomandate pentru cultivare doar în condiții de irigare.

Cunoașterea acestor particularități de către fermieri contribuie la dirijarea mai chibzuită a parametrilor tehnologici și asigurarea condițiilor de întreținere a agroecosistemelor în corespundere cu cerințele plantelor precum și în luarea deciziilor pentru amplasarea și înființarea culturilor agricole, menținerea și reducerea pierderilor de apă din sol prin evaporare.

Actualmente agricultura consimte o ignoranța și o lipsa hronică de informație și formare profesională a fermierilor, bazată pe rezultatele obținute în cercetările științifice realizate în scopul adaptării agroecosistemelor la schimbările climatice cu implementări demonstrative pentru transferul de cunoștințe în asociațiile agricole de performantă [1]. Astfel, atât temperaturile scăzute în timpul iernii cât si perioadele caniculare cu arșiță și secetă acută și de durată ar fi avut o influentă mai redusă asupra culturilor agricole, dacă s-ar fi aplicat in totalitate verigile de bază ale tehnologiilor de cultivare, cum ar fi:

- ➢ stabilirea și implementarea unei structuri de culturi specifice zonei pedoclimatice;
- ➢ alegerea unor soiuri și hibrizi cu rezistență sorită la condițiile nefavorabile de creștere și dezvoltare a plantelor, adaptate la temperaturi mai scăzute in timpul iernii și supra-optimale in perioada de vegetație si cu durată diferită de maturizare;
- ➢ efectuarea semănatului in epocile optime stabilite pentru fiecare cultura și zonă agroclimatică.
- ➢ menținerea condițiilor optime de întreținere a culturilor agricole prin fertilizare, irigare etc;
- ➢ combaterea efectivă a buruienilor, bolilor și dăunătorilor.

Fenomenul încălzirii globale, în deosebi de la începutul secolului XXI, devine de la an la an mai evident, cu toate acestea actualmente nu există o strategie bine chibzuită cu măsuri efective de adaptare a agriculturii la schimbările climatice. În condițiile Republicii Moldova, secetele pot apărea pe parcursul întregului an, cele mai frecvente fiind la sfârșitul verii si începutul toamnei (iulie – septembrie). Efecte mai dezastruoase cauzate de secetă fiind înregistrate in partea de sud și sud-est a republicii. Începând cu anii 2000, în aceste zone condițiile de ariditate sau intensificat, alibiurile fiind practicarea în continuare a unor culturi cu cerințe flexibile față de umiditate, lipsa irigațiilor și despăduririle sporadice.

Seceta din anii precedenți, inclusiv și 2024, a afectat cel mai mult zonele de stepă din sudul tarii, unde pe larg sunt exersate culturile cerealiere, porumb, floarea soarelui, in condiții in care o mare parte din terenurile agricole sunt disponibile pentru irigare. Dacă autoritățile și întreprinzătorii nu vor aplica masurile necesare pentru diminuarea dependenței afacerilor în agricultură de acțiunile negative a factorilor de climă, consecințele pot fi dezastroase si de lungă durată.

Concluzii

Creșterea frecvenței și intensificarea condițiilor de secetă necesită elaborarea unor strategii locale informarea și formarea profesională a fermierilor, bazată pe rezultatele obținute în cercetările științifice realizate în scopul adaptării agroecosistemelor la schimbările climatice cu implementări demonstrative pentru transferul de cunoștințe în asociațiile agricole de performantă

Insuficiența resurselor acvatice și sine-costul înalt la irigare sunt motive evidente care accentuează necesitatea elaborării recomandărilor de minimizare a consumului de apă la udare majorând eficienta acesteia la formarea unei unități de producție agricolă.

Acordarea suportului în implementarea inovațiilor rezultate din cercetările științifice (soiuri, tehnologii cu adaptabilitate sporită la condițiile locale de producere) în sectorul real al economiei;

Informarea fermierilor despre impactul schimbărilor climatice asupra productivității culturilor agricole și măsurile tehnologice de diminuare a acestui fenomen.

Referințe

1. Botnari V. Opportunities for adaption and development of agriculture the conext of climate change. În: Advanced Biotechnologies – Achievements and Prospects: scientific intern. sympos. 6th edit., Chisinau, 3-4 oct. 2022: abstract book. Chișinău, 2022, pp. 262 -264. ISBN 978-9975-159-81-4.
2. Botnari V. Monitorizarea factorilor climatici în agricultură. Chișinău, 2024 (CEP USM), 88 p. ISBN 978-9975-62-724-5.
3. Evaluarea resurselor climatice ale precipitațiilor atmosferice pe teritoriul Republicii Moldova prin prisma schimbărilor climatice: http://www.meteo.md/index.php/clima/cercetri-climarice.
4. Evaluarea resurselor climatice eoliene pe teritoriul Republicii Moldova prin prisma schimbărilor climatice: http://www.meteo.md/index.php/clima/cercetri-climarice.
5. FAO Regional Office for Europe and Central Asia: Land degradation neutrality (NDT): https://www.fao.org/europe/knowledgesharing/naturalresourcesbiodiversityandgreenproduction/landdegradationneutrality/en/.
6. Ghid de bune practici întru adaptarea la schimbările climatice și implementarea măsurilor de atenuare a schimbărilor climatice în sectorul agricol; IFAD (UCIP IFAD). Chișinău 2021.
7. Schimbările Climatice în Republica Moldova, *Impactul socioeconomic şi opţiunile de politici pentru adaptare*. Raportul Naţional de Dezvoltare Umană în Moldova 2009, 238 p.
8. Walther, GR, E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T.J.C. Beebee, J.M. Fromentin, O. Hoegh - Guldberg, Bairlein F. Ecological responses to recent climate urechange Nat, vol 416, 2002, pp.389-395.
9. www.mediu.gov.md (vizitat: 23.03.2024).
10. www.meteo.md (vizitat: 23.03.2024).
11. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. Москва, 1982. 280 p.

UDC: 631.847:579.873.1:632.4 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.87

ACTIVITY OF *STREPTOMYCES* spp. FROM AGRICULTURE SOILS AGAINST PHYTOPATHOGENS

Burțeva Svetlana[1], *https://orcid.org/0000-0001-7412-7897*
Birsa Maxim[1,*], *https://orcid.org/0000-0003-3068-1719*
Nicola Sasanelli[2], *https://orcid.org/0000-0001-9783-2687*
[1]*Institute of Microbiology and Biotechnology, Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*
[2]*Formerly Sustainable Plant Protection Institute, CNR, Italy*
**e-mail: maxim.birsa@imb.utm.md*

Summary. Antimicrobial activity of Moldovian selected strains of streptomycetes revealed that the growth of test cultures was actively delayed by 11 *Streptomyces* strains. Strain *Streptomyces* sp. 9 caused the formation of zones of lacking growth in 6 out of the 11 phytopathogens tested. Metabolites of the strains *Streptomyces* spp. 10 and 33 completely suppressed *Alternaria alternata* growth, while *Streptomyces* spp. 10 and 17 – *Botrytis cinerea*, strain *Streptomyces* sp. 10 – *Fusarium graminearum*. Growth of *Clavibacter michiganensis* was completely suppressed by the metabolites of the strain *Streptomyces* sp. 145. Results confirm the prospective to continue the research in bio-pesticide usage.

Keywords: biocidal activity; bio-pesticide; growth inhibition zone; soil borne phytopathogens.

Introduction

Soil is a complex system whose biological activity is strongly influenced by microflora and microfauna. It is an arena of enormous variety of interactions between physical, geochemical and biological processes. Living organisms that inhabit the soil interact each other and with the abiotic environment, based on their trophic or metabolic nature. They synthesize different products (vitamins, amino acids, auxins, antibiotics, enzymes, etc.) adsorbed by plants determining their important role in plant growth. The most active producers of substances or exometabolites with biological properties are strains of the genera *Bacillus*, *Pseudomonas* and *Streptomyces.* These substances have an important role in plant protection especially against phytopathogens (mainly bacteria and fungi) [5] and parasites (soil insects and plant parasitic nematodes) [21]. Moreover, they play a role in biocenoses processes and mineralization of organic residues which are important factors in the ecosystems [6].

Currently, many pests and parasites (phytopathogenic fungi, bacteria, viruses, insects, plant parasitic nematodes and weeds) cause significant damage to numerous crops [4, 13]. According to information, plants are subject to attack by over 50,000 different pathogens [7]. Yield losses caused by these pests cause a nutritional deficiency in the world, especially in developing countries. Many years of experience in active chemical control of harmful species of pests have shown the complete futility of a unilateral approach to ensuring ecological balance in intensive agroecosystems [17].

Despite the current trend towards the development of agriculture production, plant protection against parasites and pathogens is mainly based on the use of pesticides. Intensive and often unregulated use of pesticides leads to environmental pollution due to the accumulation of these substances in soil and natural waters [17]. Therefore, also in the Republic of Moldova, in the last years much more attention has been focused on the development of ecological and biological control methods against plant diseases with the aim to obtain control tools alternative to the use of pesticides.

Biological control methods to protect plants from pathogenic microorganisms is based on the use of antagonistic microorganisms so-called biological control agents. Currently, a number of microorganisms have been described to have an antagonistic effect on phytopathogens [22] and parasites [15].

The mechanism of action of these microorganisms includes competition for nutrition, effective colonization of the rhizosphere and leaf surfaces, synthesis of antibiotic substances and exometabolites with biocidal effects [14].

The aim of this research was to detect and evaluate the biocidal activity of strains of the genus *Streptomyces* spp., isolated from Moldavian agricultural soils, which are in active use for various crops growth.

Materials and methods

Soil samples were collected from the central part of the Republic of Moldova in different localities.

The list of the localities in which soil samples were collected is here reported:

I - Bacioi commune (Chisinau district). Black soil carbonate (humus content 2.5 %) from field with corn monoculture (46°54′ N, 28°53′ E);

II - Ghidighici village (Chisinau district). Black soil carbonate and medium loamy (humus 3.5 %) from arable land (47°09′ N, 28°56′ E);

III - Chisinau Municipality. Alkaline black soil and heavy loamy (humus 3.3%) from a vineyard (47°07′ N, 28°86′ E).

Soil samples were dehydrated by aeration for 7 days and then sieved through a 4 mm sieve. Then soil samples were pretreated with $CaCO_3$ and incubated for 10 days at 28°C according to procedure suggested by Rizk *et al*. [20] before proceeding to *Streptomyces* spp. isolation.

From the collected soil samples different strains were isolated by the Koch's method [9].

Streptomyces strains isolated from the different soil samples were: 41 (from 1 to 41), from site I; 25 (from 122 to 146), site II; 27 (from 147 to 173), site III.

All isolated *Streptomyces* strains are maintained in the National Collection of Non-pathogenic Microorganisms of the Institute of Microbiology and Biotechnology of Technical University of Moldova.

To assess biocidal activity of *Streptomyces*, different soil borne plant pathogens and pathogenic bacteria were selected and considered. The antifungal acitivity was tested against *Alternaria alternata, Aspergillus niger, Botrytis cinerea, Fusarium graminearum*, *F. oxysporum*, *F. solani* and *Rhizoctonia solani*, whereas the antibacterial efficacy was verified against *Agrobacterium tumefaciens* 8628 (now, *Rhizobium radiobacter* 8628), *Clavibacter michiganensis* 13[a], *Erwinia carotovora* 8982 (now, *Pectobacterium carotovorum* 8982), *Xanthomonas campestris* 8003[b] [2, 26]. Antifungal and antibacterial activities were verified by test cultures considering that these pathogens cause severe diseases and yield losses to numerous crops in Republic of Moldova.

Biocidal activities were determined by disk diffusion's method on agar. Test cultures were deep sub-cultured in Petri dishes [20].

There were three replications for each test and the biocidal assessment was performed twice.

Results and discussion

Ninety-three free *Streptomyces* strains were isolated from soil samples collected in the 3 locations of the central part of the Republic of Moldova. They were identified at level genus as *Streptomyces* spp. [11].

Eleven strains, which were characterized by active growth on the Czapek agar medium with glucose, were selected for the assessment of their biocidal activity as reported in Table 1.

In the last two decades, many studies have been carried out to find new *Streptomyces* strains active producers of metabolites with antifungal activity [1].

The antifungal activity of the *Streptomyces* strains isolated from soil samples is reported in Table 1. The *Streptomyces* spp. 10 and 33 completely suppressed growth of *Alternaria alternata* which causes black spot in numerous crops. Exometabolites produced by *Streptomyces* spp. 9 and 12 caused the formation of inhibition zones of 29.0±0 and 25.3±1.3 mm, respectively for the same pathogen. The other strains showed the ability to inhibit *A. alternata* growth by zones from 12.0±0 to 24.67±0.65 mm.

The growth of *Aspergillus niger*, the agent of black mold on various plants, was delayed in different ways by the isolated *Streptomyces* strains. Metabolites from *Streptomyces* spp. 9, 10, 17, 37 and 155 caused the formation of growth inhibition zones from 12.3±0.6 to 24.0±0 mm.

The most widespread phytopathogen in the Republic of Moldova is *Botrytis cinerea*, which has a very wide range of host plants in which various tissues and organs are infected. It causes gray mold of fruits, berries and vegetables both in greenhouses and in open field conditions. A comparative analysis of the antifungal activity of *Streptomyces* strains isolated from different soil samples showed that the most effective antagonist strains of this phytopathogen are *Streptomyces* spp. 10 and 17 which cause a complete suppression of the fungus growth (Table 1). *Streptomyces* spp. 9, 12 and 33 showed inhibition zones with diameters from 22.0±0 to 29.3±0.6 mm. Metabolites of the other *Streptomyces* strains were less effective decreasing fungal growth inhibition zones from 10.7±0.9 to 13.7±65 mm (Table 1).

Table 1

Antifungal activity of *Streptomyces* strains isolated from soil samples collected in three sites of the central part of the Republic of Moldova

Diameter of the growth inhibition zones, (mm)	*Streptomyces* spp.	Test cultures						
		Alternaria alternata	*Aspergillus niger*	*Botrytis cinerea*	*Fusarium graminearum*	*F. oxysporum*	*F. solani*	*Rhizoctonia solani*
	9	29.0±0	24.0±0	29.3±0.6	28.0±0	33.7±1.7	28.7±0.6	29.0±1.1
	10	C. i.	22.0±1	C. i.	C. i.	0	14.0±0	0
	12	25.3±1.3	17.3±0.6	22.0±0	-	17.8±1.4	-	17.0±1.1
	14	16.3±0.6	11.0±0	16.7±0.6	24.0±0	0	14.0±0	15.3±0.6
	17	24.7±0.6	22.8±0.3	C. i.	23.0±0	0	11.0±1.1	0
	23	12.0±0	17.0±0	0	0	0	12.3±0.6	8.8±0.3
	33	C. i.	0	24.3±0.6	30.0±1.1	0	0	0
	37	14.3±0.6	12.3±0.6	17.0±0	24.7±0.6	17.7±2.1	16.2±2.3	-
	122	14.7±0.6	0	10.7±0.9	-	-	10.3±0.6	0
	145	0	0	0	0	0	12.0±1.1	0
	155	0	17.0±0	13.7±0.65	0	28.0±0	0	0

*- experiment was not carried out; C. i. – complete inhibition.

The antifungal activity of our isolated *Streptomyces* strains was also tested on *Fusarium graminearum* the causal agent of *Fusarium* head blight in wheat, barley and oat. This disease leads to significant yield losses and especially quality through the contamination by different fungal mycotoxins. This pathogen was completely inhibited by *Streptomyces* sp. 10. An interesting control was also showed by *Streptomyces* spp. 9, 14, 17, 33 and 37. They delayed the pathogen growth by inhibition zones from 23.0±0 to 30.0±1.1 mm (Table 1).

Many species of the genus *Fusarium* are plant pathogens causing wilting diseases.

Among them particularly important is *Fusarium oxysporum* which cause *Fusarium* wilt in many horticultural crops [24]. Some *Streptomyces* strains isolated in our study were able to inhibit this soil borne plant pathogen. The best results were obtained by *Streptomyces* sp. 9 (33.7±1.7 mm) and 155 (28.0±0 mm). Less effective were *Streptomyces* spp. 12 and 37 whose metabolites caused the formation of growth inhibition zones of 17.8±1.4 and17.7±2.1 mm, respectively (Tables 1).

Others *Streptomyces* spp. have also been reported in literature for their antifungal activity against *F. oxysporum* or other species. *S. bikiniensis* HD-087 fluid culture induced the systematic

resistance of cucumber plants against wilting disease caused by *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* by the increase of peroxidase, phenylalanine, β-1,3-glucanase, chlorophyll and soluble sugars [26].

Moreover, a study on the fungicidal properties of 243 strains of 49 species of actinobacteria by Koch and Loffen revealed that *S. antimycoticus* FZ B 53 strain exhibited fungicidal activity against numerous soilborne plant pathogens, including *F. culmorum* [12].

Streptomyces sp. 9 was the most effective antagonist of *Fusarium solani* (agent of root rot disease). It was able to inhibit the growth of this pathogen culture with inhibition zone of 28.7±0.6 mm. Other isolated strains showed a lower efficacy with inhibition zones ranging between 11.0±1.1 and 16.2±2.3 mm (Table 1).

Rhizoctonia solani causes various plant diseases such as collar rot, root rot, damping off and wire stem. The pathogen attacks its hosts when they are in their early stages of development, such as seeds and seedlings. Only in four selected *Streptomyces* strains it was possible to detect the ability of their metabolites to inhibit *R. solani* growth such as in *Streptomyces* spp. 9 (29.0±1.1 mm), 12 (17.0 ± 1.1 mm), 14 (15.3±0.6 mm) and 23 (8.8±0.3 mm) (Table 1). Some natural fungicides, polyoxins B and D produced by *S. cacaoi* var. *asoensis were* also found to be effective to control *R. solani* [10].

In addition to the antifungal activity, the antibacterial activity of the selected *Streptomyces* strains was also investigated. In literature, there are many findings on the antagonism of actinobacteria towards phytopathogenic bacteria [23].

The tests on the bactericidal activities were carried out on *Agrobacterium tumefaciens* 8628, *Clavibacter michiganensis* 13[a], *Erwinia carotovora* 8982 and *Xanthomonas campestris* 8003[b].

The agent of crown gall disease (formation of tumors), *A. tumefaciens* 8628, was inhibited by *Streptomyces* spp. 9 and 14, zones were 14.3±0.6 and 16.2±1.4 mm, respectively (Table 2).

Streptomyces sp. 145, from II site, completely inhibit the growth of *C. michiganensis* 13[a], agent of soft rot disease on tomato. Metabolites of *Streptomyces* sp. 9 delayed the growth of this pathogen by inhibition zones up to 29.7±1.7 mm. For *Streptomyces* spp. 23, 33, 37 and 122 the inhibition zones ranged between 22.7±0.6 and 25.0±1.1 mm. A lower antibacterial efficacy was showed by the other tested *Streptomyces* sp. (12, 14 and 17) with inhibition zones from 14.3±0.6 to 18.0±0 mm (Tables 2). The same bacterium was also inhibited by metabolites of *S. antimycosicus* FZ BS 3 strain as was found in a previous study by Koch and Loffen [12].

Table 2

Antibacterial activity of *Streptomyces* strains isolated from soil samples collected in three sites of the central part of the Republic of Moldova

Diameter of the growth inhibition zones, (mm)	*Streptomyces* spp.	Test cultures			
		Agrobacterium tumefaciens 8628	*Clavibacter michiganensis* 13[a]	*Erwinia carotovora* 8982	*Xanthomonas campestris* 8003[b]
	9	14.3±0.6	29.7±1.7	16.0±1.1	30.0±0
	10	-	15.0±0	-	14.0±0
	12	0	14.3±0.6	0	0
	14	16.2±1.4	15.0±1.1	0	30.0±1.1
	17	0	18.0±0	0	15.0±1.1
	23	0	25.0±1.1	0	9.7±0.6
	33	0	22.7±0.6	-	16.0±0
	37	0	23.0±0	0	10.3±0.6
	122	-	24.3±0.6	-	9.3±0.6
	145	-	C. i.	-	12.0±0
	155	0	15.3±0.6	-	12.7±0.6

*- experiment was not carried out; C. i. – complete inhibition.

Streptomyces strains effective against *Erwinia carotovora*, the agent of soft rot disease, were not found. Only *Streptomyces* sp. 9 showed a partial control of the bacterium growth with inhibition zones of 16.0±1.1 (Tables 2). Delay in the development of infections caused by *E. carotovora* was also found by Reiter *et al*. due to endophytic bacterial communities [19]. Findings by Oskay *et al*. reports that some *Streptomyces* strains isolated from a soil in Turkey inhibited *E. amylovora* and *A. tumefaciens* growth [18].

Since 2000 Yan-Min *et al*. reported the efficacy of some *Streptomyces* strains on the development of phytopathogenic bacteria such as *Xanthomonas campestris* and *E. carotovora* [25]. According to the literature, studies of Hastuti *et al*. and Mingma *et al*. are of some interest because describing results of the influence of rhizosphere and endophytic *Streptomycetes* on *X. campestris* and *X. oryzae* [8, 16].

The antibacterial activities of *Streptomyces* spp. 9 and 14 (I soil samples location) were effective on *X. campestris* 8003, agent of black rot disease. They produced metabolites with inhibition zones of 30.0±1.1 mm. For others studied *Streptomyces* spp. (10, 17, 23, 33, 37, 122, 145, 155) antibacterial activity was also detected by the diameter of the inhibition growth zones which ranged between 9.3±0.6 and 16.0±0 mm (Table 2).

A promising element of a modern and sustainable agriculture is the use of bio-pesticides based on microorganisms or their metabolites that exhibit growth-promoting properties that increase plant resistance to pests, pathogens and abiotic stress factors [3].

An analysis of the results on the antimicrobial activity of Moldovian selected strains of streptomycetes revealed that the growth of test cultures was actively delayed by strains isolated from soil samples collected in Bacioi Municipality (I) until complete growth inhibition of pathogens.

Conclusions

Results of our study on the antibacterial and antifungal activity on *Streptomyces* genus allow us to confirm the prospective to continue the research on the identification of *Streptomyces* spp. strains useful for bio-pesticide formulations to use in a sustainable plant protection against harmful phytopathogens and parasites.

Acknowledgments. This research was funded by Government of Republic of Moldova, Ministry of Education and Research, Research Subprogram 020101 "InBioS – Innovative biotechnological solutions for agriculture, medicine and environment". Institutional financing contract no. 4/FI of 22 February 2024.

References

1. Barka, E.A.; Vatsa, P.; Sanchez, L.; Gaveau Vaillant N.; Jacquard C.; Klenk H.P.; van Vezel W.P. Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria. *Microbiol Mol Biol Rev*, 2016, 80, 1-43.
2. Bull, C.T.; De Boer, S.H.; Denny, T.P. et al. Comprehensive list of names of plant pathogenic bacteria, 1980-2007. *J Plant Pathol*, 2010, 92(3), 551-592.
3. Couillerot, O.; Loqman, S.; Toribio, A. et al. Purification of antibiotics from the biocontrol agent *Streptomyces anulatus* S37 by centrifugal partition chromatography. *J Chromatogr B*, 2014, 944, 30-34.
4. Deutsch, C.A.; Tewksbury, J.J., Tigchelaar, M. et al. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 2018, 361(6405), 916-919.
5. Dow L.; Gallart M.; Ramarajan M.; Law S.R.; Thatcher L.F. *Streptomyces* and their specialized metabolites for phytopathogen control – comparative *in vitro* and *in planta* metabolic approaches. *Front Plant Sci*., 2023, Vol. 14.
6. Faybishenko, B.; Hubbard, S.; Brodie, E.; et al. Preface to the special issue of Vadose Zone Journal on Soil as Complex Systems. *Soil Science Society of America*, 2016, 15 (2).

7. Fletcher, J.; Bender, C.; Budowle, B. et al. Plant pathogen forensics: Capabilities, Needs, and Recommendations. *Microbiol Mol Biol Rev*, 2006, 70(2), 450-471.
8. Hastuti, R.D.; Lestari, Y.; Suwanto, A.; Saraswati, R. Endophytic *Streptomyces* spp. as biocontrol agents of rice bacterial leaf blight pathogen (*Xanthomonas oryzae* pv. oryzae). *Hayati J Biosciences*, 19(4), 155-162.
9. Holly A. Microbiology: A Laboratory Experience (Ed. Gail E. Rowe), 2018, ISBN 13: 9781942341543.
10. Isono, K.; Nagatsu, J.; Kawashima, Y.; Suzuki, S. Studies on polyoxins, antifungal antibiotics. Part I. Isolation and characterization of polyoxins A and B. *Agric Biol Chem*, 1965, 29, 848-854.
11. Kämpfer, P. Genus *Streptomyces* Waksman and Henrici 1943, 339AL emend. Witt and Stackebrandt 1990, 370, emend. Wellington, Stackebrandt, Sanders, Wolstrup and Jorgensen, 1992, 159. *In*: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2nd Ed., vol. 5. Edited by Goodfellow et al. New York: Springer, 2012, pp. 1455-1767.
12. Koch, E.; Loffen, I. Partial characterization of the antimicrobial activity of *Streptomyces antimycoticus* FZB 53. *J. Phytopathology*, 2008; 157(4), 235-242.
13. Korres, N.E.; Burgos, N.R.; Travlos, I. et al. New directions for integrated weed management: Modern technologies, tools and knowledge discovery. *Adv in Agronomy*, 2019, 155, 243-319.
14. Migunova V.D.; Sasanelli N. Bacteria as Biocontrol Tool against Phytoparasitic Nematodes. *Plants*, 2021, 10, 389.
15. Migunova, V.D.; Tomashevich, N.S.; Konrat, A.N. et al. Selection of bacterial strains for control of root-knot disease caused by *Meloidogyne incognita*. *Microorganisms*, 2001, 9, 1698.
16. Mingma, R.; Pathom-aree, W.; Trakulnaleamsai, S.; Thamchaipenet A.; Duanfgmal K. Isolation of rhizospheric and roots endophytic actinomycetes from leguminosae plant and their activities to inhibit soybean pathogen, *Xanthomonas campestris* pv. *glycine*. *World J Microbiol & Biotechnol*, 2014, 30(1), 271-280.
17. National Research Council. Our Common Journey: A Transition Toward Sustainability. Chapter: 4 Environmental Threats and Opportunities. 1999, pp. 185-232. Washington, DC: The National Academies Press.
18. Oskay, M.A.; Tamer, Ü.; Azeri, C. Antibacterial activity of some actinomycetes isolated from farming soils of Turkey. *African J Biotechnol*, 2004, 3(9), 441-446.
19. Reiter, B.; Pfeifer, U.; Schwab, H.; Sessitsch, A. Response of endophytic bacterial communities in potato plants to infection with *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Appl Environ Microbiol*, 2002, 68(5), 2261-2268.
20. Rizk, M.; Abdel-Rahman, T.; Metwally, H. Screening of antagonistic activity in different *Streptomyces* species against some pathogenic microorganisms. *J Biological Sci*, 2007, 7(8), 1418-1423.
21. Sasanelli, N.; Toderas, I.; Veronico, P. et al. Abamectin Efficacy on the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Plants*, 2020, 9, 12.
22. Seouk H.L.; Su Hong J.; Jun Y.P. et al. Isolation and evaluation of the antagonistic activity of *Cnidium officinale* rhizosphere bacteria against phytopathogenic fungi (*Fusarium solani*). *Microrganisms*, 2023, 11 (6).
23. Singh, N.; Rai, V.; Tripati, C.K.M. Purification and chemical characterization of antimicrobial compounds from a new soil isolate *Streptomyces rimosus* MTCC 10792. *App Biochem and Microbiol*, 2013, 5, 467-475.
24. Taechowisan, T.; Chunhua, L.; Luemao, S.; Saisamorn, L. Secondary metabolites from endophytic *Streptomyces aureafaciens* CMUAc130 and their antifungal activity. *Microbiol*, 2005, 151(5), 1691-1695.
25. Yan-Min, V.; T. Da Quun, T.; Shi M.; Ding, Z. The antagonism of 26 strains *Streptomyces* sp. against several vegetable pathogens. *Hebaei Agric Univ*, 2000, 23, 65-68.
26. Zhao, S.; Du, C.M.; Tian, C.Y. Suppression of *Fusarium oxysporum* and induced resistance of plants involved in the biocontrol of cucumber fusarium wilt by *Streptomyces bikiniensis* HD-087. *World J Microbiol Biotechnol*, 2012, 28(9), 2919-2927.

UDC: 635.21:632.651(477) ttps://doi.org/10.53040/gppb8.2024.88

POTATO NEMATODES OF THE BLACK SEA STEPPE OF UKRAINE

Burykina Svitlana[1], *https://orcid.org/0000-0002-5197-6586*
Uzhevska Svitlana [2]*, *https://orcid.org/0000-0002-9827-6210*
Nikishicheva Kateryna[3], *https://orcid.org/0009-0003-6194-3694*
Kohut Inna[4], *https://orcid.org/0000-0002-4418-5954*
Rudenko Vyacheslav[5] *https://orcid.org 0000-0002-8651-7689*
Odessa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Khlybodarske Village, Ukraine
* *e-mail:* grass_snake@ukr.net

Summary. The article presents the results of examination of potato tubers grown in the Odesa region (Ukraine) to detect helminths that damage it. Installed: in Odesa region, 5 species of phytohelminths (no potato stem nematode), 4 species of mycohelminths, and 4 species of saprobiotic nematodes were found in tubers with signs of dry rot from 21 locations, mainly in the southern regions. *Pratylenchus pratensis*, *Paratylenchus nanus* polyphages dominated.

Keywords: phytohelminths, mycohelminthes, saprobionts, potato, Odessa region.

Potatoes are not grown on an industrial scale in Odesa region. Its main production is concentrated in private farms, where it is grown to meet its own needs and for sale in intra-regional markets. Ultra-early varieties are used so that potatoes have time to form a crop before the onset of the hottest period.

Potatoes are damaged by more than ten types of harmful nematodes, among which the cyst-forming, stem and migrating nematodes cause the most damage. Crop losses vary widely and depend on a combination of many factors: an environment favorable for their growth, pest population density, soil structure, potato variety, and others [1, 2]. During storage of potatoes, nematodes of the genus *Ditylenchus* cause the greatest damage, namely *Ditylenchus destructor*, which, according to researchers, can parasitize almost 70 crops and weeds [3, 4].

Potato stem nematodes, which cause great damage to plants, were known even 100 years ago. According to the modern definition, stem nematode potato *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 belongs to the Nemathelminthes type of the Nematoda class of the Tylenchida order of the Angunidae family [5-8]. In some countries, the stem nematode is considered a quarantine object. In Ukraine, *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci* are included in the list of "Regulated non-quarantine harmful organisms", which determines their phytosanitary regulation in relation to planting material and seed plots [9]. In our country, the mass spread of stem nematode in the field and the manifestation of diseases during potato storage leads to significant crop losses. It is believed that the nematode cannot withstand prolonged drying and therefore has significant economic value only when parasitizing in cool, moist soil. With an increase in soil moisture from 40% to 80%, the number of damaged potato stems and tubers also increases. The maximum damage was observed at a temperature of 17-20°C in the morning and 20-24°C during the day [10]. Research results show that nematodes are most often spread by infected planting material, soil, and together with agricultural tools [11, 12]. Controlling *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci* is difficult because they have a wide host range, and therefore even crop rotation does not help [13].

The results of examinations of potatoes for the detection of stem nematode showed that it is found in twenty regions of Ukraine. In some farms of Kharkiv, Poltava, Cherkasy, and Sumy regions, potato tubers were affected by *D. destructor* by 15-30%, and in some farms of Kyiv and Donetsk regions, the damage of tubers by stem nematode was 30-40% [14-16]. There are no data for the Odesa region, but there is evidence that potato stem nematode damage remains too high in

Ukraine to this day [16]. There is no information on the harmfulness of the potato stem nematode and measures to cure tubers from it in the Southern Steppe zone of Ukraine, and very limited in other zones.

The main goal of research conducted at the scientific and technical base of the Odesa State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-oriented Agriculture of the National Academy of Sciences was to find a biological preparation and determine its effectiveness in the fight against phytonematodes. But for this, first of all, it was necessary to determine the species composition of helminths present in potato tubers grown in the conditions of the Odesa region, which became the goal of the research, the results of which are presented in the presented material.

The research was conducted taking into account the methodological approaches used in international practice and corresponding to the state standards of Ukraine.

The selection of potato tuber samples was carried out in January-February 2024 in farms and private farms of the Odesa region (Fig.1) of the following territorial communities: Ovidiopolska Odesa district (Khlibodarske, Mykolaivka); Sergiivska (Mykolaivka), Plakhtiivska (Yaroslavka) Bilhorod-Dniester district; Vilkivska (Prymorske), Suvorovska (Kyrnychki), Safyanivska (Bagate, Komyshivka, Kyslytsia, Stara Nekrasivka), Reniyska (Kotlovina) and Izmaili of the Izmail district; Krynychnenska (Krynychne) Bolgrad district; Raukhovska (Shevchenkove) Bereziv district; Kuyalnytskyi (Yasinove) Podilsky district.

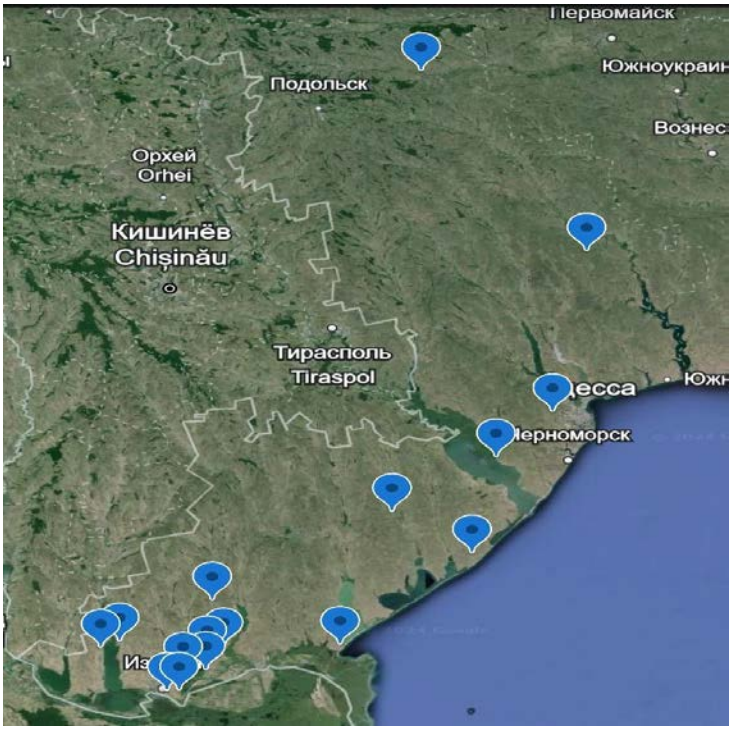


Figure 1. Places of taking potato samples

A total of 71,071 specimens of nematodes were registered in the selected samples, the distribution of which by sampling locations is presented in Table 1, and by species in Table 2.

The complex of phytonematodes was mainly represented by five species: *Pratylenchus pratensis* (de Man 1889) Filipjev 1936, *Paratylenchus nanus* Cobb, 1923, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn, 1857), *Tylenchorhynchus dubius* (Butschli, 1873) Filipjev, 1936, *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961. The registered species are the most characteristic of the agrocenoses of the Steppe zone.

Pratylenchus occupy the third place in the list of the most dangerous nematodes in agricultural production, they are migratory endoparasites affecting the root system of almost 400

plant species. Ubiquitous of *D. dipsaci* was found in 21% of damaged tubers, in large numbers in only one location (Bereziv district). This also applies to *T. dubius* (damaged 31% of tubers in Krynychny, Bolgrad district). Single specimens of *H. dihystera* were also found.

Table 1

The total number of nematodes identified in potato tubers damaged by dry rot

№	Place of sampling	Crop losses, %	Number of nematodes			
			species	of specimens		
				total	average	interval of oscillations
1	Khlybodarske , Odesa district	-	1	651	130	15-424
2	- II -	-	0	0	0	0
3	Mykolaivka, Odesa district	3	1	371	41,2	0-150
4	- II -	-	1	325	29,5	0-322
5	Mykolaivka, B-Dnistrovsky district	10	3	2477	225	0-2430
6	- II -	-	4	4950	413	0-2020
7	Prymorske, B-Dnistrovsky district	-	1	12	1	0-6
8	Yaroslavka, B-Dnistrovsky district	1	1	187	17	0-79
9	- II –	15	1	28435	2584	42-6720
10	- II -	-	1	16256	1626	0-6680
11	Bagate, Izmail district	5	0	0	0	0
12	Pershotravneve, Izmail district	10	3	545	90,8	1-220
13	- II -	-	2	6115	1019	120-3610
14	Kyslytsia, Izmail district	10	3	13	2,6	0-13
15	Komyshivka, Izmail district	2	1	443	111	0-443
16	Kotlovina, Izmail district	10	2	60	7,6	0-61
17	Stara Nekrasivka, Izmail district	15	0	0	0	0
18	Izmail	5	1	996	498	2-994
19	Krynychne, Bolgrad district	15-20	7	9207	572	0-2297
20	Shevchenkove, Bereziv district	5	1	23	2	0-20
21	Yasinove, Podilsky district	1-2	1	5	1,1	0-3
Total				71071		

The potato stem nematode *Ditylenchus destructor* Thorne was not found, although it was registered in Odesa region in the 70s of the last century [14]. The stem nematode *D. dipsaci* (together with the tuberous nematode *D.destructor*) belongs to the category of regulated non-quarantine harmful organisms (according to the State Production and Consumer Service).

Table 2

Detection of nematodes in potato tubers damaged by dry rot

Helminths	Khlybodarske , Odesa district	Mykolaivka, Odesa district	Mykolaivka, B-Dnistrovsky district	Yaroslavka, B-Dnistrovsky district	Yasinove, Podilsky district	Pershotravneve, Izmail district	Kyslytsia, Izmail district	Komyshivka, Izmail district	Kotlovina, Izmail district	Krynychne, Bolgrad district	Prymorske, B-Dnistrovsky district	Shevchenkove, Bereziv district
Phytohelminths %												
Pratylenchus pratensis	-	-	17	-	-	50	20	-	-	50	-	-

Pratylenchus nanus	-	-	33	-	-	-	-	25	-	19	-	-
Ditylenchus dipsaci	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Tylenchorhynchus dubius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-
Helicotylenchus dihystera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
Mycohelminthes %												
Aphelenchus avenae	-	10	83	90	-	67	-	25	12	37	33	-
Aphelenchoides asterocaudatus	-	-	8	25	-	17	-	-	-	6	-	-
Aphelenchoides limberi	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saprobionts. %												
Eucephalobus oxiuroides	-	-	-	-	-	-	20	-	-	6	-	-
Panagrolaimus rigidus	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-
Eudorylaimus obtusicaudatus	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-
Mesorhabditis monohistera	20	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-
Number of species	1	1	5	2	1	3	3	2	2	7	1	1

Four species of mycohelminths were also identified (*Aphelenchus avenae* Bastian, 1965; *Aphelenchoides asterocaudatus* Das, 1967; *Aphelenchoides limberi* Steiner, 1936; *Aglenchus agricola* (De Man, 1921) Andrassy, 1954). *A. avenae* was dominant - 50% of locations, potato infection was 10-90%. Potatoes from the village were the most damaged. Yaroslavka, B-Dnistrovsky district: the total number was 0-6680 specimens/10 g of tuber, despite the fact that phytohelminths were not registered in the studied tubers. *A. asterocaudatus* was found in 19% of locations (in small quantities), tuber contamination ranged from 6 to 25%. *A. limberi* was registered in one case, singly (Mykolaivka village, Odesa district).

Saprobionts are represented by four species: *Aporcelaimellus (Eudorylaimus) obtusicaudatus* (Bastian, 1865) Heyns, 1965 (omnivorous); *Eucephalobus oxiuroides* (De Man, 1880) Steiner, 1936; *Mesorhabditis monohystera* (Bütschli, 1873) Dougherty, 1955; *Panagrolaimus rigidus* (Schneider, 1866) Thorne, 1937. *E.oxiuroides* was found in two locations (Krynychne, Bolgrad district and Kyslytsia, Izmail district) and *M. monohistera* (Kyslytsia, Izmail district and Khlybodarske, Odesa district) well), their number was negligible, potato damage was 20%. In one case, *A. obtusicaudatus* (Kotlovina, Izmailsky district) and *P. rigidus* (Yasinove, Podilsky district) were registered in insignificant numbers. The maximum number of nematode species in potato tubers with signs of dry rot was found in the village of Krynychny (Bolhrad district) - 7 species and village Mykolaivka (B-Dnistrovsky district) - 5 types.

Conclusions

In Odesa, 5 species of phytohelminths (no potato stem nematode), 4 species of mycohelminths, and 4 species of saprobiotic nematodes were found in tubers with signs of dry rot from 21 locations, mainly in the southern regions. Pratylenchus pratensis, Paratylenchus nanus polyphages dominated.

References

1. Neilyk M.M., Lutkovska S.M., Tkachuk O.P., Tsyganskyi V.I. Nematoda: biology, monitoring, protection and regulatory framework: *a monograph*. Vinnytsia: Works, 2023. 260 p.
2. Kalatur K. A., Janse L. A. Phytonematodes as a limiting biotic factor of agricultural production in the world (review). *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet. Protection of plants*. 2021. Issue 29. P.13–46.
3. Yemets O.M., Mitrofanova L.M. *Ditylenchus destructor* is a stem nematode of potatoes. Materials of the scientific and practical conference of teachers, graduate students and students of the Sumy National University, (Sumy, April 20-21, 2016). Sumy: SNAU, 2016. In 3 vols. T.III. P. 262.
4. Stankevich M.Yu., Zabrodina I.V., Stankevich S.V. Modern range and harmfulness of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* FILIPJEV). VI International scientific and practical conference "*Scientific principles of increasing the efficiency of agricultural production*". November 29-30, 2022 Ukraine. Kharkiv. State Biological University. P.272–275.
5. Borzykh O. I., Bashynska O. V., Konstantinova N. A., Palamarenko V. O., Pylypenko L. A., Sykalo O. O., Tatus O. K. Illustrated guide to regulated harmful organisms in Ukraine . Kyiv. 2009. 248 p.
6. Dementyeva S.P. Potato stem nematode and measures to combat it. Chisinau: Shtiintsa, 1980. 28 p.
7. Decker H. Phytonematologie (Biologie und bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden) Veb Deutscher landwirtschaftsverlag. Berlin, 1969. 445 p.
8. Wetzel T. Diagnose von krankheiten und beschädigungen an kulturpflanzen diagnosemethoden Veb Deutscher Landwirtschafsverlag. Berlin, 1984. 224 p.
9. Trybel S.O., Pylypenko L.A., Bondarchuk A.A. etc. Methodology for evaluating potato varieties for resistance against major pests and pathogens; under the editorship S.O. Tribelia, A.A. Bondarchuk. Kyiv: Agrarian science, 2013. 264 p.
10. Borodina K., Bilash R. Dependence of population density of *Ditylenchus destructor* Thorne on humidity and soil temperature in northeastern Ukraine. Science Rise : Biological Science. 2017. 3(6).33–36. https://doi.org/10.15587./2519-8025.2017.105511
11. Stankevich M.Yu., Zabrodina I.V., Stankevich S.V. Quarantine species of nematodes are limited in distribution in Ukraine. *Taurian Scientific Herald*. 2023. Issue 129. P. 119–132. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.16
12. Abrantes M., Almeida I., Concecao et.al. Nematodes of potato and their management. *Potato production Worldwide*. 2023. 212–240. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00024-4.
13. Mwaura P., Niere B., Vidal S. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Annals of Applied Biology*. 2015.Volium 166. Issue 2. P.257–270. https://doi.org/10.1111/aab.12180.
14. Gurmanchuk O.V., Kolomiychuk D.R., Telechuk Ya.O. Influence of biological and chemical preparations on the development of potato stem nematode. "*Agriculture - sustainable development of Ukraine"*: materials of the All-Ukraine. of science - practice conference, November 12, 2020. Zhytomyr: Polish National University, 2020. P. 174–176.
15. Kolomiychuk D.R. Productivity of potatoes with the use of biological and chemical preparations against *Ditylenchus destructor*. "*Problems of ecology and ecologically oriented plant protection.*": materials of the 1st scientific and practical conference of students, October 3, 2020. Zhytomyr: Polis National University. P. 22–2
16. Kotyuk L. A. Ecological and biological features of the stem nematode *Ditylenchus destructor* Thorne parasitizing potatoes in the Polissia zone of Ukraine.: Diss. ... candidate biological of science Zhytomyr, 1999. 153 p.

UDC: 631.8:633.15 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.89

CHLOROPHYLL INDEX IN MAIZE PLANTS GROWN FROM SEEDS TREATED WITH REGLALG AND HYPOTHERMIC SHOCK

Caus Maria
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0001-7914-3482, e-mail:mcaus2021@yahoo.com

Summary. The article presents the results of studies of the influence of the use of the biostimulator Reglalg and negative temperature stress (NTS) on the chlorophyll index of maize plants grown in field conditions at the experimental area of the Institute of Genetics, Physiology & Plant Protection, MSU. Growing maize from seeds treated before sowing with Reglalg and then subjected to temperature treatment at -4°C for 16 hours showed that the use of Reglalg reduces the negative effect of NTS and contributes to an increase in the chlorophyll index of leaves in the early period of plant growth.

Keywords: maize seeds, biostimulator Reglalg, hypothermic shock, chlorophyll index.

Introduction

At the current conditions of climate change and global warming, much attention is paid to studying the influence of negative environmental factors on the plant's growth and development (7, 12). Among the environmental factors that negatively affect the germination, productivity and quality of the crops, low temperature is one of the most common stresses that have a damaging effect on the plant organism (10,5). The response of different plant species to extreme temperature stresses varies throughout their life cycle (9). Tropical and temperate plant species, including maize, have limited ability to withstand low temperatures (8, 11).

Maize is widely cultivated in the world due to the high demand of various branches of the economy in the varied production of maize, which increases every year. This leads to the need to increase the yield of maize hybrids and expand their area of cultivation. This becomes possible if there are suitable hybrids for cultivation in heat-deficient regions. Therefore, the main conditions for the promotion of maize in the northern regions is the selection for early maturity and frost resistance.

Numerous studies have been conducted to investigate the influence of low positive temperatures on the growth processes and productivity of maize plants (8, 15). Recently (1) five maize hybrids were evaluated for germination and the growth of seedlings, obtained from seeds exposed to treatment with low positive temperatures (from 26°C to 1°C) before placement for germination and growth. It was shown that maize hybrids differed significantly in seed germination and root properties under low temperatures treatments.

Also, there were conducted experiments to study influence of freezing, temperature below 0°C, on maize plants during early seedling growth, or at late stages of ontogeny (14). However, less attention has been paid to the impact of freezing temperatures on maize at the germination stage.

At the same time, less attention was paid to the influence of freezing, sub-zero temperatures on maize at the germination stage.

We have started a series of studies on subjecting seeds of different maize hybrids to negative temperature stress (NTS) before germination (2). NTS, a temperature of -4°C applied to seeds for 16 hours in fourteen maize hybrids before germination, resulted in a decrease in final germination percentage, which depended on the type of hybrid.

In the face of climate changes and to provide the population with food, the development of methods for cultivating maize is important, including the creation of new methods for improving hybrids and maize lines that can acclimatize to relevant environmental conditions. It is also

important to improve agrotechnical cultivation methods through the use of plant growth biostimulators (PGB) (3,13).

The purpose of the study was to study the effect of the use of PGB Reglalg and pre-sowing seeds treatment with negative temperature stress on the chlorophyll index of young maize plants at the beginning of the growing season under field conditions.

Materials and methods

The research was carried out using seeds of the maize hybrids Porumbeni (P.) 310 and P. 374, provided by the Public Institution "National Center for Research and Production of Seeds", Republic of Moldova. The experiments were conducted under field conditions at the experimental area of the IGFPP, USM. The experimental design was a Latin square, where the plots were arranged in triplicate with a randomized distribution. Each plot was 2,8 meter wide and 5 meters long. Sowing was carried out in May, manually, at a depth of 5 - 6 cm and at a distance between rows of 70 cm. Before sowing, maize seeds treated with water (control) or the optimal doze (1/50) of PGB Reglalg (experimental) and air-dried were placed for imbibition in water at 5°C for 36 hours. Then, some of the control and experimental seeds, freed from water, were subjected to negative temperature stress (NTS) of -4°C for 16 hours, and the other part of the control and experimental seeds, also freed from water, were placed in a refrigerator at a temperature of 5°C. At the beginning of the growth period, when the plants had 5-6 leaves, the chlorophyll index was measured. The chlorophyll index was determined using a chlorophyll counter CCM-200 Plus (Optic Science), capable of measuring the chlorophyll index from 0 to 999 at a distance. at a distance of up to 1.5 m over an area of 11 cm with a reproducible reading accuracy of ±5%. The data were statistically processed by determining the mean value and the standard deviation of the mean was calculated using the program "Statistics 7".

Results and discussion

The resistance of plants to low temperatures largely depends on the possibility of functioning of the photosynthetic apparatus, which provides cellular metabolites necessary for the growth and development of plants both under conditions of optimal growth temperatures and under conditions of adaptation to stressful temperatures (4).

Since maize is a tropicale /temperate crop, the processes occurring in the early stages of ontogenesis will be sensitive to environmental factors, including low temperatures. The processes of germination, emergence of seedlings, development of juvenile leaves and the formation of the photosynthetic apparatus, which ensure the transition from heterotrophic growth to autotrophic growth, will largely depend on soil temperature, humidity and other environmental factors (6).

In order to evaluate the state of the maize crops in the juvenile period and to determine the effect of the use of the biostimulator Reglal and the treatment of the seeds before sowing with negative temperature stress (NTS), measurements of the chlorophyll index of the plants at the stage of 5-6 -leaf seedlings were carried out (Fig. 1). It was found that the highest accumulation rates of the chlorophyll index were characteristic for plants from the control and from the variant with Reglalg, both without preventive treatment of the seeds with NTS, regardless of the type of hybrid. At the same time, it can be observed that the highest level of the chlorophyll index was characteristic for plants obtained from seeds treated before sowing with the PGB Reglalg (Reg.), compared to the control variant (C). It should be mentioned that in plants grown from P. 374 hybrid seeds treated with Reglalg, the chlorophyll index was significantly higher (cci=36), compared to P. 310 hybrid plants (cci=33). The results presented in Fig. 1 also demonstrate that the values of the chlorophyll index in the leaves of the plants of both hybrids, obtained from seeds preventively treated with NTS (C+NTS) and (Reg.+NTS), are lower compared to those of the control (C) and Regallg (Reg.) plants. Literature data (4) from the experience with young maize plants, at the 3-rd leaf appearance seedlings, exposed for seven days at low temperature of 10°C, demonstrated that

this treatment resulted in decreased photosynthetic pigments, lowered efficiency of PSII and reduction in CO_2 assimilation.

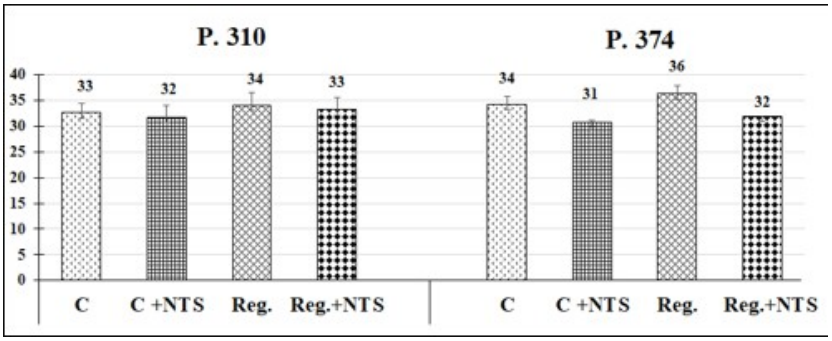


Figure 1. Chlorophyll index of plants under field conditions, grown from sseds treated before sowing with Reglalg and NTS

Our results suggest that the treatment of seeds with the solution of PGB Reglal before exposure to NTS action favored the stimulation of the viability of the resulting plants, which was reflected in the chlorophyll content of the leaves of the seedlings in the juveline stage of ontogenesis. The use of Reglalg for seed treatment before their expose to NTS demonstrates a tendency to have a beneficial effect on the processes of germination and growth of maize seedlings in field conditions, especially in the P. 374 hybrid, which has a higher chlorophyll index coefficient (Fig. 1). It should also be mentioned, that exogenous application of PGB Reglalg induces as well cold tolerance in the early maize hybrid, P. 180 and the semi-early maize hybrid, P. 310, promoting to improve the functioning of the photosynthetic apparatus by increasing the content of chlorophyll pigments in the leaves of plants in the 5-6 leaf phase under field conditions (3).

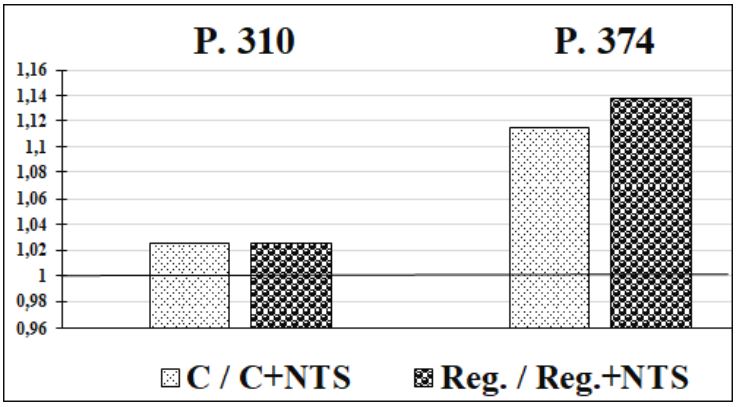


Figure 2. The ratio between the values of the chlorophyll index of the seedlings under fiels conditions from variants C and reg. to the value of the C+NTS and Reg.+NTS

Determination of the ratio between the chlorophyll indices from the C variant to this index from the C+ NTS variant, as well as the chlorophyll indices from the Reglalg variant to the values of this indice from the Reg+NTS variant demonstrate (Fig. 2), that the values of this ratio are greater than 1 and that the application of PGB Reglalg for seed treatmnet before sowing showed a greater effect in P. 374 hybrid plants.

Thus, the data on the chlorophyll index in the leaves of maize plants grown from seeds treated with PGB Regalg and then exposed to NTS made it possible to identify the state of the plants under the influence NTS, the role of biostimulatory substances in reducing the negative effects of NTS, as well as the comparison of reactions of the studied hybrids to NTS effects.

Conclusions

Young maize plants of hybrids P. 310 and P. 374, grown from seeds pre-treated with negative temperature stress (NTS) for 16 h before sowing in the field, responded to this treatment with different levels of leaf chlorophyll index, indicating at the same time that hybrid P.374 is more sensitive to NTS than hybrid P.310.

The treatment of maize seeds before sowing with PGB Reglalg conditioned the increase of the chlorophyll index in the juvenile phase in the plants of the two investigated maize hybrids, P. 310 and P. 374.

In addition, the beneficial effect of the biostimulator Reglalg was also manifested in maintaining the chlorophyll index content at a higher level in plants grown in field conditions from seeds exposed to NTS before sowing, compared to those in the control.

Acknowledgements. The research was carried out within the project of the State Program 20.80009.7007.07 "*Determining the parameters that characterize the resistance of plants with different levels of organization to the action of extreme temperatures in order to reduce the effects of climate change*", and of the subprogram 011101 "*Genetic and biotechnological approaches to management of agroecosystems under climate change conditions*", financed by the Ministry of Education and Research of RM.

References

1. Cauș M., Dascaliuc A., Borozan P. Responses of seed germination and seedling growth of different maize hybrids to low positive temperature stress. *Ann. Univ. Craiova, Ser. Biol. Hortic. Food Prod. Process. Environ. Eng.*, 2022, vol. 27 (63), p.113 -118. ISSN–L 1453 – 1275. Doi: https://doi.org/10.52846/bihpt.v27i63.19.
2. Cauș M., Dascaliuc A., Borozan P. Effect of negative temperature shock on the primary resistance of maize hybrids. *Ann. Univ. Craiova, Ser. Biol. Hortic. Food Prod. Process. Environ. Eng.*, 2023, vol. 28(64), p. 27-32. I.S.S.N 1435-1275. Doi: https://doi.org/10.52846/bihpt.v28i64.66.
3. Cauș M., Platovschii N., Ralea T., Borozan P., Dascaliuc A. Efectele șocului de temperatură suboptimală și a preparatului Reglalg la cultura porumbului cultivat în condiții de câmp. Materialele Conferinței Științifice Naționale cu Participare Internațională **"***Știința în nordul Republicii Moldova: probleme, realizări, perspective", (ediția a șasea),* Bălți, 19 mai 2022. P. 36-41. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/36-41_41.pdf.
4. Cholakova-Bimbalova R., Vassilev A. Effect of chilling stress on the photosynthetic performance of young plants from two maize (*Zea mays*) hybrids. In: *CBU International Conference on Innovations in Science & Education Proceedings*. March 22-24, 2017, vol. 7. Prague, Czech Republic. P. 1118-1123. http://dx.doi.org/10.12955/cbup.v7.1501.
5. Georgieva M., Vassileva V. Stress management in plants: Examining provisional and unique dose-dependent responses. *Int. J. Mol. Sci.*, 2023, 24, 5105. Doi: 10.3390/ijms24065105.
6. Grzybowski M., Adamczyk j., Jończyk M. et al. Increased photosensitivity at early growth as a possible mechanism of maize adaptation to cold springs. *Journal of Experimental Botany*, 2019, vol. 70, (10), p. 2887–2904. Doi:10.1093/jxb/erz096.
7. Lippmann R., Babben S., Menger A., Delker C. Development of wild and cultivated plants under global warming conditions. *Current Biology*, 2019, (29), p.1326–1338. Doi: https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.10.016.
8. Ma Y., Tan R., Zhao J. et al. Chilling tolerance in maize: Insights into Advances-Toward Physio-Biochemical Responses and QTL/Genes Identification. Plants, 2022, vol.11, 2082. https://doi.org/10.3390/plants11162082.

9. Mangani R., Tesfamariam E.H., Engelbrecht C.J. et al. Potential impacts of extreme weather events in main maize (*Zea mays* L.) producing areas of South Africa under rainfed conditions. *Reg. Environ. Chang.*, 2019, *19*, p. 1441–1452. https://doi.org/10.1071/CP18117.
10. Parrotta, L.; Cai, G. Environmental Stress and Plants. *Int. Journal Mol. Sci.*, 2022, 23, 5416. https://doi.org/10.3390/ ijms23105416.
11. Simon A., Moraru P.I., Ceclan A. et al. The Impact of climatic factors on the development stages of maize crop in the Transylvanian Plain. *Agronomy*, 2023, 13, 1612. https://doi.org/10.3390/ agronomy13061612.
12. Vogel E., Donat M.G., Alexander L.V., Meinshausen M. et al. The effects of climate extremes on global agricultural yields. *Environ. Res., Lett.*, 2019,14, 054010. Doi:10.1088/1748-9326/ab154b.
13. Waqas M.A., Khan I., Akhter M. J. et al. Exogenous application of plant growth regulators (PGRs) induces chilling tolerance in short-duration hybrid maize. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int*., 2017, 24, 11459–11471. Doi: 10.1007/s11356-017-8768-0.
14. Woltz J.M., Egli D.B., TeKrony D.M. Freezing point temperatures of corn seed structures during seed development. *Agronomy Journal*, 2005, 97, p. 1564–1569. Doi:10.2134/agronj2005.0073.
15. Zhou X, Muhammad I, Lan H., Xia C. Recent Advances in the Analysis of Cold Tolerance in Maize. *Front. Plant Sci.*, 2022, 13:866034. Doi: 10.3389/fpls.2022.866034.

.

UDC: 573.6:582.232:633.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.90

EXTRACTS DERIVED FROM SPIRULINA CULTIVATED ON MEDIA WITH Cu AND CuO NANOPARTICLES AS ACTIVE AGENTS FOR TRITICALE SEED PRIMING

Cepoi Liliana*, *https://orcid.org/0000-0002-7516-948X*
Rudi Ludmila, *https://orcid.org/0000-0002-0752-8153*
Chiriac Tatiana, *https://orcid.org/0000-0003-2933-0751*
Zosim Liliana, *https://orcid.org/0000-0003-0510-8064*
Iațco Iulia, *https://orcid.org/0000-0003-0757-7884*
Rudic Valeriu, *https://orcid.org/0000-0001-8090-3004*
*Institute of Microbiology and Biotechnology, Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova, * e-mail: liliana.cepoi@imb.utm.md*

Summary. This study investigates the effects of seed priming in triticale using extracts from *Arthrospira platensis* cultivated with copper nanoparticles (CuNP) and copper oxide nanoparticles (CuONP). Results demonstrate significant increases in chlorophyll, carotenoid, and phenolic content, alongside enhanced antioxidant activity in the leaves. Notably, the treatment with nanoparticle-enriched extracts reduced malondialdehyde (MDA) levels, indicating a protective effect against oxidative stress. The findings suggest that spirulina-based extracts, even with the addition of nanoparticles, can enhance crop health, offering a sustainable approach to agriculture.

Keywords: priming, triticale, *Arthrospira platensis* (spirulina) extract, CuNP, CuONP, pigments, malondialdehyde.

Introduction

Microalgae and cyanobacteria are seen as the future of agricultural production due to their high growth rates, efficiency in solar energy conversion, and ability to recover nutrients from wastewater [13]. They produce biomolecules such as phytohormones, amino acids, and vitamins that enhance plant growth and productivity [19]. As biofertilizers and soil conditioners, microalgae improve soil fertility and transform agriculture into a more sustainable practice by reducing the need for chemical fertilizers and increasing plant tolerance to abiotic stresses [11, 16]. These characteristics make microalgae a promising and innovative resource for sustainable agricultural production [2].

Microalgae also serve as biostimulants, enhancing plant resistance to stresses like drought, salinity, and temperature extremes through antioxidant defense and adaptation mechanisms [4]. Their natural antioxidants protect plants from oxidative stress, promoting healthier growth [9]. Using microalgae extracts for seed priming improves germination rates and growth [21]. For instance, *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* extracts boost germination and plant vigor [17], while *Spirulina platensis* extracts enhance root development and vegetative mass [5]. Priming with *Dunaliella salina* extracts can improve salt stress response and germination rates [4].

Nanoparticle priming is an emerging technique using nanoparticles to enhance seed germination and plant growth by stimulating physiological and biochemical processes [3]. Nanoparticles provide essential microelements, improving early growth and resistance to abiotic stresses like drought and salinity [18]. Common nanoparticles include silver, silicon, and zinc oxide, each affecting plants based on their chemical and physical properties [7, 8]. Further research is needed to understand the long-term impacts of nanoparticles on the environment and human health [7, 12, 14].

This study explores an alternative seed priming method for triticale using products derived from *Arthrospira platensis* grown on media supplemented with copper and copper oxide nanoparticles, avoiding direct seed contact with nanoparticles.

Materials and methods

The *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (spirulina) strain, stored in the National Collection of Non-Pathogenic Microorganisms at the Institute of Microbiology and Biotechnology, Technical University of Moldova, was used in this study as a source of biologically active compounds.

A. platensis was cultivated in an optimized mineral medium [20] supplemented with Cu nanoparticles (CuNP) and CuO nanoparticles (CuONP) (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) of 100 nm in size, at concentrations of 10, 15, and 20 mg/L. Cultivation was carried out under autotrophic conditions, with continuous lighting and temperature conditions of 26-28°C. The cultivation cycle lasted 6 days. At the end of the cultivation period, the biomass was separated from the culture liquid by filtration.

To prepare the biostimulant extracts, 100 mg of native biomass obtained from cultivation of *A. platensis* in the presence of 100 nm CuNP and CuONP at concentrations of 10, 15, and 20 mg/L were mixed with 10 mL of distilled water. The mixtures were placed in a water bath at 60°C for 60 min. The extracts were then separated from the biomass by centrifugation and standardized to 10 mg/mL of dry substance.

In the experiments with triticale, seeds of the Kostel variety, belonging to the *Erytrospermum* type (*author Galina Lupascu, dr. hab., prof.*), were obtained from the Institute of Genetics, Physiology, and Plant Protection, USM, Moldova, were subjected to a 3-hour priming procedure using a 10 mg/L *A. platensis* extract solution. The seeds were then rinsed with distilled water, dried, and planted in soil. Before planting, the soil was homogenized, placed in experimental containers, and evenly watered. The seeds were uniformly distributed on the soil surface at a depth twice their diameter and covered with a thin layer of soil to ensure proper germination. The experimental growth cycle lasted 21 days. At the end of the experiment, triticale leaves were collected and used for biochemical assays.

Pigments were extracted from fresh triticale leaf biomass using 80% acetone. The absorbance of the extract was measured at 470 nm, 645 nm, and 663 nm using a spectrophotometer. The total chlorophyll and carotenoid content were calculated in mg/100 g of biomass. A 50% hydro-ethanolic solution was used to prepare the leaf extract for the assessment, of antioxidant activity. The reduction of the radical 2,2′-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) was monitored over 6 minutes, and antioxidant activity was expressed as the % ABTS inhibition.

The total phenolic content of the leaf extracts was determined using the Folin-Ciocalteu spectrophotometric method. A mixture of the leaf extract, Folin-Ciocalteu reagent, and sodium carbonate solution was prepared and incubated for 30 minutes at room temperature. The absorbance was then measured at 765 nm. The phenolic content was quantified as gallic acid equivalents per 100 g leaf material.

Malondialdehyde (MDA) content was measured using the thiobarbituric acid (TBA) assay to assess lipid peroxidation. A 150 mg sample of leaves was macerated, and 3 mL of a reagent solution containing 0.25% TBA in 10% trichloroacetic acid was added. The mixture was heated at 95°C for 30 minutes, then cooled and centrifuged. Absorbance was recorded at 532 nm and 600 nm, and MDA concentration was calculated using the extinction coefficient.

The data were statistically analyzed by calculating the arithmetic mean, standard error, and confidence interval, applying a parametric t-test with a significance threshold of $p < 0.05$.

Results and discussion

One of the goals of seed priming is to enhance plant resistance by stimulating metabolism and increasing photosynthesis. The chlorophyll content in triticale leaves was determined and analyzed (Fig. 1A). The spirulina extract, used as a positive control, resulted in a 12.3% increase ($p < 0.05$) in total chlorophyll content. Spirulina extracts cultured in the presence of CuNP at a concentration of 15 mg/L reduced the total chlorophyll content in triticale leaves with 15.08% ($p < 0.05$).

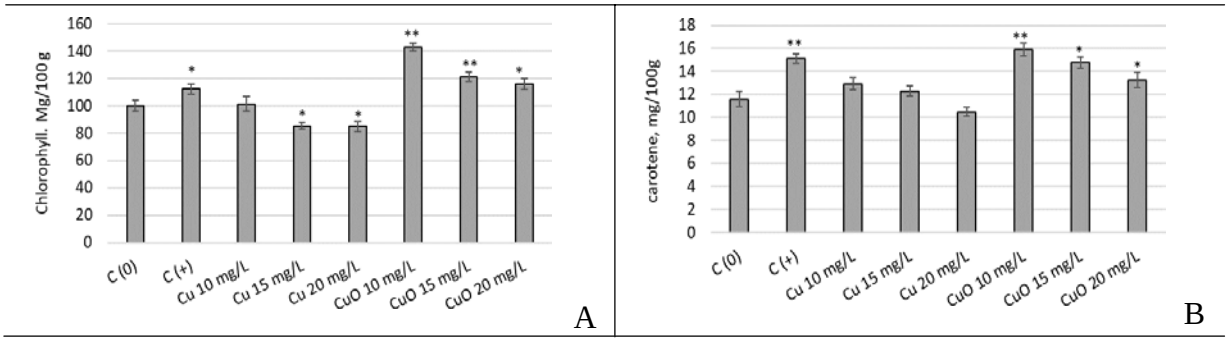


Figure 1. The effect of seed priming in triticale leaves with extracts from spirulina cultured in media supplemented with CuNP and CuONP on chlorophyll (A) and carotenoid (B) accumulation in leaves. C(0) – negative control, purified water; C(+) – positive control, extract from *A. platensis*; *$p < 0.05$; **$p < 0.01$.

The extracts from spirulina cultured in media supplemented with CuONP significantly increased chlorophyll content in triticale leaves with 42.8% ($p < 0.01$) compared to C(0) and with 27.2% ($p < 0.05$) compared to C(+). These results highlight the impact of CuONP on the bioactive content of *A. platensis* biomass. For the extracts from spirulina cultured in the presence of CuONP at concentrations of 15 mg/L and 20 mg/L, the stimulatory effect was observed as an increase in chlorophyll content in leaves with 20.8% ($p < 0.01$) and 16.0% ($p < 0.05$), respectively, compared to the C(0) sample.

A 30.3% increase ($p < 0.01$) in carotenoid content was established in *Triticale* leaves in the samples primed with spirulina extract, the positive control variant (Fig. 1B). The extract from spirulina biomass obtained through cultivation with 10 mg/L CuNP resulted in an 11.24% increase in carotenoid content. The extracts from spirulina cultured with CuONP significantly increased carotenoid content, ranging from 37.4% ($p < 0.01$) to 14.5% ($p < 0.05$) compared to the negative control. These results suggest a synergistic effect between spirulina biomolecules and nanoparticles, influencing the composition of cyanobacterial biomass.

Similar effects on enhancing photosynthetic activity were observed in the priming of *Hibiscus sabdariffa* plants with 0.01% Al_2O_3 NPs, which led to increases in chlorophyll content with 12.90%, chlorophyll b by 16.32%, and carotenoids by 31.13% compared to the control [1]. Seed pretreatment of *Citrullus lanatus* with 20 mg/L MnONP significantly increased chlorophyll content [6]. The application of AgNP for seed priming of *Capsicum annuum* L. led to significant accumulations in chlorophyll (51-142%) and carotenoids (23-94.2%), as well as total phenol content (73%) in all plant tissues. Seed priming of *Capsicum annuum* with CuNP at concentrations 1, 10, and 20 ppm increased chlorophyll content by up to 142% and carotenoids by up to 94.2% [10]. Various concentrations of *S. platensis* extract were tested to evaluate the effects on the growth, pigments, and photosynthetic capacity of *Lupinus luteus*. Application of a 0.25% extract significantly increased chlorophyll a, b, and carotenoid content, which enhanced photosynthetic capacity and, in turn, improved plant growth and yield. In contrast, the 1.0% concentration had an inhibitory effect, reducing growth and yield parameters [21].

Seed priming of triticale with extracts from spirulina cultured in media supplemented with CuNP and CuONPs led to an increase in phenolic content in the leaves (Fig. 2A). The highest increases were observed with extracts from spirulina cultured with 10 mg/L CuNP, resulting in a 46% increase in carotenoid content ($p < 0.01$), and with CuONP, resulting in a 43.1% increase in carotenoid content ($p < 0.05$).

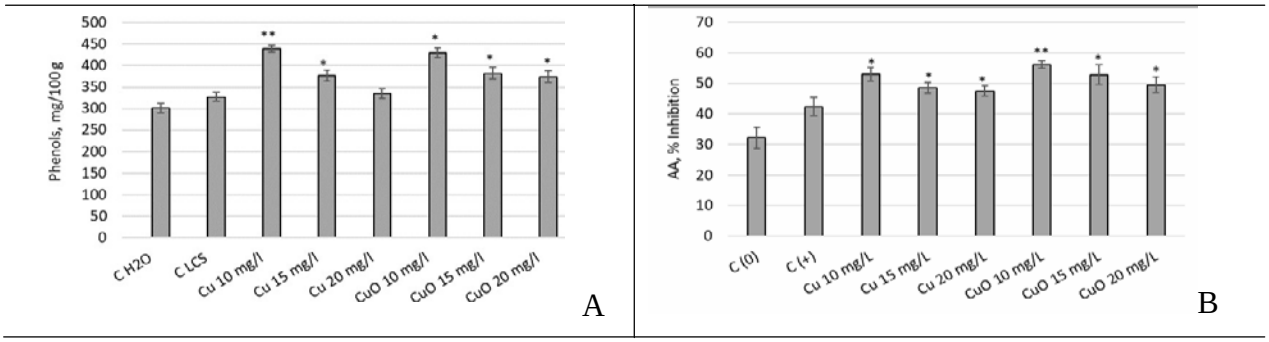


Figure 2. The effect of seed priming in triticale leaves with extracts from spirulina cultured in media supplemented with CuNP and CuONP on phenolic accumulation (A) in leaves and antioxidant activity (B). C(0) – negative control, purified water;; C(+) – positive control, extract from *A. platensis*; *$p < 0.05$; **$p < 0.01$.

In all experimental variants, an increase in antioxidant activity was observed (Fig. 2B). Seed pretreatment with spirulina extract led to a 32% increase in antioxidant capacity. Extracts from spirulina biomass cultured with CuNP increased the antioxidant activity in triticale leaves with 65.3% ($p < 0.05$) to 48% ($p < 0.05$) compared to C(0) and with 25.2% ($p < 0.01$) to 12.1% compared to C(+). Extracts from spirulina biomass obtained from CuONP experiments resulted in an increase in antioxidant activity with 54.2% ($p < 0.01$) to 74.7% ($p < 0.01$) compared to C(0) and with 16.8% ($p < 0.05$) to 32.3% ($p < 0.01$) compared to C(+).

Phenols are compounds that significantly contribute to plant stress tolerance. It was determined that MnONP at a concentration of 80 mg/L significantly increased phenolic content in *Citrullus lanatus* plants but significantly reduced antioxidant activity [6]. CuNP enhanced total antioxidant activity, with increases of 14.06%, 82.07%, and 143.01% observed at 20, 60, and 80 ppm, respectively [10].

An indicator of crop resilience is the maintenance of cellular membrane integrity, monitored by determining malondialdehyde levels (Fig. 3). In samples obtained through seed priming of triticale with spirulina extracts cultured in media supplemented with 20 mg/L CuNP, MDA levels were 24.5% ($p < 0.05$) lower compared to the negative control.

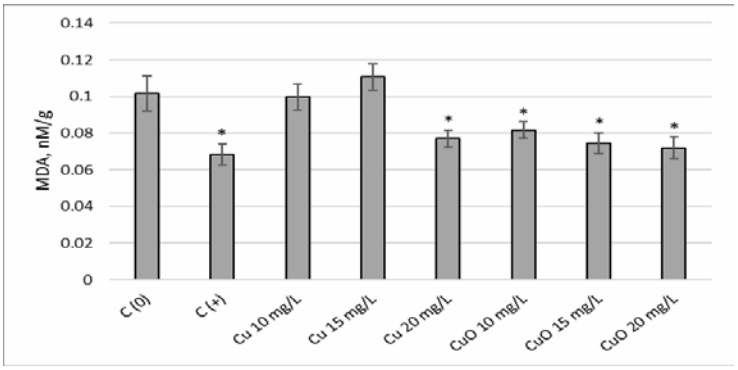


Figure 3. The effect of seed priming in triticale leaves with extracts from spirulina cultured in media supplemented with CuNP and CuONP on malondialdehyde content in the leaves. C(0) – negative control, purified water; C(+) – positive control, extract from *A. platensis*; *$p < 0.05$.

In samples treated with extracts from spirulina cultured in media supplemented with CuONP at concentrations of 10, 15, and 20 mg/L, MDA levels were reduced with 19.9% ($p < 0.05$) to 29.4% ($p < 0.05$) compared to C(0). These results are similar to those obtained with the extract from spirulina cultured without nanoparticles, which reduced MDA accumulation by 32.2% ($p < 0.05$). The effect of nanoparticles on MDA levels was also observed in foliar exposure to AgNP in *Mentha spicata* [14]. Seed priming of *Hibiscus sabdariffa* with 0.01% Al_2O_3 NPs resulted in an 18.74% reduction in MDA content, suggesting a protective effect of these nanoparticles against oxidative stress [1].

Therefore, the results obtained using extracts from the cyanobacterium *Arthrospira platensis* cultured in media supplemented with Cu and CuO nanoparticles as active agents for seed priming of triticale demonstrate that the stimulatory effect can be achieved even without direct contact with the nanoparticles.

Conclusions

The study demonstrated that seed priming of triticale with extracts from the cyanobacterium *Arthrospira platensis* cultured in media supplemented with CuNP and CuONP yields significant benefits for plant health and productivity. These treatments increase chlorophyll, carotenoid, and phenolic content, and enhance the antioxidant activity of triticale without direct contact with the nanoparticles. Extracts from spirulina cultured in the presence of CuNP and CuONP significantly reduced MDA levels, indicating a protective effect against oxidative stress. This approach offers a sustainable method for improving crop performance without the risks associated with the direct use of nanoparticles.

Acknowledgments. This study was supported by Government of Republic of Moldova, Ministry of Education and Research, Research Subprogram 020101 "InBioS—Innovative biotechnological solutions for agriculture, medicine and environment". Institutional financing contract no. 4/FI of 22 February 2024.

References

1. Abdel Latef, A. A. H., Zaid, A., Abu Alhmad, M. F., & Abdelfattah, K. E. The impact of priming with Al_2O_3 nanoparticles on growth, pigments, osmolytes, and antioxidant enzymes of Egyptian Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) cultivation. *Agronomy*. 2020;10(5):681.
2. Bulgariu, L., et al. Microalgae – An innovative resource for agriculture. *Sustainability*. 2019;11,1-15. https://doi.org/10.3390/su11010205)
3. Donia, D.T., Carbone, M. Seed Priming with Zinc Oxide Nanoparticles to Enhance Crop Tolerance to Environmental Stresses. *Int. J. Mol. Sci.* 2023; 24:17612. https://doi.org/10.3390/ijms242417612
4. El Arroussi, H., Benhima, R., El Mernissi, N., Bennis, I., and Wahby, I. *Dunaliella salina* exopolysaccharides: A promising biostimulant for salt stress tolerance in tomato and pepper plants. *Journal of Applied Phycology*. 2018;30(5):2929–2941. https://doi.org/10.1007/s10811-017-1382-1
5. Gemies, L.S.M.. Elsadany, A.Y. Maximizing growth and productivity of onion (*Allium cepa L.*) by *Spirulina platensis* extract and nitrogen-fixing endophyte *Pseudomonas stutzeri*. *Arch. Microbiol.* 2021, 203:169–181.
6. Kasote, D.M., Lee, J.H.J., Jayaprakasha, G.K., & Patil, B.S. Manganese oxide nanoparticles as safer seed priming agent to improve chlorophyll and antioxidant profiles in watermelon seedlings. *Nanomaterials*. 2021;11(4):1016. https://doi.org/10.3390/nano11041016
7. Khan, F., Pandey, P., Upadhyay, T.K. Applications of Nanotechnology-Based Agrochemicals in Food Security and Sustainable Agriculture: An Overview. *Agriculture*. 2022; 12:1672. https://doi.org/10.3390/agriculture12101672.)

8. Kim, S. J., Ko, E. J., Hong, J. K., and Jeun, Y. C. Ultrastructures of colletotrichum orbiculare in cucumber leaves expressing systemic acquired resistance mediated by chlorella fusca. *Plant Pathol. J*. 2018:34 (2):113. https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.09.2017.0204
9. Kusvuran, S. Microalgae (*Chlorella vulgaris* beijerinck) alleviates drought stress of broccoli plants by improving nutrient uptake, secondary metabolites, and antioxidative defense system. *Hortic. Plant J.* 2021; 7(3):221-231. https://doi.org/10.1016/j.hpj.2021.03.007
10. Mawale KS, Nandini B, Giridhar P. Copper and Silver Nanoparticle Seed Priming and Foliar Spray Modulate Plant Growth and Thrips Infestation in *Capsicum s*pp. *ACS Omega*. 2024;9(3):3430-3444. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c06961. PMID: 38284086; PMCID: PMC10809252
11. Mutale-Joan, C., Redouane, B., Najib, E., Yassine, K., Lyamlouli, K., Laila, S., et al. Screening of microalgae liquid extracts for their bio stimulant properties on plant growth, nutrient uptake and metabolite profile of *Solanum lycopersicum* L. *Sci. Rep.* 2020;10(1):1-12. https://doi.org/10.1038/s41598-020-59840-4
12. Paramo LA, Feregrino-Pérez AA, Guevara R, Mendoza S, Esquivel K. Nanoparticles in Agroindustry: Applications, Toxicity, Challenges, and Trends. *Nanomaterials (Basel).* 2020;10(9):1654. https://doi.org/10.3390/nano10091654. PMID: 32842495; PMCID: PMC7558820.
13. Parmar P, Kumar R, Neha Y and Srivatsan V Microalgae as next generation plant growth additives: Functions, applications, challenges and circular bioeconomy based solutions. *Front. Plant Sci*. 2023;14:1073546. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1073546
14. Peshkova, A., Zinicovscaia, I., Cepoi, L., Rudi, L., Chiriac, T., Yushin, N., & Sohatsky, A. Features of copper and gold nanoparticle translocation in Petroselinum crispum segments. *Nanomaterials*. 2023;13(1754). https://doi.org/10.3390/nano13111754
15. Peshkova, A., Zinicovscaia, I., Cepoi, L., Rudi, L., Chiriac, T., Yushin, N., Anh, T. T., Manh Dung, H., & Corcimaru, S. Effects of gold nanoparticles on *Mentha spicata* L., soil microbiota, and human health risks: Impact of exposure routes. *Nanomaterials*. 2024;14:955. https://doi.org/10.3390/nano14110955
16. Prisa, D.; Spagnuolo, D. Plant Production with Microalgal Biostimulants. *Horticulturae.* 2023; 9(7):829. https://doi.org/10.3390/horticulturae9070829
17. Puglisi, I., Barone, V., Fragalà, F., Stevanato, P., Baglieri, A., and Vitale, A. Effect of microalgal extracts from *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* on germination of *Beta vulgaris* seeds. *Plants.* 2020;9(6):675. https://doi.org/10.3390/plants9060675)
18. Raliya, R., Nair, R., Chavalmane, S., Wang, W.-N., and Biswas, P. Synergistic effect of titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles on soybean plant growth under soil moisture stress. *Journal of Nanoparticle Research*. 2016;18(1):1-13. https://doi.org/10.1007/s11051-015-3325-5).
19. Ronga, D.; Biazzi, E.; Parati, K.; Carminati, D.; Carminati, E.; Tava, A. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*. 2019;9:192. https://doi.org/10.3390/agronomy9040192).
20. Rudi, L., Chiriac, T., Cepoi, L., Miscu, V., Zinicovscaia, I., Valuta, A., & Rudic, V. Biomass production and pigment content in *Arthrospira platensis* by adding AuNP (PEG) and AgNP (PEG) at different growth phases of the cultivation cycle. *The Annals of Oradea University, Biology Fascicle*. 2021;28(2):143-151. http://www.bioresearch.ro/revistaen.html
21. Rupawalla, T., et al. Priming of spinach seeds with microalgae extracts enhances germination and seedling growth. *J Appl Phycol.* 2022;34:2015–2026. https://doi.org/10.1007/s10811-022-02770-7
22. Shedeed, Z. A., Gheda, S., Elsanadily, S., Alharbi, K., & Osman, M. E. H. *Spirulina platensis* biofertilization for enhancing growth, photosynthetic capacity and yield of *Lupinus luteus*. *Agriculture*. 2020; 12(6):781. https://doi.org/10.3390/agriculture12060781

UDC: 632.937 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.91

BIOLOGICAL PROTECTION OF PLANTS: ONTOLOGICAL APPROACH

Chernova Irina
Engineering and Technological Institute "Biotekhnika" National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa
https://orcid.org/0000-0002-9995-3834, e-mail: bioischernova@ukr.net

Summary. The article is devoted to the ontological analysis of the processes of production of entomophages for biological plant protection. Research methods – system analysis, approach based on ontologies. Known studies on the use of ontologies in agriculture are analyzed. Ontologies of technological processes of production of *Aphidoletes aphidimyza* and *Chrysoperla carnea* have been developed. The advantages of the proposed approach for biological protection of plants are given.

Keywords: biological plant protection, entomophages, ontological approach.

Introduction

Protection of plants from harmful organisms plays an important role in increasing production and improving the quality of crop production [1]. The use of entomophages in the cultivation of cultivated plants makes it possible to ensure early detection of the pest, reduce the pesticide load and preserve the ecological purity of the crop [2]. At the same time, the production of entomophages in the conditions of technocenosis represents a complex biotechnical system of the man-machine type with a significant number of discrete operations, which requires systematization, generalization to increase the efficiency of its functioning, using the results of scientifics research, modern software tools. The use of an approach based on ontologies allows to increase the level of informativeness and competence of the person who makes decisions in the processes of managing biotechnical production for biological plant protection.

Ontology is a machine-interpreted conceptualization of some area of knowledge [3]. Ontological models can be used as a universal tool for integrating data and knowledge from disparate sources of information [4].

The advantages of using ontologies are:

– the integrity of the presentation of information regarding the subject area [5];

– holistic approach to decision-making processes [6].

The purpose of the research was to conduct an ontological analysis of the processes of entomophages production for biological plant protection.

Materials and methods

The Engineering and Technological Institute "Biotechnica" of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine carries out scientific research on the engineering and technological support of the production of biological plant protection products, including the development of a decision support system based on ontologies in the production of entomophages.

At present, the known studies on the use of ontologies in agriculture relate to:

– insect ontology, which is the basis for identifying an insect by its characteristics and for beginners to gain basic knowledge about insects [7];

– ontology-based decision support system for controlling insect pests of sugarcane, rice, soybean and cocoa [8];

– the use of ontologies for the official and explicit description of the knowledge of experts in agricultural entomology and the diagnosis of insect pests [9];

– ontology-based decision support for grape crop protection [10];

– structuring knowledge about the processes of managing the production of entomophages in the form of ontologies [11];

– ontologies of the processes of intellectual management of the production of entomophages for biological plant protection based on the application of the results of own research regarding the development and implementation of intelligent data analysis in this production [12];

– ontology of knowledge in the processes of production and use of biological means of plant protection and ontology of knowledge of researchers based on research results of ETI "Biotechnica" of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine [13];

– ontologies of production processes of the entomophage *Habrobracon hebetor* [14];

– ontology-based expert system for rice disease identification and control recommendations [15].

Research methods – system analysis, approach based on ontologies.

Results and discussion

Using the analysis of scientific works [1, 11-14, 16] and a free software environment Visual Understanding Environment, ontologies of technological processes of the production of *Aphidoletes aphidimyza* and *Chrysoperla carnea* were developed (fig. 1, fig. 2).

Predators *Aphidoletes aphidimyza* and *Chrysoperla carnea* are used to control various types of aphids [17]. *Aphidoletes aphidimyza* is used to protect plants from aphids on all vegetable crops that are grown in closed soil; in practice, it is most often cucumber and tomato [1]. *Chrysoperla carnea* is widely bred for use mainly to protect vegetable and ornamental crops from aphids in closed soil [1].

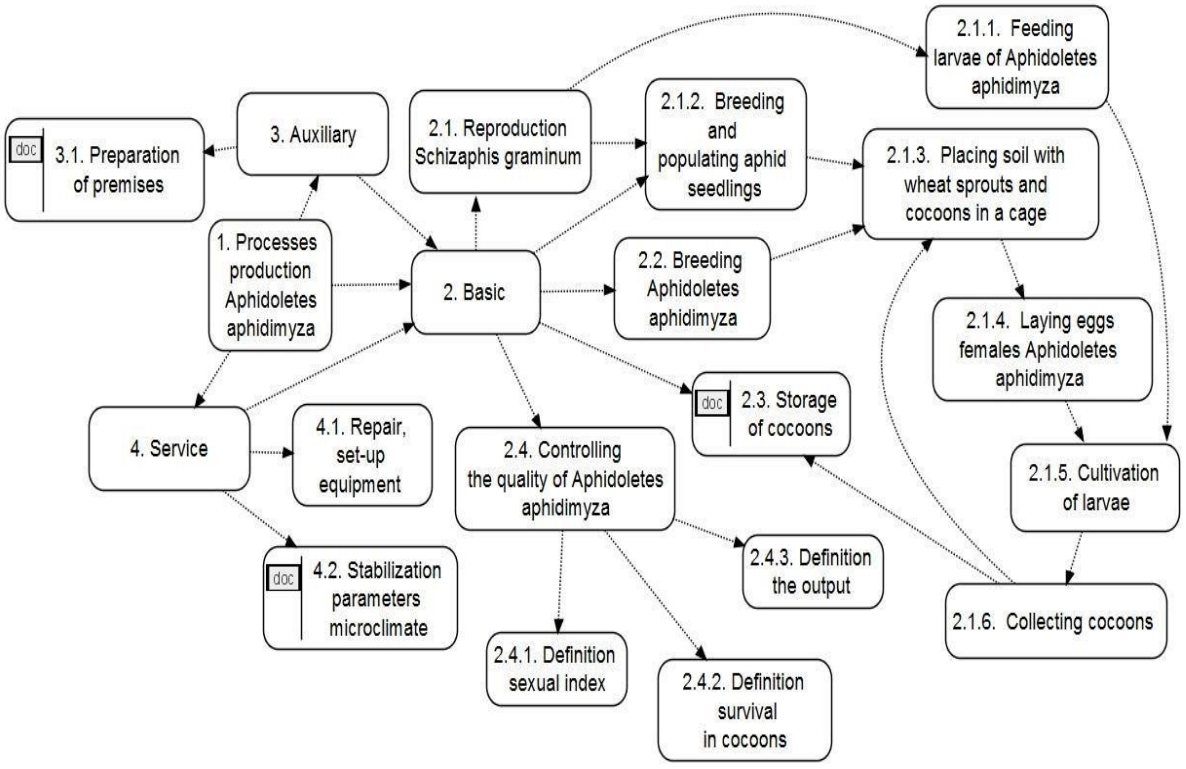


Figure 1. Ontology of the technological process of the production of

Aphidoletes aphidimyza

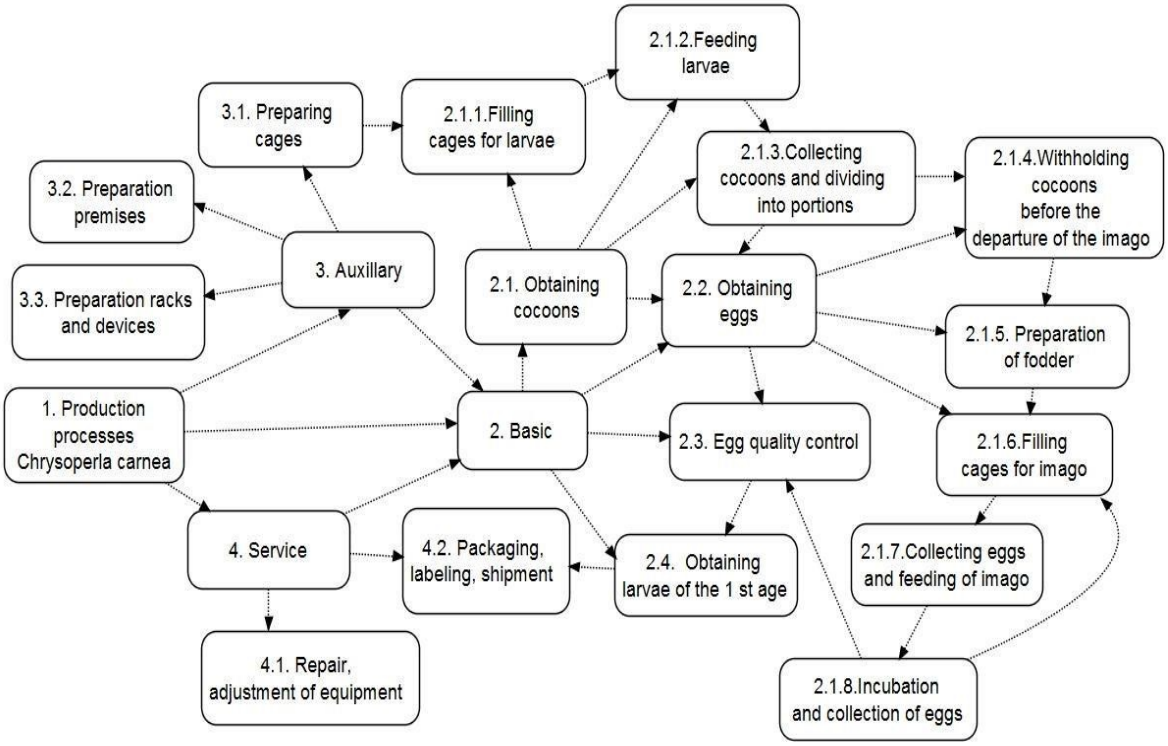


Figure 2. Ontology of the technological process of the production of *Chrysoperla carnea*

Conclusions

The advantages of the ontological analysis of the production processes of entomophages for the biological protection of plants are: systematic processing of knowledge using modern software tools; increasing the level of informativeness regarding the management processes of this production; integration of knowledge; decision support.

References

1. Bilyk M. O. (2022). Biolohichnyi zakhyst roslyn vid shkidlyvykh orhanizmiv: pidruchnyk [Biological protection of plants against harmful organisms: a textbook]. Kharkiv: Maidan, 356.
2. Zhuikov O. H. (2022). Biolohichnyi metod zakhystu roslyn u suchasnomu orhanichnomu zemlerobstvi Ukrainy: istorychni aspekty, trendy, perspektyvy [Biological method of plant protection in modern organic agriculture of Ukraine: historical aspects, trends, prospects]. *Ahrarni innovatsii*, 12, 23-27. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.4
3. Stucky B., Balhoff J., Barve N. et al. (2019). Developing a vocabulary and ontology for modeling insect natural history data: example data, use cases, and competency questions. *Biodiversity Data Journal 7*. https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33303.

4. Hloba L. S., Novohrudska R. L., Zadoienko B. O. (2020). Ontolohichna model otsinky efektyvnosti funktsionuvannia naukovykh ustanov [Ontological model of evaluation of the effectiveness of the functioning of scientific institutions]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriia «Matematychne modeliuvannia. Informatsiini tekhnolohii. Avtomatyzovani systemy upravlinnia»*, 45, 22-34. https://doi.org/10.26565/2304-6201-2020-45-03.

5. Hovorushchenko T. O., Krasovskyi M. V. (2018). Analiz ontolohii yak osnovy bahatofunktsionalnoi kooperatyvnoi robototekhnichnoi systemy [Analysis of ontologies as the basis of a multifunctional cooperative robotic system]. *Informatsiini tekhnolohii ta vzaiemodii*

(IT&I2018): mater. dopov. V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, Kyivskyi natsionalnyi universytet imeni Tarasa Shevchenka, 20–21 lyst. 2018 r.). Kyiv, 174-175.

6. Chaplinskyi Yu.P. (2009). Ontolohichne predstavlennia protsesiv pryiniattia rishen [Ontological presentation of decision-making processes]. *Problemy informatyzatsii ta upravlinnia*, 2(26), 146-150.
7. Wu M. and Zhao H. (2009). Study on the Ontology for Entomology Identification Expert System First International Conference on Information Science and Engineering, Nanjing, China, 2406-2409. https://doi.org/10.1109/ICISE.2009.1141.
8. Lagos-Ortiz K., Medina-Moreira J., Morán-Castro C. et al. (2018). An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. In: Valencia-García, R. et al. (eds) Technologies and Innovation. CITI 2018. Communications in Computer and Information Science, vol. 883. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1.
9. Lagos-Ortiz Katty, María del Pilar Salas-Zárate, Mario Andrés Paredes-Valverde et al. (2020). AgriEnt: A Knowledge-Based Web Platform for Managing Insect Pests of Field Crops. *Applied Sciences*,10, 3: 1040. https://doi.org/10.3390/app10031040.
10. Archana Chougule, Vijay Kumar Jha, Debajyoti Mukhopadhyay (2019). Decision support for grape crop protection using ontology. Published Online: March 5, 24-37. https://doi.org/10.1504/IJRIS.2019.098051.
11. Chernova I. S. (2023). Teoretyko-metodolohichni zasady innovatsiinoho rozvytku vyrobnytstva entomofahiv [Theoretical and methodological principles of innovative development of the production of entomophages]. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi*: mater. mizhnar. nauk.-prakt. konf. Chast. 2. (Kyiv, 6-7 lypnia 2023 r.). Kyiv, 257-259.
12. Chernova I. S., Lysenko V. P. (2023). Ontolohii protsesiv intelektualnoho upravlinnia vyrobnytstvom entomofahiv [Ontologies of the processes of intellectual management of the production of entomophages]. *Enerhetyka i avtomatyka*, 6, 5-16. https://doi.org/10.31548/energiya6(70).2023.005.
13. Chernova I. S., Harmashov V. V., Khodorchuk V. Ia. (2023). Metodolohichni osnovy konstruiuvannia bioinzhenernykh kompleksiv dlia silskoho hospodarstva [Methodological foundations of designing bioengineering complexes for agriculture]. *Innovatsii u suchasnomu ahropromyslovomu vyrobnytstvi*: zbirnyk materialiv mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Odesa, 21-22 veresnia 2023 r.). [Elektronne vydannia], 221-225. URL: https://biotekhnika.od.ua/uk/diialnist/publikatsii/209-zbirnyk-materialiv-mnpk-innovatsiyi-usuchasnomu-ahropromyslovomu-vyrobnytstvi.
14. Chernova I.S., Lysenko V. P. (2023). Ontolohichnyi analiz u vyrobnytstvi entomofahiv [Ontological analysis in the production of entomophages]. Prodovolcha ta ekolohichna bezpeka v umovakh viiny ta povoiennoi vidbudovy: vyklyky dlia Ukrainy ta svitu: mater. Mizhnar. nauk.prakt. konf., prysviachenoi 125-richchiu Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy; sektsiia 5: Inzheneriia, enerhetyka ta informatsiini tekhnolohii v umovakh viiny ta pisliavoiennii vidbudovi krainy (Kyiv, 25 trav. 2023 r.). Kyiv, 2023, 128-130. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/sekciya_5.pdf
15. Jearanaiwongkul W., Anutariya C., Racharak T., Andres F. An Ontology-Based Expert System for Rice Disease Identification and Control Recommendation. *Appl. Sci.* 2021, 11, 10450. https://doi.org/10.3390/app112110450.
16. Krutiakova V. I., Belchenko V. M., Bespalov I. M. ta in. (2020). Masove rozvedennia entomokultur u prohramakh biolohichnoho zakhystu roslyn: monohrafiia [Mass breeding of entomocultures in biological plant protection programs: monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka, 276.
17. Lukashchuk Ya. Yu., Yushchenko L.P. (2017). Ekolohichna bezpeka v zakhystu roslyn [Environmental safety in plant protection]. *Stalyi rozvytok krainy v ramkakh Yevropeiskoi intehratsii*: tezy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Zhytomyr, 9 lyst. 2017 r.). Zhytomyr: ZhDTU, 22.

UDC: 632.93:631.53.02:633.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.92

NOI CONTRIBUȚII LA TRATAREA SEMINȚELOR, CU PRODUSE ÎN BAZĂ DE ACETAMIPRID ÎN REDUCEREA DĂUNĂTORILOR GRÂULUI DE TOAMNĂ

Croitoru Nichita[1,*], Panuța Sergiu[1], Tălmăciu Nelea[2]
[1]*Univeristatea Tehnică a Moldovei, Chişinău, Republica Moldova*
[2]*Universitatea de Ştiinţele Vieţii "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi, România*
***** *orcid.org/0000-0003-4540-7149, e-mail: sergiu.panuta@spp.utm.md*

Summary. The system of integrated protection of wheat plants from pests includes in itself a range of well-appreciated methods, which ensure the reduction of populations below the economic threshold of damage. In this context, the aim of the current research was to study the biological effectiveness of some preparations, as insecticides for the treatment of wheat seeds.

Insecticide Lot no. 6, can be included in the integrated protection system of winter wheat, by treating the seed material, before sowing, with the rate of consumption of 1.0 kg/t of seeds, as an insecticide to combat cereal flies, corn ground beetle, wireworms and other pests.

Keywords: weat, insecticide, biological and control particularities.

Introducere

Producerea unor recolte înalte de cereale și de calitate superioară are ca scop asigurarea populației cu produse alimentare și a industriei alimentare cu materie primă pe parcursul întregului an. Paralel cu introducerea noilor tehnologii de cultivare a culturilor agricole o însemnătate practică deosebită și un rol primordial îi revine protecției plantelor de boli dăunători și buruiene, care asigură recolte înalte și calitative, practic la toate plantele cultivate.

În acest context este oportun de menționat că culturile de cereale în Republica Moldova ocupă suprafețe de mii de hectare, care constituie totodată un loc de hrană pentru o gamă largă de microorganisme fitopatogene și o mulțime de dăunători cu o diversă specializare de nutriție.

Sistemul de protecție integrată a plantelor de grâu de dăunătorii include în sine o gamă de metode bine apreciate, ce asigură reducerea populațiilor mai jos de pragul economic de dăunare. În acest context scopul actualei cercetări a fost de a studia eficacitatea biologică a unor preparate, ca insecticide pentru tratarea semințelor de grâu. Pentru realizarea acestui scop s-au marcat de a fi studiate următoarele subiecte:

1. Determinarea stării fitosanitare a culturilor de cereale spicoase;
2. Montarea lotului experimental pentru testarea insecticidului Lot nr. 6, ca preparat pentru tratarea semințelor, în scopul combaterii dăunătorilor culturilor de cereale;
3. Evidența dăunătorilor în lotul experimental;
4. Efectuarea tratamentului chimic a materialului semincer;
5. Determinarea eficienței biologice a preparatului Lot nr. 6, ca insecticid pentru tratarea semințelor.

Materiale și metode

Cercetările științifice legate de determinarea eficienței biologice a insecticidului Lot nr. 6, ca preparat pentru tratarea semințelor de grâu, în combaterea dăunătorilor grâului de toamnă, au fost realizate în toamna anului 2022. Experiențele au fost îndeplinite în zona de Sud a Republicii Moldova, pe câmpurile SRL „Moroz Alla", din s. Sărăteni, r. Leova .

În calitate de material semincer a fost folosită elita soiului Pandia, de la Institutul de Selecție din Odessa. Înainte de semănat semințele au fost tratate cu preparatul Lot nr. 6. Tratarea semințelor

s-a efectuat prin metoda mecanică, pentru care cantitatea necesară de semințe pentru a însemânța 4 parcele – 8 kg, s-a introdus într-un vas de masă plastică, în care s-a adăugat cantitatea necesară de preparat, după ce s-a amestecăt minuțios.

Semănatul grâului de toamnă s-a realizet la 20 septembrie, prin metoda rândurilor înguste, cu semănatoarea cu lațime de 4,2 m. În așa mod lățimea unei parcele constituie 4,2 m, iar lungimea este de 24,0 m. În acest scop în semănătoare au fost turnate a câte 8 kg de semințe tratate, cu care s-au semănat 4 bande a câte 24 m. Deci lansarea repetărilor a fost alternativă. În experiență au fost incluse patru variante: 1-Martor, netratat; 2-Etalon. În calitate de etalon a fost propus insecticid Premis 700 WS, cu norma de consum 1,0 kg/t semințe. 3-Insecticidul Lot nr. 6, cu norma de consum 0,8 kg/t. 4- Insecticidul Lot nr. 6, cu norma de consum 1,0 kg/t.

Rezultate și discuții

Culturile grâului de toamnă sunt predispuse atacului a mai mult de zece specii de muște, toate fiind asociate în următoarele familii Cecidomiidae, Chloropidae, Opomizidae, și Anthomyidae. Larvele atacă toamna, conul de creștere și ca rezultat frunza centrală se îngălbinește, iar mai târziu se brunifică și se usucă. Informația prezentată în tabelul 3.1. mărturisește faptul că, în evidența realizată la a 3-a zi de la apariția plantulelor valoarea minimă a larvelor muștelor cerealelor a fost marcată în varianta a 4 -a, unde acest indice a atins doar 0,13 ex. la 2 m lungime a rândului. În varianta a 3-a densitatea larvelor vii în această perioadă a alcătuit 0.5 ex/2m rând. Analizând rezultatele primite în evidență de la 7-a zi după apariția plantulelor demonstrează că, valoarea minimă a larvelor în acesta perioadă a fostă marcată în varianta a 4-a, constituind 0,88 ex.la 2m lungime. În etalon și varianta a 3-a acest indice a alcătuit corespunzător -1,00 și 1,63 ex la 2 m lungime a rândului. Rezultatele evidențelor efectuate la a 14-a și 21-a zi după apariția a demonstrat aceiași tendință.

Deci se poate de constatat că, cea mai redusă populație a muștelor cerealelor pe parcursul tuturor evidențelor a fost marcată în varianta a 4-a și se află la nivelul etalonului. Valoarea numerică a muștelor în varianta a 3-a este mult mai înaltă și cedează esențial atât v. a 4-a, cât și etalonului. La a 3-a zi după apariția plantulelor, în varianta a 4-a eficiența biologică a atins nivelul de 96,94% și acest indice se află la nivelul etalonului. În varianta a 3-a eficiența biologică a atins doar 88,24% și acest indice este esențial mai redus atât față de etalon, cât și în raport cu varianta a 4-a. Rezultatele experimentale primite la a 7-a zi după apariția plantulelor, mărturisesc de faptul că, în varianta a 4-a eficiența biologică a atins nivelul de 91,52% și acest indice se află la nivelul etalonului. În varianta a 3-a eficiența biologică a atins doar 84,30% și acest indice este esențial mai redus atât față de etalon, cât și în raport cu varianta a 4-a (Tabelul 1).

Tabelul 1

Eficiența biologică a tratării semințelor de grâu, cu insecticid Lot nr. 6, în combaterea muștelor cerealelor (în baza evidenței larvelor)

Nr. d/o	Variantele experienței	Norma de consum, kg/t	Densitatea larvelor la 2 m lungime a rândului, la ... zi după apariția plantulelor.				Reducerea densității larvelor în %, în raport cu martorul, la a ... zi			
			3	7	14	21	3	7	14	21
1.	Martor	Netratar	4,25	10,38	25,88	37,00	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	Etalon, Premis 700 WS	1,0	0,13	1,00	2,88	4,50	96,94	90,37	88,87	87,84
3.	Lot nr. 6	0,8	0,50	1,63	4,88	7,75	88,24	84,30	81,14	79,05
4.	Lot nr. 6	1,0	0,13	0,88	2,75	4,38	96,94	91,52	89,37	88,16
DEM, 95%, p-5%			0,34	0,56	1,78	3,09	3,29	4,07	4,85	5,13

Rezultatele experimentale primite la a 14-a și a 21-a zi după apariția plantulelor, au demonstrat tendința accentuată anterior. Deci se poate concluziona că cea mai înaltă reducere a

larvelor muștelor cerealelor a fost marcată în varianta a 4-a și acest indice se află la nivelul etalonului. Varianta a 3-a cedează esențial, atît etalonului, cât și variantei a 4-a.

Conform rezultatelor multiplelor cercetări este bine stabilit că, pentru determinarea eficienței biologice a produselor de uz fitosanitar, în combaterea muștelor cerealelor, un criteriu foarte bine apreciat, este și nivelul de atac al plantulelor. În acest scop, în lotul experimental s-au realizat și evidențe suplimentare asupră plantulelor atacate.

Rezultatele evidențelor sunt redate în tabelul 2 şi ne mărturisesc de faptul că, la a 3-a zi după apariția plantulelor cea mai înaltă eficiență biologică a fost marcată în varianta a 4-a, constituind 96,49% și acest indice se află la nivelul etalonului. În varianta a 3-a reducerea valorii numerice sau a densității plantelor atacate în comparație cu martorul a fost mai joasă de 90% și a constituit doar 89,48% și acest indice cedează esențial atât etalonului, cât și variantei a 4-a.

Rezultatele experimentale redate în tabelul 2 mărturisesc de faptul că, la a 7-a zi după apariția plantulelor cea mai înaltă eficiență biologică a fost marcată în varianta a 4-a, alcătuind 89,74% și acest indice se află la nivelul etalonului. În varianta a 3-a reducerea valorii numerice sau a densității plantelor atacate în comparație cu martorul și a constituit doar 85,83% și acest indice cedează atât etalonului, cât și variantei a 4-a.

Rezultatele experimentale redate în continuare mărturisesc de faptul că, cea mai înaltă eficiență biologică, la a 14-a zi după apariția plantulelor, a fost marcată în varianta a 4-a. În varianta a 3-a reducerea valorii numerice sau a densității plantelor atacate în comparație cu martorul a constituit doar 82,41% și acest indice cedează atât etalonului, cât și variantei a 4-a.

Rezultatele experimentale redate în continuare mărturisesc de faptul că, cea mai înaltă eficiență biologică, la a 21-a zi după apariția plantulelor, a fost marcată în varianta a 4-a, constituind 84,19% și această reducere se află la nivelul etalonului. În varianta a 3-a reducerea plantelor atacate în comparație cu martorul a fost mai joasă de 80% și a constituit doar 75,95% și acest indice cedează atât etalonului, cât și variantei a 4-a. Deci se poate concluziona că cea mai înaltă reducere a plantelor atacate de larvele muștelor cerealelor, a fost marcată în varianta a 4-a și acest indice se află la nivelul etalonului. Varianta a 3-a cedează esențial, atât etalonului, cât și variantei a 4-a.

În baza cercetărilor multianuale este bine stabilit că, pentru combaterea larvelor gândacului ghebos al cerealelor și sârmarilor adevărați și falși, cel mai efectiv procedeu este tratarea semințelor înainte de semănat. În această perioadă gândacul ghebos al cerealelor se află în stadiul de larvă de prima vârstă, care este foarte sensibilă la acțiunea insecticidelor.

În toamna anului 2022 grâul de toamnă a fost semănat în a 2-a decadă a lunii septembrie. În această perioadă condițiile meteorologice n-au fost cele mai favorabile pentru depunerea ouălor, eclozarea și dezvoltarea larvelor.Evidența larvelor în lotul experimental a fost îndeplinită prin analiza a câte 4 sondaje, în centrul fiecărei parcele. Rezultatele observațiilor și evidențelor sunt redate în tabelul 3.

Din datele tabelului se vede că, înainte de însămânțare, valoarea numerică a larvelor gândacului ghebos al cerealelor a fost destul de uniformă și a variat de la 1,36 exemplare la $1m^2$ –în varianta martor, până la 1,88 exemplare la $1m^2$-în varianta a 3-a.

Calculul eficienței biologice a tratării semințelor de grâu cu 2 norme de consum, a insecticidului Lot nr. 6, demonstrează că la a 7-a zi de la apariția plantulelor, cea mai înaltă reducere a larvelor gândacului ghebos al cerealelor a fost atinsă în varianta a 4-a, constituind 92,57% și acest indice se află la nivelul etalonului.

Calculul eficienței biologice a tratării semințelor de grâu cu 2 norme de consum, a insecticidului Lot nr. 6, demonstrează că la a 7-a zi de la apariția plantulelor, cea mai înaltă reducere a sârmarilor a fost atinsă în varianta a 4-a, constituind 94,74%.

Calculul eficiență biologice la a 14-a zi de la apariția plantulelor, demonstrează că cea mai înaltă reducere a sârmarilor a fost atinsă în varianta a 4-a, constituind 89,75%. Cea mai redusă eficiență biologică a fost marcată în varianta a 3-a, unde acest indice a alcătuit doar 79,51%, și acest indice cedează atât etalonului, cât și variantei a 4-a.

Tabelul 2

Eficiența biologică a insecticidului Lot nr. 6, în baza evidenței plantulelor atacate de către muștele cerealelor

Nr. d/o	Variantele experienței	Norma de consum, kg/t	Densitatea plantelor, ex. la 2 m liniari, la a ...zi								Reducerea densității plantelor atacate de muștele cerealelor, %, în raport cu martorul			
			Num. Total de plante examin.	3		7		14		21				
				Neatacate	atacate	Neatacate	atacate	Neatacate	Atacate	Neatacate	atacate	3	7	14	21
1.	Martor	Netratat	56,25	49,12	7,13	40,37	15,88	28,50	27,75	19,87	36,38	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	Etalon, Premis 700 WS	1,0	58,38	58,00	0,38	56,63	1,75	54,63	3,75	52,55	5,83	94,67	88,99	86,49	83,97
3.	Lot nr. 6	0,8	57,75	57,00	0,75	55,50	2,25	52,87	4,88	49,00	8,75	89,48	85,83	82,41	75,95
4.	Lot nr. 6	1,0	58,88	58,63	0,25	57,25	1,63	55,25	3,65	53,13	5,75	96,49	89,74	86,92	84,19
DEM, 95%, p-5%;												3,64	2,79	3,12	3,58

Tabelul 3

Eficiența biologică a tratării semințelor de grâu cu preparatul Lot nr. 6, în combaterea larvelor gândacului ghebos al cerealelor și sârmarilor (2022)

Nr.	Variantele experienței	Norma de consum, kg/t	Densitatea larvelor, ex/1m^2						Reducerea densității larvelor, % în raport cu martorul, a			
			Înainte de tratare		La .. zi după apariția plantulelor, a							
					7-a zi		14-a zi		gândacului ghebos		sârmarilor	
			gândacul ghebos	sârmari	a gândacul ghebos	a sârmarilor	a gândacului ghebos	a sârmarilor	7-a zi	14-a zi	7-a zi	14-a zi
1.	Martor	netratat	1,36	4,38	1,75	4,75	1,88	4,88	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	Etalon Premis 700 WS	1,0	1,50	4,75	0,13	0,38	0,25	0,63	92,57	86,70	92,00	87,09
3.	Lot nr. 6	0,8	1,88	5,00	0,25	0,75	0,38	1,00	85,71	79,79	84,21	79,51
4.	Lot nr. 6	1,0	1,75	5,13	0,13	0,25	0,25	0,50	92,57	86,70	94,74	89,75
DEM, 95%, p-5%;					0,11	0,32	0,10	0,34	4,13	4,75	5,46	5,68

Deci în bază evidenței larvelor gândacului ghebos al cerealelor și sârmarilor s-a constatat că, cel mai eficient preparat în combaterea acestor dăunători este tratarea semințelor înainte de semănat cu insecticidul Lot nr. 6, în doză de 1,0 kg/t semințe.

Din practica protecției plantelor de mai mulți ani este foarte bine stabilit că, pentru determinarea eficienței biologice a insecticidelor, în combaterea larvelor gândacului ghebos al cerealelor și sârmarilor adevărați și falși, este necesar de luat în evidență nu numai larvele acestor dăunători, dar și frecvența atacului plantulelor, și nivelul de atac a acestora. De aceia în procesul de cercetări, concomitent cu realizarea evidențelor asupra larvelor, s-au luat în evidență și plantele. În acest scop s-au luat la evidență atât numărul total de plante, cât și evidența celor sănătoase și atacate de larvele gândacului ghebos al cerealelor, și sârmarilor.

Din informația relatată în tabelul 4 se vede că, valoarea numerică a plantulelor, luate în evidență, a variat de la 26,88 exemplare la 1 m^2 -în varianta etalon, până la 27,25 plante la 1 m^2,- în varianta a 4-a. Această informație demonstrează că, densitatea plantelor a fost destul de uniformă, în toate variantele experimentale.

În rezultatul evidenței realizată la a 14-a zi de la apariția plantulelor este bine stabilit că, densitatea plantelor atacate de larvele gândacului ghebos al cerealelor, a variat de la 0,50 exemplare la 1m^2 – în etalon, până la 1,00 exemplar la 1 m^2- în varianta a 3-a. În varianta a 4-a valoarea numerică a plantulelor atacate a constituit 0,83 exemplare la 1 m^2.

Tabelul 4

Eficiența biologică a tratării semințelor de grâu cu insecticidul Lot nr. 6, în combaterea gândacului ghebos al cerealelor și sârmarilor, în baza evidenței plantulelor atacate

Nr. d/o	Variantele experienței	Norma de consum, kg/t	Numărul de plante, ex. la 1 m^2				Reducerea valorii numerice a plantelor atacate în raport cu martorul, % de:	
			Total	Din acestea				
				Ne-atacate	Atacate de:			
					gândacul ghebos	sârmari	Gândacul ghebos	Sârmari
1.	Martor	Netratat	27,13	12,87	6,88	7,38	0,0	0,0
2.	Etalon, Premis 700 WS	1,0	26,88	25,75	0,50	0,63	92,73	91,46
3.	Lot nr. 6	0,8	27,00	24,87	1,00	1,13	85,47	84,69
4.	Lot nr. 6	1,0	27,25	26,12	0,83	0,50	90,84	93,22
DEM, 95%, p-5%;							3,81	4,07

În varianta martor acest indice a alcătuit 6,88 exemplare la 1 m^2, ceia ce echivalează cu 25,36% din numărul total de plante luate în evidență. Este semnificativ faptul că, în varianta a 3-a valoarea numerică a plantulelor atacate a alcătuit 1,00 exemplar la 1 m^2, ceia ce este de 6,88 ori mai redusă decât în martor, însă este mult mai înaltă decât în toate variantele tratate cu insecticide.

În rezultatul evidenței realizată la a 14-a zi de la apariția plantulelor este bine stabilit că, densitatea plantelor atacate de sârmarii adevărați și sârmarii falși, a variat de la 0,50 exemplare la 1 m^2 – în varianta a 4-a, până la 7,38 exemplare la 1 m^2- în varianta martor. În varianta a 3-a și în etalon valoarea numerică a plantulelor atacate a constituit corespunzător 1,13 și 0,63 exemplare la 1 m^2. Calculul eficienței biologice ne-a dat posibilitate să constatăm că, cea mai înaltă reducere a valorii numerice a plantelor atacate de larvele gândacului ghebos al cerealelor, a fost atinsă în varianta a 4-a-90,84% și acest indice se află la nivelul etalonului, unde reducerea valorii numerice a plantelor atacate a alcătuit 92,73%. În varianta a 3-a eficiența biologică a constitut doar 85,47% și acest indice cedează esențial tuturor variantelor experimentale.

Calculul eficienței biologice ne-a dat posibilitate să constatăm că, cea mai înaltă reducere a valorii numerice a plantelor atacate de către sârmarii adevărați și sârmarii falși, a fost atinsă în varianta a 4-a, constituind 93,22% și acest indice se află la nivelul etalonului, unde reducerea valorii

numerice a plantelor atacate a alcătuit 91,46%. În varianta a 3-a eficiența biologică a constitut doar 84,69% și acest indice cedează esențial tuturor variantelor experimentale.

Deci în baza cercetărilor efectuate și a rezultatelor obținute s-a constat că, prelucrarea materialului semincer a grâului de toamnă, înainte de semănat cu produsul Lot nr. 6, cu norma de consum de 1,0 kg/t semințe, asigură o eficiență biologică de 90,84%- în reducerea valorii numerice a plantelor atacate de gândacul ghebos și 93,22% -în reducerea valorii numerice a plantelor atacate de sârmari. Același preparat în doză de 0,8 kg/t cedează esențial atât variantei a 3-a, cât și etalonului.

Concluzii

Factorii meteorologici a anului 2022-2023 au fost relativ favorabili pentru răspândirea și dezvoltarea muștelor cerealelor, gândacului ghebos al cerealelor și sârmarilor.

În anul de cercetări densitatea muștelor cerealelor, gândacului ghebos al cerealelor și a sârmarilor a depășit PED, ce a permis montarea experiențelor referitoare la testarea produselor de uz fitosanitar

Preparatul Lot nr. 6, cu norma de consun 0,8 kg/t semințe, nu asigură o eficiență satisfăcătoare în reducerea dăunătorilor grâului.

Cel mai efectiv în combaterea dăunătorilor grâului este insecticidul Lot nr. 6, cu norma de consun 1,0 kg/t semințe.

Insecticidul Lot nr. 6, poate fi inclus în sistemul de protecție integrata a grâului de toamnă, prin tratarea materialului semincer, înainte de semănat, cu norma de consum 1,0 kg/t de semințe, în calitate de insecticid pentru combaterea muștelor cerealelor, gândacului ghebos al cerealelor, sârmarilor și a altor dăunători.

Referințe bibliografice

1. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova. Chișinău: Tipografia Centrală, 2002. 286 p. ISBN 9975-9597-3-3.
2. Croitoru N., Panuța S. Efficiency of treatment of wheat seeds with preparationsbased on the action substance acetamiprid, 200 g/kg, against grainflies. În materialele Simpozionului Științific International „sectorul agroalimentar – realizări și perspective” 11-12 noiembrie 2022, Chișinău 2023, ISBN 978-9975-165-51-8., p: 132 -134.
3. Croitoru N., Panuţa S., Magher M. Morfologia şi biologia insectelor. Indicații metodice la lucrările de laborator pentru masteranzii de la specializarea 081. MP – Protecția integrată a plantelor. Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Chişinău, 2021, 49 p.
4. Panuţa S., Croitoru N., Bodescu C., Lăcătuşu Oana. Some aspect regarding the fight against cereals beetle in the conditions of the republic of moldova/Unele aspecte privind lupta împotriva dăunătorilor din culturile de cereale în condițiile Republicii Moldova. Lucrări Ştiinţifice – vol. 61 (1), 2018, seria Horticultură, Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, România, p. 169-176. ISSN: 1454-7376.

UDC: 632.937:632.4:634.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.93

APLICAREA PREPARATELOR ECOLOGICE INOFENSIVE *CONTRA* *Podosphaera leucotricha* LA MĂR

Curiev Loredana, *https://orcid.org/0000-0002-1927-8358*
Pînzaru Boris, *https://orcid.org/0000-0001-7323-4770*
Institutul de Genetică, Fiziologie si Protecţie a Plantelor, USM, Chişinău, Republica Moldova
e-mail: loredana.curiev@sti.usm.md

Summary. The powdery mildew (*Podosphaera leucotricha)* can induce more than 60-80% damages of apple trees. Harmless organic preparations are proposed for reducing losses caused by the pathogen on apple fruits. The study of the microbiological products biological efficacy in the powdery mildew control were carried out on apple variety Renet Simirenco. The biological efficacy of 10.0 l/ha Rizoplan + Trichodermin-SC in the control of *P. leucotricha* consisted 77.1% and 80.8% after the first and the second evidence, respectively.

Keywords: powdery mildew of apple, Rizoplan, Trichodermină-SC, biological pest control, disease

Introducere

Pagubele provocate de agenţii patogeni, răspândirea cărora în condiţii avantajoase de dezvoltare poate afecta essential cultura mărului fiind de peste 60-80 %. O atenţie deosebită se acordă cercetărilor ştiinţifice ce ţin de elaborarea metodelor ecologic-inofensive de protecţie a plantelor care prevăd reducerea pierderilor cauzate de boli, dăunători şi buruieni prin respectarea tehnologiilor de producere, aplicarea metodelor biologice. Viitorul durabil a protecţiei plantelor în agricultura intensivă o constituie protecţia integrată a culturilor agricole.

Până în prezent în protecţia integrată a plantelor un loc deosebit îl ocupă aplicarea produselor chimice. Un bun semn patografic a bolii se manifestă pe parcursul întregii perioade de vegetaţie, începând cu dezmugurirea până la căderea frunzelor. Boala atacă frunzele, florile, lăstarii, uneori fructele tinere. Frunzele sunt atacate odată cu apariţia lor. Pe frunzele tinere apare un înveliş albicios, pulverulent, vizibil pe ambele părţi ale limbului foliar. Frunzele se deformează, se răsucesc în partea superioară, devin sfărâmicioase şi se usucă înainte de timp. În timpul verii, pe frunze pot fi şi alte simptome. La frunzele din mijlocul coroanei, pe faţa superioară, apar pete de forme diferite, clorozate, cu margini difuze, acoperite pe partea de jos cu un înveliş roşcat. La un atac al florilor, petalele se deformează, se decolorează şi devin albe. În unele cazuri petalele se îngroaşă, se ofilesc, florile atacate se usucă fără a lega fructe. Pe lăstarii tineri apare un înveliş micelian albicios şi prăfos datorită formării conidioforilor şi conidiilor. În a doua jumătate a vegetaţiei, mai frecvent spre toamnă, învelişul de pe lăstari se brunifică în urma formării pe ei a unor puncte de culoare brună închisă, care sunt corpurile fructifere ale agentului patogen. Începând de la vârf, lăstarii atacaţi se usucă, uneori se îndoaie în jos. În cazuri rare pot fi atacate fructele tinere. Atacul determină o stagnare în creştere, apariţia unui pânze de culoare maro şi chiar căderea fructelor. După fructificaţia conidiană agentul patogen poartă denumirea de *Oidium farinosum* din cl. *Deuteromycetes,* ord. *Hyphales* [1, 2, 3, 4, 8].

Materiale şi metode

Experienţele preconizate cu scopul determinării elementelor de bază ale tehnologiei de utilizare a produselor microbiologice şi aprecierii rolului aplicării lor cu determinarea eficacităţii biologice au fost efectuate la cultura mărului în livada experimentală a Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor. Pentru stabilirea eficacităţii biologice a produselor microbiologice în combaterea făinării au fost efectuate la soiul de măr Renet Simirenco. În condiţii de câmp experienţele la cultura de măr au fost montate în 8 variante, fiecare a câte 3 repetiţii, a câte trei pomi în fiecare repetiţie. Experienţile au fost montate conform [6]. Prelucrarea statistică a

rezultatelor obţinute a fost efectuată conform - recomandărilor “Методика полевого опыта” Доспехов, 1985 [10].

Rezultate şi discuţii

În experienţe au fost utilizate preparatele microbiologice de Rizoplan şi Trichodermin-SC care sau utilizat la soiul de măr Renet Simirenco. Experienţele au fost montate la 8 aprilie cu aplicarea Bouillie Bordelaise cu norma de consum de 10,0 kg/ha. Prelucrările agrotehnice a lotului experimental au fost organizate şi efectuate pe parcursul întregii perioade de vegetaţie.

La I evidenţă a fost determinat că la biopreparatul Rizoplan cu norma de consum 7 l/ha a avut o eficacitatea de 68,7% iar la aplicarea Trichodermină-SC cu aceeaşi normă de consum a avut o eficacitate de 72,9% (Figura 1.).

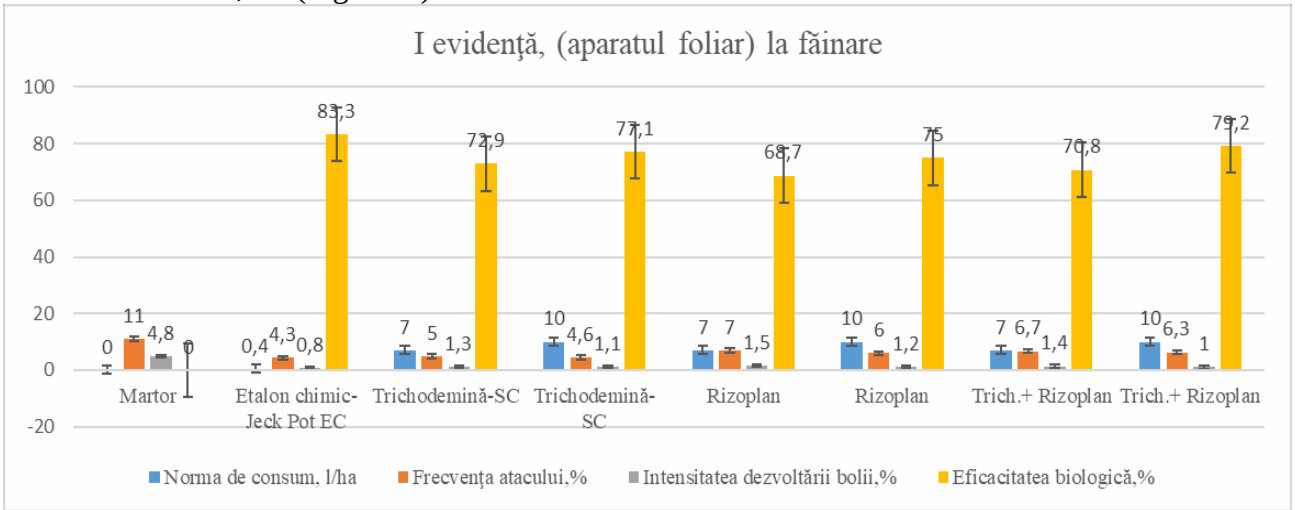


Figura 1. Eficacitatea biologică a preparatelor biologice în combaterea făinării (*Podosphaera leucotricha)* la I evidenţă, (aparatul foliar)

În diagrama prezentată este determinată frecvenţa de atac intensitatea de atac şi eficacitatea biologică la făinare, în varianta Martor frecvenţa atacului 11,0% şi o intensitate a dezvoltării bolii de 4,8 %, ceea ce a fost de 3,2 ori mai mare decât în variantele experimentale.

În varianta Etalon chimic-Jeck Pot EC (difenoconazol 200 g/l+penconazol 100 g/l) cu norma de consum de 0,4 l/ha gradul de atac a constituit 4,3%, intensitatea dezvoltării bolii de 0,8%, fiind mai mică în comparaţie cu indicii din variantele cu aplicarea produselor microbiologice. Eficacitatea biologică a constituit 83,3%.

În varianta cu aplicarea mixului Rizoplan + Trichodermină-SC 7,0 l/ha eficacitatea biologică a constituit 70,8%. Aplicarea produselor *Rizoplan* şi *Trichodermină SC* cu norma de consum 10,0 l/ha a avut o eficacitatea biologică de 75,0% şi respectiv 77,1%. Utilizarea variantei Rizoplan + Trichodermină SC cu norma de consum 10,0 l/ha a avut o eficacitatea biologică de 79,2%.

Prelucrarea statistică a rezultatelor obţinute în variantele cu produsele microbiologice ne demonstrează o diferenţă semnificativă în comparaţie ca rezultatele obţinute în varianta Martor - $F_{real} > F_{95}\% = 9,21 > 2,76$, cu DEM = 6,38.

A II evidenţă arată că pe lotul experimental frecvenţa atacului făinării *(Podosphaera leucotricha)* a crescut, ajungând la 19,7%. În variantele unde au aplicate biopreparatele Rizoplan şi Trichodermină-SC 7,0 l/ha eficacitatea biologică a constituit 76,7% şi respectiv 75,3%. În varianta Rizoplan+Trichodermină-SC cu norma de consum 7,0 l/ha eficacitatea biologică a constituit 77,4% (Figura 2).

În diagrama prezentată este determinată frecvenţa de atac intensitatea de atac şi eficacitatea biologică la făinare, că în variantele Rizoplan şi Trichodermină-SC cu norma de consum 10,0 l/ha eficacitatea biologică a constituit 79,5% şi respectiv 78,1%. Eficacitatea biologică în varianta Rizoplan + Trichodermină SC cu norma de de consum de 10,0 l/ha a constituit 80,8%. În varianta Etalon chimic cu aplicarea preparatului chimic Jeck Pot EC frecvenţa atacului a fost de 6,0% cu

intensitatea de atac de 1,3%, eficacitatea biologică a constituit 82,2%. Cel mai înalt indice s-a determinat în varianta *Martor* frecvenţa atacului 19,7% şi o intensitatea de 7,3%.

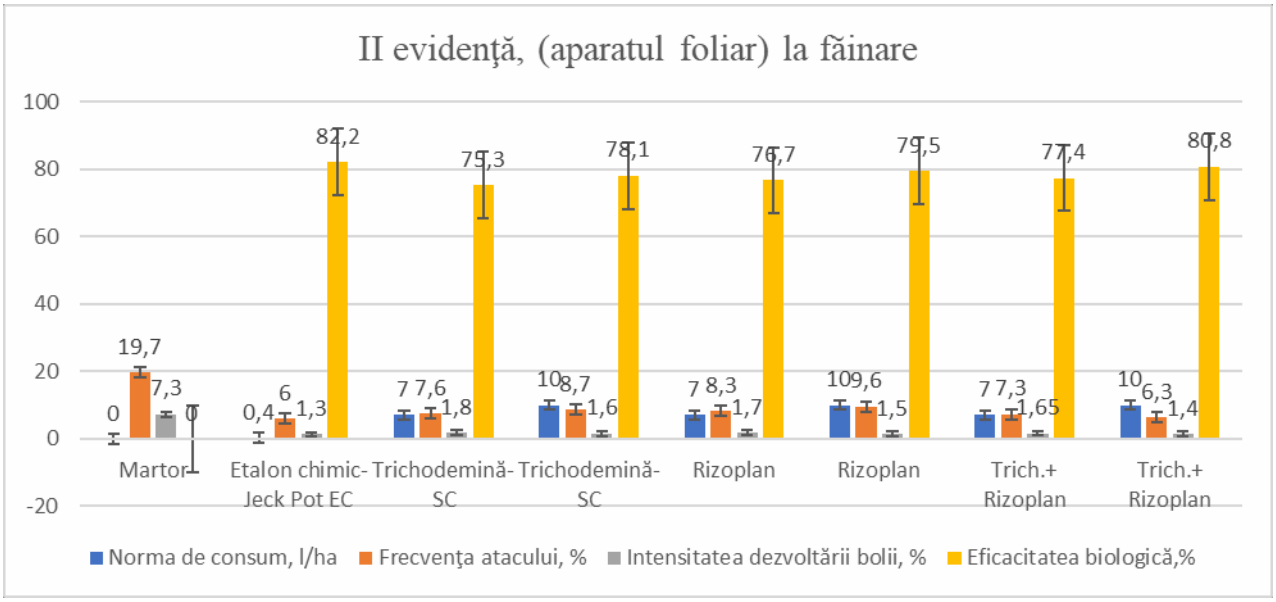


Figura 2. Eficacitatea biologică a preparatelor biologice în combaterea făinării *(Podosphaera leucotricha)* la a II evidenţă (aparatul foliar)

Prelucrarea statistică a rezultatelor obţinute în variantele unde au fost utilizate produsele microbiologice ne demonstrează o diferenţă semnificativă în comparaţie cu rezultatele obţinute în varianta martor - $F_{real} > F_{95}\% = 68,61 > 2,76$, cu DEM=4,82.

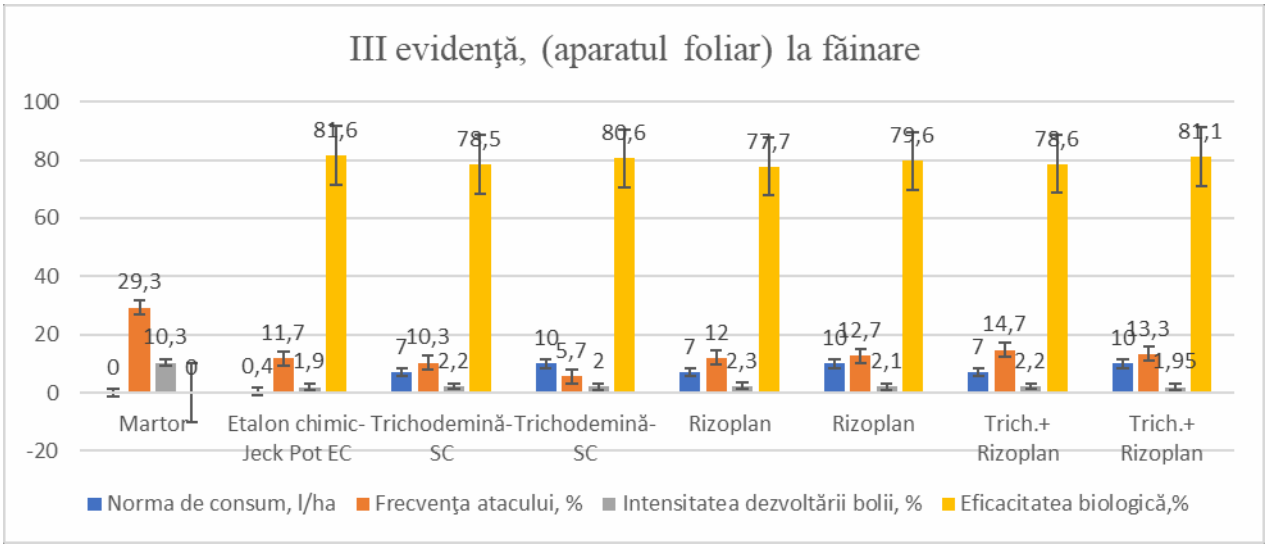


Figura 3. Eficacitatea biologică a preparatelor biologice în combaterea făinării *(Podosphaera leucotricha)* la a III evidenţă (aparatul foliar)

În diagrama prezentată este determinată frecvenţa atacului făinării *(Podosphaera leucotricha)* pe lotul experimental în varianta Martor a constitut 29,3%, cu o intensitate a dezvoltării bolii de 10,3%.

Eficacitatea biologică în varianta cu aplicare a produsului Rizoplan cu norma de consum de 7,0 l/ha a constituit 77,7%. In varianta cu aplicarea produsului Trichodermină-SC cu norma de consum de 7,0 l/ha eficacitatea biologică a constituit 78,5%. In variantele Rizoplan şi Trichodermină SC cu norma de consum de 10,0 l/ha eficacitatea biologică a fost 79,6% şi respectiv 80,6 %.

În varianta cu utilizarea mixului produselor biologice *Rizoplan+Trichodermină-SC* cu norma de consum de 7,0 l/ha şi 10,0 l/ha a avut eficacitatea biologică de 78,6% şi respectiv 81,1%.

In varianta Etalon chimic cu aplicarea preparatului chimic *Jeck Pot EC* cu norma de consum de 0,4 l/ha frecvenţa atacului a constituit 11,7 % cu o intensitatea a dezvoltării bolii de 1,9 %, fiind mai mică în comparaţie cu indicii din variantele cu aplicarea produselor microbiologice. Eficacitatea biologică a constituit 81,6% (Figura 3).

Prelucrarea statistică a rezultatelor obţinute ne-a demonstrat o diferenţă semnificativă în comparaţie cu rezultatele obţinute în varianta Martor, $F_{real} > F95\% = 177,5 > 2,76$, DEM=4,6

Concluzii

Preparatele Rizoplan *şi* Trichodermină-SC cu norma de consum 7,0 l/ha şi 10,0 l/ha asigură un nivel înalt de combatere a făinării *(Podosphaera leucotricha)* şi pot fi utilizate în calitate de mijloace de protecţie.

Preparatele biologice Rizoplan şi Trichodermină-SC a fost determinat că la utilizarea normei de consum 7,0 l/ha eficacitatea biologică a fost 68,7% şi respectiv 72,9%, la utilizarea normei de consum la 10,0 l/ha este de 75,0% şi respectiv 77,1%. În mod corespunzător aplicarea amestecului Trichodermin-SC + Rizoplan a avut o eficacitate biologică de 70,8% la utilizarea normei de consum de 7 l/ha şi 79,2% la utilizarea normei de consum 10 l/ha când sa efectuat I evidenţă.

La a II evidenţă, a fost determinat că eficacitatea biologică Rizoplan şi Trichodermină-SC în combaterea făinării *(Podosphaera leucotricha)* la utilizarea normei de 7,0 l/ha a avut eficacitate de 76,7% şi respectiv 75,3% l/ha. La utilizarea normei de consum 10,0 l/ha a avut o eficacitate biologică de 78,1% şi 79,5% corespunzător. La aplicarea mixului *Trichodermin-SC + Rizoplan* cu norma de consum 7 l/ha şi 10 l/ha eficacitatea biologică a fost de 77,4% şi 80,8%.

Notă. Cercetările au fost efectuate în cadrul subprogramului 011103 „*Dezvoltarea unor mijloace ecologice de reducere a impactului organismelor dăunătoare asupra culturilor agricole pe fondul schimbărilor climatice*” finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Bădărău S., Fitopatologia. Chişinău: Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 2008, 352 p. ISBN 9789975404402
2. Bădărău S., Fitopatologia(generală şi agricolă. Chişinău.: Print-Caro, 2012. – 592 p.ISBN 978-9975-56-046-7.
3. Velichi E., Fitopatologie. Generală și specială.Edituta Universitară, 2012, 644 p. **ISBN:**978-606-591-511-4
4. Fitopatologie, Iacomi Beatrice Michaela, 2014 https://ru.scribd.com/doc/266271982/fitopatologie-B-Iacomi-2014-1-pdf Accesat: 15.07.2024
5. Berrie A., Xu X-M., Managing apple scab *(Venturia inaequalis)* and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using Adem^{TM}. International Journal of Pest Management 2003; p. 243-249, doi:10.1080/0967087031000101089
6. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice şi biologice de protecţie a plantelor de dăunători, boli şi buruieni în RM, redactor Lazari I., Chişinău: Tipografia Centrală. 2002, 286p.
7. Seem R.C., Gilpatrick J.D., Incidence and Severity Relationships of Secondary Infections of Powdery Mildew on Apple. Phytopathology 1980; 70: 851-854, 851-854 p.
8. Statistica.md., Internet: https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/en/., Accesat: 16.07.2024
9. Strickland D.A., Hodge K.T., Cox K.D., An Examination of Apple Powdery Mildew and the Biology of *Podosphaera leucotricha* from Past to Present. The American Phytopathological Society 2021; 22: 421-432. doi:10.1094/PHP-03 -21 -0064-RV
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, Агропромиздат; 1985, 385 р.
11. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: Учебник. 6., Москва: Издательство Московского университета., 204 с.

UDC: 632.951:632.9:632.93:634.21 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.94

APLICAREA INSECTICIDULUI STAR 200 SP ÎMPOTRIVA DĂUNĂTORILOR CAISULUI

Dumitraş Iurie, *https://orcid.org/0000-0003-0524-148X,*
Magher Mihail, *https://orcid.org/0000-0003-2734-6805,*
Cojoharenco Valeriu, *https://orcid.org/0000-0001-8993-5635*
IP Institutul Ştiinţifico-Practic de Horticultură şi Tehnologii Alimentare,
Chişinău, Repubica Moldova

Summary: The results obtained after testing demonstrate that the Star 200 SP insecticide can be used 1-2 times during the growing season with a consumption rate of 0,3-0,4 kg/ha in rotacion with the vegetation period with rotation with other preparation against apricot pests.

Keywords: apricot, insecticide, vegetation period.

Introducere

Caisul, este una din cele mai timpurii culturi sâmburoase din Republica Moldova. În ultimii ani această cultură ocupă un loc important în conveierul pomicol al republicii. Suprafeţele plantaţiilor de cais în ultimii ani cresc considerabil, în momentul de faţă atinge o suprafaţă de circa 2,8 mii hectare. Livezile, care au întrat pe rod ating suprafaţa de 2 mii hectare.

Sortimentul raionat în republică este alcătuit din cele mai bune soiuri din selecţia autohtonă şi de peste hotare, conţine aproximativ 21 soiuri şi îndestulează timp de 30 - 35 zile piaţa autohtonă cu fructe proaspete.

Caisul cel mai timpuriu întră pe rod, recolta anuală constituind circa 27 t/ha, dispune de calităţi gustative excelente, un preţ de piaţă înalt, este una din cele mai rentabile culturi. Venitul anual a 1 ha de cais atinge circa 30 mii lei.

Testarea insecticidului Star 200 SP, cu substanța activă pe bază de acetamiprid, 200 g/kg a fost efectuată în anul 2022 la cultura cais (*Prunus armeniaca* L), împotriva viermelui oriental al fructelor și păduchelui verde.

Materiale și metode

Cercetările au fost petrecute pe loturile experimentale ale Staţiei Tehnico Experimentale „Codrul”, în plantațiile de cais, plantate în anul 2012, cu schema de plantare 6x5 m, soiul Nadejda. Schema experieinței alcătuită din 4 variante: varianta 1 - Martor (fără tratament), varianta 2 – standard Boxer 5 CS – 0,8 l/ha, varianta 3 – Star 200 SP – 0,3 kg/ha, varianta 4 – Star 200 SP – 0,4 kg/ha.

Fiecare variantă a fost alcătuită din 3 repetări. În fiecare repetare cîte 5 pomi cu aceiași parametri ai coroanei. Pentru determinarea dinamicii zborului masculilor viermelui oriental al fructelor și optimizării termenilor petrecerii tratamentelor, pe sectorul experimental la începutul lunii mai pe pomii de cais au fost atârnate căpcăni cu feromoni. În experiență au fost folosite căpcăni de formă triunghiulară, care au fost amplasate în livadă la o distanță de 30-50 metri una față de alta de la marginea sectorului. În baza datelor obținute în urma petrecerii monitorngului biologic a fost luată decizia tratamentelor livezii de cais împotriva dăunătorilor principali ai acestei culturi. Pentru determinarea eficienței biologice a produsului testat Star 200 SP au fost efectuate evidențe pe parcursul dezvoltării generației a II, parțial și pe parcursul generației a III-a împotriva viermelui oriental al fructelor, cercetând fructele culese și fructele căzute. Conform îndrumărilor metodice, eficiența biologică a insecticidului a fost determinată conform raportului diferenței numărului de fructe atacate în variantele cercetate față de martor. Împotriva păduchelui verde – raportul din numărul mediu de colonii de păduchi localizați pe vârful lăstarilor tineri de cais în variantele cercetate față de varianta martor (Vronschih şi al. 2002).

Rezultate și discuții

În procesul de testare a insecticidului Star 200 SP împotriva păduchelui verde al piersicului localizat la cais au fost petrecute tratamente la prima depistare a lăstarilor atacați de coloniile de afide, împotriva viermelui oriental al fructelor tratamentele au fost efectuate la începutul eclozării larvelor neonate, înainte de coacerea fructelor. Testarea insecticidului Star 200 SP împotriva păduchelui verde al piersicului la cais a fost petrecută în perioada creșterii intensive a lăstarilor tineri și dezvoltării aparatului foliar. Pe data de 16 mai în urma petrecerii monitoringului biologic s-a depistat un atac nesemnificativ al lăstarilor de coloniile de afide. Primul tratament împotriva afidelor s-a petrecut pe 17 mai. Al doilea tratament a fost petrecut pe 27 mai, în urma căruia au fost observate exemplare unice de afide. Conform datelor tabelei 1, s-a observat, că după al doilea tratament răspândirea dăunătorului sa micșorat pînă la minim și a alcătuit în variantele cercetate de la 2,3% pînă la 1,3%. Eficiența biologică a insecticidului Star 200 SP cu norma consum (0,3 – 0,4 kg/ha) a alcătuit respectiv – 92,9% – 96,0%. În varianta standard acest indice a alcătuit – 93,9%.

Testarea insecticidului Star 200 SP împotriva viermelui oriental al fructelor a fost petrecută înainte de eclozarea larvelor neonate și înainte de coacerea fructelor. În anul 2022 zborul stadiei hibernante ai viermelui oriental a fost mai devreme, conform datelor multianuale, deoarece iarna a fost blândă, cu o primăvară timpurie. Începutul zborului stadiei hibernante a fost fixat în prima decadă a lunii mai. Zborul în masă a masculilor a fost fixat pretutindeni. Capturarea masculilor la căpcănile cu feromoni la începutul lunii mai a fost circa 3-7 buc, la mijlocul verii - 21-28, iar la începutul lunii august - 37-41 buc/capcană. În dinamică a fost observat nivelul creșterii numărului de dăunători cu începerea fiecărei generații. Deaceea, următorul tratament al III-lea petrecut pe 9 iunie a fost îndreptat împotriva viermelui oriental. Primele 2 tratamente au fost efectuate împotriva păduchelui verde, deasemenea și împotriva I-ei și parțial a II-a generație a viermelui oriental al fructelor, ce se dezvoltă pe vârfurile lăstarilor tineri de cais cu scopul micșorării maximale a numărului de dăunători. (Lazari, Busuioc, 2002).

Pentru micșorarea nocivității și numărului de fructe atacate, cu 3 săptămâni înainte de recoltare, 23 iunie a fost petrecut al patrulea tratament al pomilor cu insecticidul Star 200 SP**.** Pe parcursul perioadei de vegetație au fost efectuate 4 tratamente. Evidența numărului de fructe atacate (11 iulie) și calculul eficienței biologice a insecicidului testat împotriva viermelui oriental al fructelor la cais sunt redate în tabela 2. Din datele tabelei se observă, că în varianta martor atacul fructelor a atins nivelul de 31,7%. Insecticidul Star 200 SP cu norma de consum 0,3 și 0,4 kg/ha aplicat împotriva viermelui oriental al fructelor a demonstrat o eficiență biologică de 92,7% – 94,6%.

Tabelul 1

Eficiența biologică a insecticidului Star 200 SP împotriva păduchelui verde a piersicului aplicată la cais, a. 2022

№	Varianta	Norma de consum l, kg/ha	Numărul mediu de colonii de afide la 100 lăstari		Eficiența biologică, %
			pînă la tratament	după tratament	
1	Martor	-	26,3	32,7	-
2	Standard (Boxer 5 CS)	0,8	26,0	2,0	93,9
3	Star 200 SP	0,3	24,0	2,3	92,9
4	Star 200 SP	0,4	22,0	1,3	96,0
	Dl_{05}				3,75

Tabelul 2

Eficiența biologică a insecticidului Star 200 SP aplicată împotriva atacului moliei orientale a fructelor de cais, a. 2022

№	Varianta	Norma de consum, l, kg/ha	Numărul total de fructe analizate, buc.	Inclusiv atacate, buc.	Atacul fructelor, %	Eficiența biologică, %
1	Martor	-	300	95	31,7	-
2	Standard (Boxer 5 CS)	0,8	300	8	2,7	91,5
3	Star 200 SP	0,3	300	7	2,3	92,7
4	Star 200 SP	0,4	300	5	1,7	96,0
	Dl_{05}					3,03

Concluzii

În procesul de testare s-a stabilit, că insecticidul Star 200 SP cu norma de consum 0,3 – 0,4 kg/ha aplicat împotriva dăunătorilor principali ai caisului a demonstrat o eficienţă biologică mai înaltă faţă de varianta standard, atingând limita de 92,9% - 96,0% împotriva păduchelui verde, şi 92,7% - 96,0% împotriva viermelui oriental. În varianta standard acest indice a atins nivelul corespunzător de 93,9% și 91,5%. Analizând rezultatele obținute în urma testării putem menționa ferm, că insecticidul Star 200 SP poate fi folosit împotriva dăunătorilor principali ai caisului de 1-2 ori pe parcursul perioadei de vegetație a caisului în rotație cu alte produse cu norma de consum 0,3 - 0,4 kg/ha.

Referințe bibliografice

1. Lazari I., Busuioc M. *Dăunătorii principali ai culturilor agricole în Republica Moldova.* Chişinău, Tipografia Centrală, 2002. ISBN 9975-78-191-8.
2. Moşoi V., Danilov N şi al. Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar şi a fertilizanţilor, permise pentru utilizare în Republica Moldova. Chişinău, 2017. ISBN 978-9975-56-306-2
3. Пештяну А., и.др. *Производство абрикоса*. Технологический учебник. Кишинэу, 2022. ISBN 978-9975-164-73-3.
4. Vronschih M. şi al. *Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice şi biologice de protecţie a plantelor de dăunători, boli şi buruieni în Republica Moldova.* Chişinău, 2002. ISBN 9975-9597-3-3

UDC: 632.937:595.79:634.22 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.95

THE STUDY OF cis-JASMONE ADDITIVES FOR PARASITOID HYMENOPTERA ATTRACTION

Eliseev Serghei*, *https://orcid.org/0009-0002-2526-3459*
Fron Arcadie, *https://orcid.org/0000-0001-9709-483X*
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
*E-mail: *serghei.eliseev@sti.usm.md*

Summary. The evaluation of common activity of phenylethanol and methyl salicylate with cis-Jasmone additives was tested and discussed. Phenylethanol paired with cis-Jasmone proved to attract *Trichogrammatidae* specimens.

Keywords: cis-Jasmone, semiochemicals, phenylethanol, methyl salicylate, hymenopterans, parasitic wasps, plum, orchard.

Introduction

The humanity faces multiple challenges in the XXI century. One of them is a rapid climate change. Its consequences influnce dramatically numerous fields of human activity, in particular, agriculture. Driven by climate change multiple harmful organisms that originate from the southern parts of the planet move up in Northern Hemisphere gaining new areas occupied already by agricultural lands. To combat noxious species on these lands a huge arsenal of pesticides was invented and deployed. The massive pesticide' usage inevitably affects sustainable agriculture development and food quality.

The good alternative measure against destructive pesticide effects are semiochemicals. These are chemical compounds produced by both plants and animals that can cause physiological or behavioral reply in organisms of the same or another species. Thus, they are not as toxic as traditional pesticides towards non-target organisms, ecosystems, crops and food products resulting out of the crops. One of the semiochemicals is cis-Jasmone (CJ). It is an organic compound, a volatile part of jasmine flowers' oil and is used as wheat insect pests' e. g. thrips, aphids and sawflies deterrent [1]. The important role is played by cis-Jasmone also in manipulating natural beneficial agents in control strategies of *Halyomorpha halys* bug [2]. The other paper [3] shows that cis-Jismone attracts and grows the Scelionidae wasps' number without significantly affecting *H. halys*. Two other semiochemicals used in this study are phenylethanol (PE; essential oils' component) and methyl salicylate (MeSA; utilized in plant protection).

Hymenoptera is a huge insect order that includes vast number of both beneficial (bees, parasitic wasps) and harmful (sawflies) animals. Parasitic wasps are insects that diminish the agricultural pests' population.

Materials and methods

In this paper we used cis-Jasmone in an experiment to find out whether it influences beneficial Hymenoptera complex structure when introduced in PE and MeSA compositions. Hereinafter CJ experiment. Then, we compared the results with the experiment that uses pure PE and MeSA that was performed the same year. Hereinafter, pure PE and MeSA experiment. The goal of this study is the evaluation of common activity of PE and MeSA with CJ additives.

The CJ experiment was carried out in I.G.F.P.P. plum orchard in Chisinau, Republic of Moldova. Time periods of the CJ experiment were April – September 2022. Angelino was the variety of plum used in the experiment. Plum orchard was sprayed with pesticides. The experiment featured three variants – PE+CJ, MeSA+CJ and control. Each variant included four repetitions. The distance between plots was 20 m to prevent mixing of different odors. Each plot included eight dispensers (Eppendorf test tubes 1.5 ml.) containing in first variant MeSA+CJ additives (16.0%), the second variant - PE+CJ additives (16.0%) and third variant – control.

MeSA dispensers are equipped with a wick that enables this substance evaporation from the dispenser. PE dispensers are left with an opened lid to facilitate substance evaporation because PE is less volatile than MeSA. When it is raining the water is not mixing with PE+CJ and used to be poured out of the dispenser while adding the new portion. Each variant had four yellow sticky traps situated diagonally inside of the plot. Once in two weeks the biomaterial from the yellow sticky traps was collected and examined in the laboratory. Himenopterans were keyed mostly to families using "Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families" [4]. There were 12 dates of collection from April to September.

Results and discussion

The total number of 342 individuals from 22 families of Hymenoptera were collected. The hymenopteran biomaterial was weak represented in yellow sticky traps due to extremely dry weather conditions of 2022. The most numerous fauna of Hymenoptera was collected in MeSA+CJ plot – 41.5%, Ph+CJ plot had 23.0% and control showed 36.3%. The experiment with pure PE and MeSA showed somehow similar result with more specimens collected in MeSA and control. The mean number of himenopterans was 2.9 individuals/trap for MeSA+CJ. PE+CJ had 1.6 individuals/trap. Control showed 2.5 individuals/trap. The results obtained from pure PE and MeSA experiment demonstrated that MeSA and control had 1.69 individuals/trap and 1.27 individuals/trap for PE. In both experiments PE shows very weak results due to, in our opinion, very slow volatility of PE compared to MeSA. PE paired with CJ didn't manage to attract the additional himenopterans.

The main five families overall attracted in yellow sticky traps in CJ experiment were as follows: Mymaridae (20.2%), Encyrtidae (14.3%), Ceraphronidae (12.3%), Aphelenidae (9.6%), Scelionidae (6.7%). All these families are important being parasitoids of many noxious species and play a significant role in biological control. All of the Mymaridae are all egg parasitoids, their hosts are mostly Homoptera, Hemiptera, Psocoptera, Orthoptera, Coleoptera and Diptera. Encyrtidae is one of the most important families of Hymenoptera playing a great role in biological control. They are Coccoidea (Homoptera) endoparasitoids. They parasitize also eggs and larvae of Coleoptera, Neuroptera, Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera. Ceraphronidae are Thysanoptera and Lepidoptera endoparasitoids. They also parasitize Diptera puparia. Aphelenidae are primary endoparazitoids of Aleyrodoidea, Coccoidea (Homoptera) Aphidoidea, Psylloidea (Hemiptera), They also parasitize Orthoptera and Lepidoptera eggs. Scelionidae are egg parasitoids of many insect and spider species and are useful in biological control. The rest (Platygastridae, Cynipidae, Torymidae, Trichogrammatidae, Eulophidae, Bethylidae, Braconidae, Megaspilidae, Ichneumonidae, Diapriidae, Pteromalidae, Signiphoridae, Figitidae, Eurytomidae, Formicidae, Lioperidae, Eupelmidae) compile 36.9%. There are small differences in dominant families between experimental plots, e. g. Platygastridae and Megaspilidae occupy fifth position in top five in control. Cynipidae hold fifth position in top five in MeSA+CJ plot, but they are present mostly in spring. Platygastridae hold fourth position in PE+CJ plot. The most number of families (18) was found in MeSA+CJ plot, then PE+CJ plot (17) and control plot (16). Figitidae, Liopteridae, Eupelmidae are found just in MeSA+CJ plot. Formicidae are found just in PE+CJ plot. The number of hymenopteran individuals in MeSA+CJ was often much higher than in the control. Cynipidae were nine times higher in MeSA+CJ than in control. Trichogrammatidae are six times more popullous in MeSA+CJ than in control. Scelionidae are 2.6 times higher in MeSA+CJ than in control. Ceraphronidae are 2.2 times more numerous in MeSA+CJ than in control. In PE+CJ plot just Trichogrammatidae were found to be three times higher than in control. PE+CJ might be attractive for these parasitoids, although thorough future experiments must be held to sustain this statement.

The vast majority of collected Hymenoptera are parasitoids and participate actively in noxous species regulation on plum. CJ experiment share approximately the same top families with that of pure PE and MeSA experiment with the exception of Torymidae that is not present in top five in CJ experiment.

Hymenoptera specimens' dynamic is manifested more or less uniformly throughout the vegetation season (fig.). The dynamics curve of control plot, generally, has three peaks alternated

by two depressions created by pesticide treatments. PE+CJ mostly repeat the same trajectory with the elevation in the II decade in August. The most spectacular elevation is shown, after all, by MeSA+CJ curve with the highest peak registered in the first decade of August. PE+CJ and MeSA+CJ serves as additional false food source when the most of the flowers are already bloomed at the end of summer. The curves of CJ experiment are smoother than pure PE and MeSA experiment.

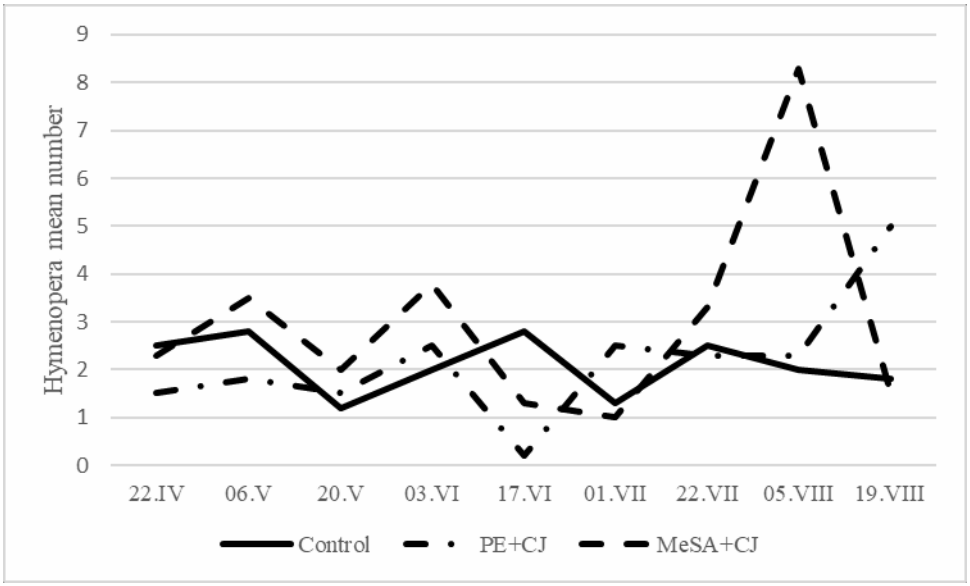


Figure. Hymenoptera specimens' mean number dynamics in CJ experiment in the plum orchard by plots (except September)

The main animal taxa in CJ experiment are Diptera (44.8%), Hemiptera (37.8%), Hymenoptera (6.1%), Thysanoptera (5.3%) and Acari (1.9%). Diptera and Hemiptera serve as a good source of food for numerous parasitoid himenopterans. The same picture was observed for control plot. It differs, however, in MeSA+CJ plot where Thysanoptera occupies the second place. They hold the third position in PE+CJ plot. Coleoptera are situated at fifth place. In all but one (PE+CJ) plots, Hymenoptera hold the third position. They are represented mostly by parasitoids which influence on pests' populations is crucial.

Some other groups of animals showed deterrent behaviour towards CJ, others were attracted by PE+CJ. The CJ experiment proved that CJ can work as deterrent for noxious Hemiptera. Coccidae were five times less attracted and Cicadidae were 1.5 times less attracted in PE+CJ plot than in control. Spiders were found 1.7 times more often in PE+CJ plot than in control, though we can't clearly state that PE+CJ attracts spiders due to poor spider physiology knowledge.

Statistical analysis of the collected Hymenoptera specimens is presented below.

Table

Deviation of the number of Hymenoptera individuals on plots from X average (excepting the III decade of April and September)

X / Variants	X May	X June	X July	X August
Control	±0.1	±0.3	-0.2	-0.2
PE+CJ	-0.5	-0.7	±0.3	-0.2
MeSA+CJ	-0.5	±0.4	-1.6	±2.8

LSD $P_{0.05} = 1.8$

The difference was not significant between the plots. Thus, CJ didn't manage to influence significantly the number of Hymenoptera specimens in the experimental plots. The same situation is observed in pure PE and MeSA plots.

Conclusions

The biggest number of Hymenoptera specimens was collected in MeSA+CJ plot – 41.5%, Ph+CJ plot had 23.0% and control showed 36.3%. The experiment with pure PE and MeSA showed similar result with more specimens collected in MeSA and control.

In both experiments PE shows very weak results due to very slow volatility of PE compared to MeSA. PE paired with CJ did not manage to attract the additional himenopterans.

The main five families overall attracted in yellow sticky traps in CJ experiment were Mymaridae (20.2%), Encyrtidae (14.3%), Ceraphronidae (12.3%), Aphelenidae (9.6%), Scelionidae (6.7%). CJ experiment share the same top families with that of pure PE and MeSA experiment with the exception of Torymidae that is not present in top five families in CJ experiment.

In PE+CJ variant just Trichogrammatidae were found to be three times higher than in control. PE+CJ might be attractive for these parasitoids.

The main animal groups in CJ experiment are Diptera (44.8%), Hemiptera (37.8%), Hymenoptera (6.1%), Thysanoptera (5.3%) and Acari (1.9%). Diptera and Hemiptera are a good source of nutrition for parasitoid himenopterans.

Some other taxa of animals showed deterrent behaviour towards CJ, others were attracted by PE+CJ. The CJ experiment showed that CJ can work as deterrent for noxious Hemiptera. Coccidae were five times and Cicadidae were 1.5 times less attracted in PE+CJ variant than in control.

The two experiments showed similar results, without great differences between them.

Acknowledgements. The researches were carried out within the Subprogram 011103 *Development of ecologically harmless means of reducing the impact of harmful organisms of agricultural crops against the background of climate change,* financed by the Ministry of Education and Research of the RM.

References

1. Bayram A., Tonga A., 2018 – cis-Jasmone treatments affect pests and beneficial insects of wheat (*Triticum aestivum* L.): the influences of doses and plant growth stages. *Crop Protection,* 105, pp. 70–79. DOI:/10.1016/j.cropro.2017.11.011.
2. Moraes M. C. B., Laumann R. A., Pareja M., Sereno F. T. P. S., Michereff M. F. F., Birkett M. A., Pickett J. A., Borges M. 2009 – Attraction of the stink bug egg parasitoid *Telenomus podisi* to defence signals from soybean activated by treatment with cis-jasmone. *Entomologia Experimentalis et Applicata,* 131: 178 – 188. DOI: 10.1111/j. 1570-7458.2009.00836.x
3. Vieira C. R., Moraes M. C. B., Borges M., Sujii E. R., Laumann R. A. 2013 – cis-Jasmone indirect action on egg-parasitoids (Hymenoptera: Scelionidae) and its application in biological control of soybean stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). *Biological Control,* 64 (1): 75 – 82. DOI:/10.1016/j.biocontrol.2012.10.004.
4. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families* (1993). Eds. Goulet H., Huber J.T. Ottawa: Agriculture Canada Publication. 670 p. ISBN: 0660149338.

UDC: 632.7:634.51 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.96

MODUL DE ATAC AL ZEUZERA PYRINA ȘI IMPACTUL SĂU DEVASTATOR ASUPRA POMILOR DIN LIVEZI

Fron Arcadie
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0001-9709-483X, e-mail: arcadie.fron@gmail.com

Summary. The walnut orchard industry in the Republic of Moldova faces significant threats from the pest *Zeuzera pyrina*, which can drastically reduce crop yield and quality. This study investigates the monitoring and management of this pest in a 1.5 hectare walnut orchard, analyzing its impact on tree health and developing effective control methods. Population monitoring was conducted using pheromone traps and visual inspections, revealing significant fluctuations influenced by weather conditions. *Z. pyrina* poses a considerable risk by damaging the tree structure. The study emphasizes the necessity of integrated pest management, combining biological and chemical methods to mitigate infestations. Future research should focus on developing localized control strategies and fostering collaboration between researchers, farmers, and authorities to ensure the sustainability and productivity of walnut crops.

Keywords: *Zeuzera pyrina, Carpocapsa pomonella,* walnut orchards, pest management, insect monitoring, integrated pest control, Republic of Moldova, agricultural sustainability.

Industria livezilor de nuc din Republica Moldova se confruntă cu amenințări majore din partea dăunătorului *Zeuzera pyrina*, care poate reduce semnificativ randamentul și calitatea culturilor. Studiul prezent explorează monitorizarea și gestionarea acestui dăunător în cadrul unei livezi de nuci de 1,5 hectare, analizând impactul acestuia asupra sănătății arborilor și elaborând metode eficiente de control. Monitorizarea populațiilor s -a realizat prin capcane cu feromoni și inspecții vizuale, iar datele colectate au evidențiat fluctuații semnificative ale populațiilor, influențate de condițiile climatice. *Z. pyrina* prezintă un risc considerabil pentru livezile de nuci, prin deteriorarea structurii pomului. Studiul subliniază necesitatea unei gestionări integrate, combinând metode culturale, biologice și chimice, pentru a atenua efectele negative ale infestărilor. Cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe dezvoltarea unor strategii de control adaptate la specificul local și pe colaborarea între cercetători, fermieri și autorități pentru a asigura durabilitatea și productivitatea culturilor de nuc.

Ciclul de viață al sfredelitorului ramurilor începe cu depunerea ouălor de către femele pe suprafața scoarței arborilor. Ouăle sunt de dimensiuni mici, de aproximativ 1-1,5 mm, și sunt de obicei galbene sau albe, ceea ce le face greu de observat pe scoarța pomilor. În funcție de condițiile de mediu, ouăle eclozează în aproximativ 2-3 săptămâni, eliberând larve mici care sunt capabile să pătrundă imediat sub scoarța pomilor(Radjabi & Daniali, 1970). Larvele trec prin mai multe stadii de dezvoltare (instar), pe măsură ce cresc și sapă galerii tot mai adânci în lemnul copacilor. Aceste galerii devin tot mai extinse pe măsură ce larvele se hrănesc, ceea ce duce la slăbirea structurală a copacului.

În stadiul de pupă, larvele de *Z. pyrina* se transformă în adulți într-un cocon protejat, localizat adesea în interiorul galeriilor create anterior (Miller & Chisholm, 2015). Pupa durează între câteva săptămâni și câteva luni, în funcție de temperatura și umiditatea mediului, cu variații semnificative în durată în funcție de condițiile climatice (Brou & Larranaga, 2011). Emergența adulților are loc în general în timpul verii, când condițiile sunt favorabile pentru împerechere și depunerea de ouă (Gibson et al., 2008).

Adulții, în special femelele, au aripi alb-negre și o lungime de aproximativ 40-60 mm (Clemens et al., 2020). Ele sunt atrase de lumina artificială, ceea ce le face ușor de observat în livezile care sunt monitorizate pe timpul nopții (Elkinton et al., 1996).

Masculii au între 3 şi 5 cm cu caracteristicile vizuale corespunzătoare femelelor (fig. 1).



Figura 1. Caracteristici morfologice ale masculului de *Zeuzera pyrina*

Infestarea inițială începe de obicei în zonele mai vulnerabile ale copacului, cum ar fi ramurile tinere sau trunchiul principal. Larvele încep să sape galerii în scoarță și în lemnul cambial, hrănindu-se cu țesutul viu (img. 2). Aceste galerii inițiale sunt relativ superficiale, dar pe măsură ce larvele cresc, ele pătrund mai adânc în lemnul copacului.



Figura 2. Modul de atac al lemnului cambial de către *Zeuzera pyrina*

Galeriile sunt labirintice și pot avea o lungime de câţiva centimetri până la câțiva metri în cazul infestărilor severe. Larvele eliberează excremente și resturi lemnoase pe parcursul excavării galeriilor, ceea ce poate fi observat sub formă de rumeguș la baza trunchiului sau a ramurilor.

Impactul structural al acestor galerii este semnificativ (img. 3), deoarece ele compromit integritatea mecanică a copacului, făcându-l susceptibil la rupturi sub greutatea fructelor sau din cauza vântului.



Figura 3. Compromiterea integrităţii copacului de către *Zeuzera pyrina*

După ce resursele dintr-o anumită ramură sunt epuizate, larvele sfredelitorului ramurilor, sunt capabile să migreze pe suprafața scoarței în căutarea unei noi zone de hrănire. Acest comportament permite infestarea să se extindă rapid la alte părți ale aceluiași copac sau chiar la alți copaci din apropiere (Kaus et al., 2000). Migrarea larvelor se produce în principal pe timpul nopții, când condițiile de mediu sunt mai umede și mai puțin ostile, facilitând astfel deplasarea acestora și reducând riscul de deshidratare (Jutzi et al., 2012).

Larvele sunt dotate cu mecanisme de detectare a zonelor mai bogate în nutrienți și evită zonele deja infestate, maximizând astfel daunele pe care le pot provoca copacilor gazdă (Riedl & Coudriet, 1991). Această capacitate de a identifica și de a se deplasa spre zone neinfestate contribuie semnificativ la expansiunea rapidă a infestărilor și la impactul economic asociat (Morales & Hartley, 2000).

Un copac poate fi atacat de mai multe generații de larve de-a lungul anilor. Chiar dacă o infestare inițială nu este letală, copacul rămâne vulnerabil la reinfestare, în special dacă nu se aplică măsuri de control eficiente (Baumgartner et al., 2007). Larvele mature care migrează în alte părți ale copacului sau în alți copaci pot continua să provoace daune pe termen lung, ceea ce face ca ciclul de reinfestare al sfredelitorului ramurilor să fie o provocare majoră pentru gestionarea livezilor (Holmes & Atkins, 2012). Fiecare generație de larve poate adăuga noi daune celor deja existente, ducând la o degradare progresivă a sănătății copacilor.

Infestarea cu *Z. pyrina* poate duce la o scădere semnificativă a productivității livezilor. Ramurile afectate devin slăbite și pot fi incapabile să susțină fructele, ceea ce duce la o scădere a randamentului. În plus, copacii grav afectați pot muri sau pot necesita tăierea și înlocuirea completă, ceea ce adaugă costuri suplimentare pentru fermieri (Schneider et al., 2015).

Gestionarea infestărilor cu *Z. pyrina* implică costuri semnificative. Acestea includ utilizarea de insecticide, îndepărtarea manuală a larvelor și a ramurilor infestate, precum și implementarea de capcane pentru monitorizarea populațiilor de adulți. În unele cazuri, este necesară înlocuirea completă a copacilor afectați, ceea ce poate duce la pierderi economice majore pentru fermierii cu livezi intens cultivate.

Infestările extinse pot afecta nu doar sănătatea copacilor individuali, ci și echilibrul ecologic al livezilor. *Z. pyrina* poate favoriza invazia altor dăunători sau boli, slăbind copacii și făcându-i mai susceptibili la alte amenințări. În plus, utilizarea intensivă a insecticidelor pentru controlul acestui dăunător poate avea efecte adverse asupra biodiversității din zonele afectate, incluzând impactul asupra prădătorilor naturali și a altor specii benefice.

Materiale şi metode

Într-o livadă de nuc de 12 ani cu o suprafaţă de 1.5 ha, conţinând aproximativ 150 copaci maturi, din regiunea Moldovei, a fost observată o infestare severă cu *Zeuzera pyrina,* livada a fost afectată într-un grad semnificativ, cu o scădere a productivității de aproximativ 30% în anul de după infestare.

Monitorizarea infestării a fost realizată prin utilizarea capcanelor feromonale și prin inspecția vizuală a copacilor pentru semne de infestare, cum ar fi prezența rumegușului și a galeriilor sub scoarță, numărul de găuri.

Metode de monitorizare și diagnosticare a infestării:

- *Capcanele feromonale* - sunt un instrument eficient pentru monitorizarea populațiilor de adulți *Zeuzera pyrina*. Aceste capcane atrag masculii adulți prin eliberarea de feromoni specifici, permițând estimarea densității populației și detectarea timpurie a infestărilor .
- *Inspecția vizuală a copacilor* - pentru semne de infestare este esențială pentru diagnosticarea corectă. Semnele tipice includ prezența rumegușului la baza trunchiului, găuri de ieșire pe scoarță și ofilirea sau ruperea ramurilor .
- *Controlul biologic al sfredelitorului ramurilor* - poate include utilizarea de prădători naturali. Acești prădători pot ajuta la menținerea populațiilor de dăunători la un nivel acceptabil, reducând necesitatea utilizării insecticidelor.
- *Aplicarea de insecticide* - este una dintre cele mai comune metode de combatere a Zeuzerei *pyrina*, în special în cazurile de infestare severă. Insecticidele sistemice, care sunt absorbite de copac și transportate în toată structura copacului, sunt deosebit de eficiente împotriva larvelor care se hrănesc în interiorul lemnului.
- *Metodele culturale* - cum ar fi îndepărtarea ramurilor afectate, curățarea frecventă a livezii și utilizarea de capcane pentru adulți, pot ajuta la prevenirea infestării și la limitarea răspândirii acesteia.

Rezultate şi discuţii

Diagnosticarea a confirmat prezența sfredelitorului ramurilor în peste 50% din copaci, cu o intensitate variabilă a infestării.

În cadrul studiului, s-a observat că aproximativ 30% dintre arbori prezentau simptome caracteristice infestării, manifestate prin prezența unor perforații pe suprafața ramurilor. S-a constatat că la 60% dintre ramurile analizate (3 din 5) existau perforații cu dimensiuni variabile, cuprinse între 2 și 5 cm. În plus, dintre aceste ramuri infestate, cel puțin 33% (1 din 3) au fost grav afectate, prezentând deteriorări structurale severe care au dus la ruperea ramurilor din corpul principal al arborelui. Aceste daune nu doar că afectează sănătatea și productivitatea arborilor, dar pot compromite semnificativ stabilitatea structurală a întregului copac, crescând riscul de mortalitate pe termen lung.

Concluzii

Infestările severe cu *Zeuzera pyrina* pot duce la pierderi de venituri pentru fermierii din livezi, prin reducerea randamentului și deteriorarea calității fructelor.

Gestionarea infestărilor cu *Zeuzera pyrina* implică costuri semnificative, inclusiv pentru tratamente chimice, monitorizare și întreținerea livezii.

Infestările cu *Zeuzera pyrina* nu afectează doar sănătatea economică a livezilor, ci și echilibrul ecologic al zonei afectate. Utilizarea intensivă a insecticidelor poate duce la probleme ecologice, cum ar fi reducerea biodiversității și impactul negativ asupra prădătorilor naturali. Abordările integrate, care combină controlul biologic, chimic și cultural, sunt esențiale pentru gestionarea sustenabilă a infestărilor cu *Zeuzera pyrina*.

Fermierii trebuie să fie conștienți de importanța monitorizării continue și a implementării măsurilor preventive pentru a proteja sănătatea livezilor pe termen lung.

Referințe bibliografice

1. Radjabi, G., & Daniali, M. (1970). Etude biologique et écologique de la Zeuzère (Zeuzera pyrina L.) en Iran. *Entomologie et Phytopathologie Appliquées*, 29, 30-49.
2. Brou, V. & Larranaga, R. (2011). Development and Behavior of Zeuzera pyrina in Relation to Environmental Conditions. *Journal of Entomological Science*, 46(3), 256-267.
3. Clemens, J., Tipping, C., & Hopp, L. (2020). Identification and Control of Zeuzera pyrina (Linnaeus) in Orchard Settings. *Pest Management Science*, 76(4), 1234-1243.
4. Elkinton, J., Smith, R., & Teixeira, A. (1996). Light Traps for Monitoring and Control of Zeuzera pyrina. *Agricultural and Forest Entomology*, 1(2), 105-115.
5. Gibson, G., Reddy, R., & Walker, P. (2008). Seasonal Dynamics of Zeuzera pyrina in Fruit Orchards. *Journal of Agricultural Entomology*, 25(1), 45-55.
6. Miller, N., & Chisholm, T. (2015). Life Cycle and Environmental Influences on Zeuzera pyrina. In: Insect Life Histories and Their Adaptations. University of Vermont Press, pp. 89-102.
7. Jutzi, S., Kaus, H., & Vetter, M. (2012). Behavioral Patterns and Migration of Branch-Boring Larvae. *Entomological Research*, 42(3), 234-244.
8. Kaus, H., Donn, M., & Riedl, H. (2000). Movement and Feeding Behavior of Zeuzera pyrina Larvae. *Journal of Applied Entomology*, 124(7), 301-308.
9. Riedl, H., & Coudriet, D. (1991). Nutrient Detection and Migration in Branch-Boring Insects. In: *Insect Behavior and Ecology*. Academic Press, pp. 145-160.
10. Baumgartner, J., Arn, H., & Delalibera, I. (2007). Sustainable Pest Management in Fruit Orchards: Challenges and Solutions. Springer, pp. 112-130.
11. Holmes, C., & Atkins, D. (2012). Long-term Impact of Borer Infestation on Tree Health and Orchard Productivity. *Journal of Applied Entomology*, 136(9), 711-720.
12. Morales, H., & Hartley, S. (2000). Nutrient Detection and Larval Behavior in the Wood Borer Zeuzera pyrina. *Entomological Review*, 80(1), 33-42.
13. Schneider, F., Tomiczek, C., & Wulf, A. (2015*).* Economic Impact of Branch-Boring Insects in European Fruit Orchards. *Agricultural Economics Review*, 47(2), 231-245.

UDC: 632.937:633.854.78 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.97

EFICACITATEA *TRICHOGRAMMA EVANESCENS WESTW.* ÎN CÂMP ÎN PREZENŢA SUBSTANŢELOR BIOLOGIC ACTIVE CU PROPRIETĂŢI CAIROMONALE LA CULTURA DE FLOAREA SOARELUI

Gavrilița Lidia*, Nastas Tudor
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, USM, Chişinău, Republica Moldova
**https://orcid.org/0000-0001-9266-4565, e-mail: lidia_gavrilita@yahoo.com*

Summary. The research conducted during the years 2020-2023 has demonstrated that in the experimental variant (in the presence of biologically active substances), the prolificity of *Trichogramma evanescens* females increased by approximately 1.4-1.5 times compared to the prolificacy of females in the control variant. As a result, there is a quantitative saving of *Sitotroga cerealella* eggs in the reproduction process by 20-25%, and of the elite entomophage *Trichogramma* spp. by about 15-20%. The searching capacity of the entomophage *Trichogramma evanescens*, as a result of the influence of biologically active substances with kairomonal properties, showed results approximately 1.6 times higher in the control, indicating that females in the control move more slowly than in the experimental variant. In the case of experiments conducted under field conditions, the action of kairomonal substances was confirmed to significantly increase the rate of parasitized eggs compared to the control variant (Td=2.5-4.8 > 1.96=T0.05). Biologically active substances play a crucial role in the biological protection of plants. Testing in the sunflower field showed that the percentage of parasitism varied from. la 57.20- 64.28, control variant the percentage of parazitism varie from 10.45-20.47. (Td=2,5-4,8>1,96=To.o5).

Keywords: *T. evanescens,* kairomone, percentage of parasitism, cereal moth, *Sitotroga cerealella* Ol.

Introducere

În rezultatul cercetărilor efectuate în anii precedenţi s-a demonstrat, că calitatea entomofagului *Trichogramma* depinde de condiţiile de adaptare – regimul termic, intensitatea luminii, fotoperioada, durata păstrării, ritmul ecloziunii şi parazitării a *Trichogramma.*

Procedeele şi metodele de producere şi aplicare a entomofagului *Trichogramma* cu calităţi sporite au fost elaborate şi implementate în câmp pentru protecţia culturilor anuale şi multianuale pe o suprafaţă de mai mult de 3000 de hectare. Procedee elaborate de producere şi aplicare a entomofagului *Trichogramma* pentru diminuarea densităţii dăunătorilor în protecţia integrată a culturilor agricole au fost verificate în diferite gospodării din Republica Moldova.

Sporirea semnificativă a indicilor biologici a *Trichogramma* spp. obţinută conform procedeelor studiate anterior, dau posibilitatea de a economisi *Trichogramma* spp. de elită cu 20-25% şi de ouă de molia cerealelor cu 15-20%.

Rolul substanţelor biologic active cu proprietăţi kairomonale în controlul biologic al dăunătorilor la culturile agricole, a fost descris de autorii Ramasamy Kanagaraj, Murali-Baskaran, Kailash Chander Sharma 2017 [3]. De asemenea, impactul substanţelor fenolice de origine vegetală în calitate de substanţe semiochimice asupra performanţei entomofagului *Trichogramma chilonis* Ishii, a fost studiat de către alți autorii [2, 4].

La producerea îndelungată, a multor generaţii la rând a *Trichogramma* spp., pe ouă de molie (*Sitotroga cerealella* Ol.), duce la deformarea indivizilor (micşorarea corpului, scurtarea aripilor etc.) [1]. Ca rezultat are loc scăderea indicilor biologici (prolificitatea, numărul de femele, ecloziunea indivizilor, capacitatea de căutare a femelelor, procentul de parazitare, durata vieţii femelelor) şi a eficacităţii în câmp.

Scopul investigaţiilor în lucrarea dată a fost elaborarea procedeelor tehnologice de sporire a vitalităţii entomofagului *Trichogramma evanescens* West. În timpul înmulţirii în masă pentru majorarea ratei de reducere a densităţii populaţiilor de dăunători la culturile agricole.

Materiale şi metode

Cercetările s-au efectuat în condiţii de laborator şi câmp în Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, laboratorul Fitofarmacie şi Ecotoxicologie, la cultura de floarea soarelui.

Pentru realizarea scopului în a. 2020-2023 s-au utilizat diferite procedee de sporire a vitalităţii entomofagului *Trichogramma evanescens* Westw. pentru reducerea densităţii dăunătorilor la culturile agricole.

Unul din procedeele utilizate în anii 2020-2023 a fost utilizarea substanţelor biologic active cu proprietăţi atractiv-cairomonale pentru sporirea indicilor biologici a entomofagului Trichogramma *evanescens* Westw. Ca sursă de kairomoni (SBA) s-au folosit extractul de alcool şi ouă de molia de cerealelor (*Sitotroga cerealella* Ol). A fost evaluată acţiunea fracţiilor extrase din solzi de molii asupra capacităţii de căutare a *T. evanescens* W, care este o componentă activă pentru îmbunătăţirea calităţii entomofagului şi reducerea densităţii insectelor dăunătoare. În această perioadă, a fost utilizat kairomonul cu proprietăţi optime obţinut în 2020 conform Planului Box -3 şi folosind programul „Optimclass”.

Rezultate și discuții

Înainte de efectuarea cercetărilor în câmp s-a determinat prolificitatea femelelor (indicele principal) a entomofagului *Trichogramma evanescens* w. în prezenţa substanţelor biologic active cu proprietăţi cairomonale şi în martor.

S-a constatat, că în prezenţa substanţelor cu proprietăţi cairomonale prolificitatea a variat de la 28,5 până la 32,6 ouă/femelă. În varianta Martor prolificitatea femelelor a variat de la 19,1 până la 22,8 ouă/femelă. Astfel, în varianta experimentală prolificitatea femelelor s-a majorat de circa 1,4-1,5 ori faţă de prolificitatea femelelor din varianta martor (Tabelul 1).

Tabelul 1

Prolificitatea femelelor *Trichogramma evanescens* determinată în prezenţa substanţelor biologic active cu proprietăţi cairomonale

Anii	Prolificitatea, ouă parazitate	
	Varianta cu cairomon (24ore)	Martor, fără cairomon
2020	31,8±1,0	22,8±0,3
2021	30,5±0,8	20,4±0,4
2022	32,6 ±2,3	19,1±1,4
2023	28,5±2,2	22,8±2,1
media	30,8±0,9	20,9±1,1
$DEM_{0,05}$	Td=1,98-3,7>1,96=$T_{0,05}$	

Cercetările în câmp s-au efectuat cu scopul testării *Trichogramma evanescens Westw.* pe parcele în prezenţa Substanţelor Biologic Active cu proprietăţi cairomonale la cultura de floarea soarelui, cu suprafaţa parcelelor de $10m^2$, fiecare variantă s-a efectuat în 3 repetări.

I. Variantă. În colţurile parcelelor s-au tratat câte 3 plante cu extractul de cairomon de molia cerealelor (varianta optimală) cu concentraţia de 30%, expoziţia de 5 min.

S-a determinat capacitatea de căutare a *T. evanescens* în rezultatul influenţei Substanţelor biologic active cu proprietăţi cairomonale a *Sitotroga cerealella* Ol. la stadiul de ouă. Pe plantele tratate, după ce s-au uscat, s-au fixat etichete cu ouă de molia cerealelor cu vârsta de 24 ore, apoi s-au efectuat 3 lansări cu *T. evanescens* în mijlocul parcelelor. Perioada parazitării în câmp a durat trei zile, după care etichetele s-au colectat, s-au pus la dezvoltare în termostat, după şase zile s-a

făcut evidenţa numărului de ouă de molie exponate şi parazitate, procentul de parazitare a ouălor de molia cerealelor expuse în câmp a variat de la 57,20- 64,28. Rezultatele sunt prezentate în Tabelul 2, Figura 1.

Tabelul 2

Procentul de parazitare (capacitatea de căutare) a *T. evanescens*, în prezenţa Substanţelor Biologic Active (SBA) în câmp la cultura de floarea soarelui, Chişinău, 2023

Variantele	Data	Numărul de ouă parazitate	Procentul de parazitare
	Prima lansare 16.06.23		
Variantă exper.	14.06.23	5147	57,20±3,4
Martor I-var.	14.06.23	1625	10,45±3,0
	A doua lansare 22.06.23		
Variantă exper.	22.06.23	5422	60,20±3,5
Martor	22.06.23	1684	18,70±2,1
	A treia lansare 28.06. 23		
Variantă exper.	28.06. 23	5786	64,28±2,4
Martor	28.06. 23	1843	20,47±1,8
Variantă exper. Martor	14.06- 28.06. 23	16355 5152	60,57±2,8 16,54±1,7
Martor	(Td=2,5-4,8>1,96=To.o5)		

II. Variantă În martor plantele din parcele nu s-au tratat cu SBA, dar s-a lansat *T. evanescens* în centrul parcelei, după trei lansări, unde s-au fixat cartonaşele cu ouă de molie, procentul de parazitare a ouălor de molia cerealelor a variat de la 10,45-20,47.

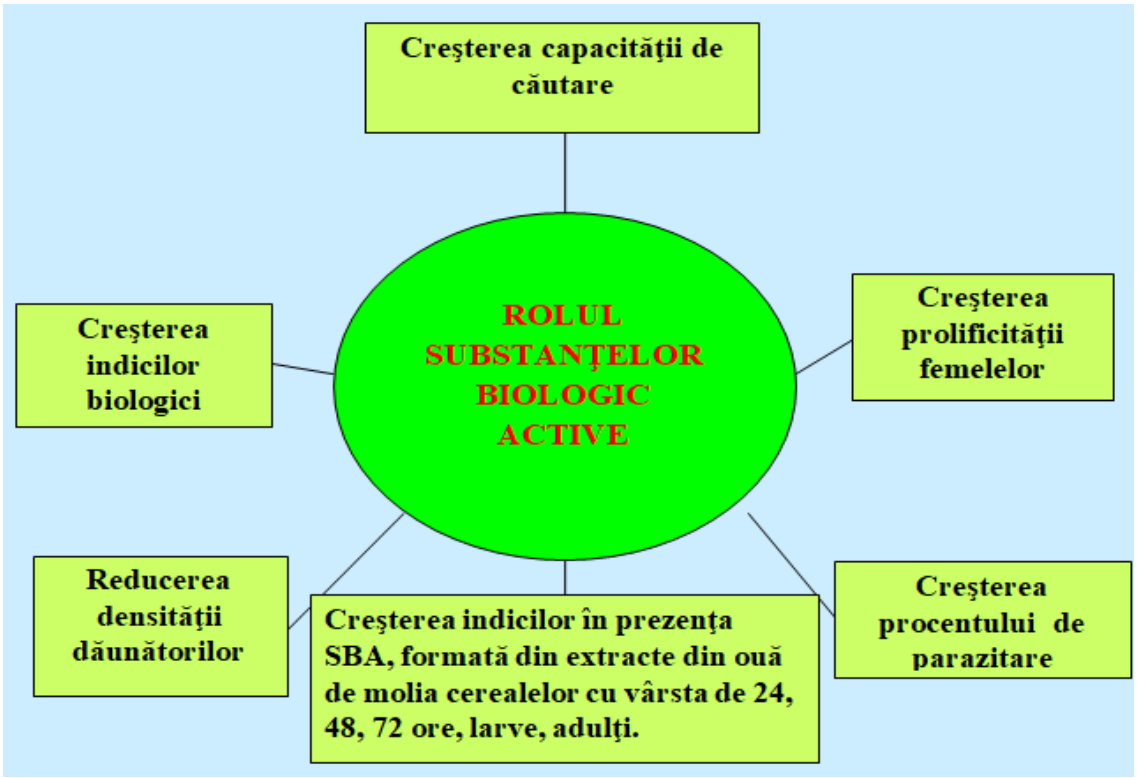


Figura 1. Rolul substanţelor biologic active

În varianta cu cairomon numărul de ouă parazitate este mai mare, deoarece cairomonul conţine substanţe cu proprietăţi atractive. *Trichogramma* s-a lansat în pliculeţe, care s-au fixat pe partea verso a frunzelor plantelor de floarea soarelui. În varianta experimentală, media procentului de parazitare a constituit 60,57, în martor media a fost de 16,54%. Prelucrarea matematică a demonstrat o diferenţă semnificativă a variantelor.

Substanţele biologic active au un rol foarte important: Creşterea indicilor în prezenţa SBA, formată din extracte din ouă de molia cerealelor cu vârsta de 24, 48, 72 ore, larve, adulţi - duc la creşterea capacităţii de căutare, creşterea indicilor biologici, creşterea prolificităţii femelelor, creşterea procentului de parazitare, reducerea densităţii dăunătorilor.

Concluzii

În varianta cu substanţe biologic active cu proprietăţi cairomonale prolificitatea a constituit în mediu 28,75 ouă/femelă, în martor, prolificitatea a fost de 22,75 ouă/femelă, în varianta cu SBA cu 6,00 ouă la o femelă mai mare, decât în varianta martor.

Testarea pe parcele în condiţii de câmp a Substanţelor Biologic Active asupra etologiei entomofagului *Trichogramma evanescens Westw.* s-a efectuat în 2 variante: în prima variantă *T.evanescens* s-a lansat în centru parcelei, iar în colţurile parcelelor s-au tratat câte 3 plante cu extractul de cairomon de molia cerealelor (varianta optimală), procentul de parazitare a ouălor de molia cerealelor expuse în câmp a variat de la 57,20- 64,28.

În martor plantele din parcele nu s-au tratat cu cairomon, dar s-a lansat ***T. evanescens*** în centrul parcelei (M), unde s-au fixat cartonaşele cu ouă de molie, procentul de parazitare a ouălor de molia cerealelor a variat de la 10,45-20,47.

Substanţele biologic active au un rol foarte important: Creşterea indicilor biologici în prezenţa SBA, formată din extracte din ouă de molia cerealelor cu vârsta de 24, 48, 72 ore, larve, adulţi, care duc la creşterea capacităţii de căutare, creşterea indicilor biologici, creşterea prolificităţii femelelor, creşterea procentului de parazitare, reducerea densităţii dăunătorilor.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului *011103 Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice*, finanţat de Ministerul Educaţiei şi Cercetării al RM.

Referinţe bibliografice

1. Gavrilţa, L. Influence of sterilization of Sitotroga cerealella Ol. eggs, and of passage on biological indices and efficacy of Trichogramma spp. În materialele Conferinţei ştiinţifice internaţionale "Studii şi comunicări". Secţia Ştiinţele Naturii a Muzeului Olteniei, Categoria B+, Indexată pentru baza de date internaţionale (Thomson Reuters, former ISI). Craiova, T. 33, nr.2, 2017, 102-106, ISSN 1454-6914.
2. Pathipati, Usha Rani, Pratyusha Sambangi, Kurra Sandhyarani. Impact of Plant Phenolics as Semiochemicals on the Performance of Trichogramma chilonis Ishii, Journal of Insect Behavior, 30, 1, (16). 2017.
3. Ramasamy, Kanagaraj Murali-Baskaran, Kailash Chander Sharma, Pankaj Kaushal, Jagdish Kumar, Packirisamy Parthiban, Sengottayan Senthil-Nathan, Richard, W. Mankin, Role of kairomone in biological control of crop pests-A review, Physiological and Molecular Plant Pathology. 2018, 101. 3-5. http://dx.doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.07.004
4. Paul, A Singh, S., Singh, A. K., Pathipati. Kairomonal effect of some saturated hydrocarbons on the egg parasitoids, Trichogramma brasiliensis (Ashmead) and Trichogramma exiguum, Pinto, Platner and Oatman (Hym., Trichogrammatidae), 2017. https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00661.x.

UDC: 632.7:632.951(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.98

INVASION *CYDALIMA PERSPECTALIS* (WALKER, 1859): HARMFULNESS AND CONTORL MEASURES IN THE CONDITIONS OF WESTERN UKRAINIAN FORESTSTEPPE PROVINCE

Gavrilyuck Alyona
Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS,
v. Boyani Chernivtsi district Chernivtsi region, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-7982-4365, e-mail: allona_melnik@ukr.net

Summary. We determine spread, harmfullness and control measures against *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) in terms of Western ukrainian forest steppe province. The research conducted on the base of Ukrainian science-research plant quarantine station IPP NAAS during 2023-2024. It was determined that boxwood spraying by chemical insecticide and fertilizers input favors pests number decrease. We recommend to use specified insecticides for control Cydalima perspectalis quantity.

Keywords: green plantings, boxwood, *Cydalima perspectalis*, biological insecticides, efficiency.

Introduction

Common box or boxwood (*Buxus semperviners* L.) is a species of flowering plant in the genus Buxus (Buxaceae). It uses in oriental gardening for creation green fences, edgings, and also grows in tubs or containers. It is widely used in topiary art. The most spread kinds uses for greening. Among them are boxwood (*Buxus sempervirens* L.), georgian boxwood (*Buxus colchica* Pojark.), Japanease box (*Buxus microphylla* Siebold & Zucc.). Box tree moth (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) belongs to family *Crambidae*, (Pyraloidea Latreille, 1802, Lepidotera Linnaeus, 1758).

Pest is far-east origin. It puts into the list of dangerous species in Europe. It's motherland is in Far East- Korea, China, Japan. The first boxwood was determined in 2006 in South Germany. It comes here with planting material from China. It was spread in area of Great Britain, Netherlands and Switzerland during 2008. Boxwood struck territories of France and Austria in 2009. It reached territories of Turkey, Romania and Hungary in 2011. The species met also in Belgium, Slovakia, Ukraine, Georgia [1, 3, 5].

The expansion in Ukraine started in 2016 from Zakarpattia and Odessa regions with boxwood's planting material. The situation is rather dangerous because pest has no natural enemies in our territory. Active spread of *Cydalima perspectalis* became ecological probles for boxwood plantations, because the insect is possible to eat all it's plants during one season. The insect lays its eggs on the underside of boxwood leaves. Eggs length consists of nearly 1mm. The larva came out of them every 3-4weeks. They came into the pupae stage. Puppae length is 2.5-3 cm. Butterflies release observed after 10-15 days. Pest may give 2-3 generations in Ukrainian terms. At the most favorable climatic conditions, identical to natural environment is possible 4 th generation. *Cydalima perspectalis* winters in puppa stage in cocon form, fixed in a dense web between boxwood leaves (Fig. 1).

Caterpillar *Cydalima perspectalis* feeds not only on boxwood. It may also damage other plants at the absence of necessary feed base. Among them are: European larch(Larix decidua), cherry laurel(Prunus laurocerasus), loquat (evergreen spindle Euonymus japonicus), maple(Acer). It also damages Euonymus plantings evergreen spindle (Euonymus japonicus) and winged spindle (Euonymus alatus) and holly (Ilex) at motherland.

Boxwood causes huge damage. Plants begin to loose their decorative effect and dry up as a result of pest plant bush colonization. Pest is possible to give 3 generations in Ukrainian conditions

[6, 7, 8]. The 4th generation is possible at the natural existing place at the most favorable climatic conditions. It is character for western regions of Ukraine.



Figure 1. Caterpillar external appearance *Sydalima perspectalis*

The purpose of the work is to determine the spread, harmfulness and control measures against *Sydalima perspectalis* (Walker, 1859).

Present symptoms *Cydalima perspectalis*

1. Leaves and shoots are covered with light webs, caterpillar excrement, and black shells;
2. A lot of yellow-green caterpillars appeared on branches and leaves plates;
3. The ground covered with insect waste: gnawed leaves, feces.

Control methods for boxwood

1. It is possible to control pest by mechanical way, when the defeating process starts or bushes grows separately;

2. Biological method. A number of experiments have proven that the pest is sensitive to endotoxin bacterium *Bacillus thuringiensis*. It locates in the soil. This bacterium is in the content:Actophyt. Guapsin, Bitoxbacyllin, Dendrobacellyn. So it is necessary to use the preparation at the beginning of defeating. The air temperature may fluctuate between 17-18 degrees. It is not good to use nitrogen-content fertilizers in soil during these preparations input;

3. It is necessary to use the chemical way, if bushes covered by web and a lot of caterpillars. It is optimal to use the following preparations: Ampligo, Actellic, (6ml/6l water) and Operkot (lambda-cyhalotrin). The systematic effect preparations showed good result. The systematic effect preparation joined with following drugs: Provanto Maxi, Actara, Koragen, Angio extend the protection effect. Protection continues 14-20 days spraying, but the pest life cycle runs nearly 40 days. Protection preparation activity continue 14-20 days, insects life cycle runs nearly 40 days. It is necessary to conduct 2-3 treating per month.

It is necessary to treat carefully and use leaf Prylypach during plants spraying.

It is useful to use preparations: Proclaim and Match for younger age caterpillars. These preparations add into the general tank mixture for fresh egg laying sterilization.

Materials and methods

Cydalima perspectalis was the researches object. Mass pest infestation of plantings *Buxus sempervirens* in territory of UkrSRPQS IPP NAAS caused the object's choice. The age boxwood is in scope 10-25. Plantings were represented by bushes from 0.5 to 2.2 m.

The researches conducted on the basis of UkrSRPQS IPP NAAS, by spraying boxwood bushes with a chemical insecticide: Aktara.

Results and discussion

The study period's weather condition were favorable for the development of caterpillars and butterflies *Cydalima perspectalis*. We sprayed operating solution Actary during the first spraying and watering (8g/l) bushes with watering root zone at the first symptoms appearing.

Nitrogen fertilizers did not use, but potassium sulfate (20 g/10l) and calcium nitrate added. This complex decreased the boxwood quantity. Technical efficiency consisted of 92%.

Conclusions

The results of the conducted studies found that the use of the chemical insecticide Aktara, together with the application of fertilizers, contributed to decrease the pests number.

References

1. Budashkin, Yu.I. (2016) Box wood moth –Cydalima perspectalis (*Lepidoptera, Pyraustidae*) – a new for the fauna of Ukraine and Crimea species of a dangerous pest of forestry and greenery. Ecosystems, 5: 36-39.
2. Лугина С. В. Інвазія самшитовової вогнівки (*Cydalimaper spectalis* Walker) в м. Київ: фенологія, біологічні особливості поширення, шкодочинність. 52Всеукраїнська науково-практична конференція, 21 березня 2023 р. http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12170/1/Lugina.pdf(дата звернення 18.02.23).
3. Маллі, Річард; Нусс, Маттіас (2010). «Філогенія та номенклатура самшитової молі, Cydalima perspectalis (Walker, 1859) comb. n., яка нещодавно була завезена в Європу (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae)» . *Європейський журнал ентомології . 107 (3): 393–400. doi : 10.14411/eje.2010.048.*
4. Mitchell, R., Chitanava, S., Dbar, R. et al. (2018) Identifying the ecological and societal consequences the invasive *Cydalima perspectalis*? Journal of Applied Entomology, 143: 766–775. doi:10.1111/jen.12640.
5. Самшитова вогнівка https://superagronom.com/shkidniki-luskokrililepidoptera/samshitova-vognivka-id18947 (дата звернення 18.02.23).
6. Santi, F. Radeghieri, P. Inga Sigurta, G. Maini, S. Пастки для статевих феромонів для виявлення інвазивної самшитової молі в Італії (PDF) у Bulletin of Insectology, vol.68, № 1, Болонья, Департамент агроекологічних наук ітехнологій, 2015.с.158—160, ISSN 1721—8861
7. Самшит https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D1%88%D0%B8%D1%82 (дата звернення 18.02.23).
8. Самшитова вогнівка https://leto.ua/ua/article/samshitovaya_ognevka_chto_eto_i_kak_s_ney_borotsya
9. UkrBIN (2019) UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. UkrBIN, Database on Biodiversity Information. Available from: http://www.ukrbin.com (Accessed: Date [e.g. September 03, 2019]).

UDC: 595.797:591.9 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.99

IDENTIFICATION AND DESCRIPTION OF THE INVASIVE SPECIES *Isodontia mexicana*

Gladcaia Alla
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0001-9182-4352, e-mail: *alla.gladcaia@sti.usm.md*

IDENTIFICAREA ȘI DESCRIEREA SPECIEI INVAZIVĂ *ISODONTIA MEXICANA*

Rezumat. Din adăposturile artificiale, în anul 2024, pe teritoriul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, a fost obținută, identificată și descrisă pentru fauna din Republica Moldova o nouă specie invazivă de viespi (Sphecidae) - *Isodontia mexicana*. Viespile au fost găsite în biotopul cel mai apropiat de centura forestieră dintre cele 3 opțiuni, în zone umbrite. Astfel, implementarea schemelor de agromediu (AES) care conțin o combinație de adaposturi artificiale cu eterogenitatea peisajului este un factor important în creșterea abundenței viespilor vizuitoare, care sunt capabile să ofere servicii ecosistemice de mare valoare economică (polenizare și combatere a dăunătorilor).

Cuvinte cheie: *Isodontia mexicana*; Republica Moldova; Sphecidae, adaposturi artificiale, specii invazive, polenizator, controlul daunatorilor.

Summary. From artificial shelters in 2024, on the territory of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, a new for the Republic of Moldova fauna, invasive species of digging wasps (Sphecidae) — *Isodontia mexicana* — was obtained, identified and described. The wasps were found in the closest to the forest belt biotope of the 3 variants, in shaded areas. Thus, the introduction of agro-ecological schemes (AES) containing a combination of artificial shelters with landscape heterogeneity is an important factor in increasing the abundance of digging wasps, which are able to provide ecosystem services of high economic value (pollination and pest control).

Keywords: *Isodontia mexicana*; The Republic of Moldova; Sphecidae, artificial shelters, invasive species, pollinator, pest control.

Introduction

Solitary wasps provide pest control services, regulate arthropod populations, and support pollination of flowering plants. Appropriate management of agrolandscape resources can help conserve biodiversity. Landscape heterogeneity is an important factor that increases the abundance and species diversity of digger wasps, as forest belts and nectar crops provide floral resources, arthropod prey and nesting opportunities [1].

The advantages of different types and features of new biodiversity conservation methods should be assessed and developed for the successful conservation of insect communities in agroecosystems. An adequate choice of method and the design of accounting methodology are based on an understanding of the biological characteristics of the taxon and the operating principles of existing methods. To conduct inventory and monitoring research, we chose a method based on the use of artificial shelters, which combines the methods of “interception” and “attraction” of insects [2]. The method involves attracting entomophages of the Hymenoptera order (tubular nest filling materials, a corps made of natural materials) and intercepting insects (placing artificial shelters in the entomophagy’s feeding and breeding areas, at the height of their flight).

In the artificial shelters that we used to attract Hymenoptera entomophages to breed and develop their offspring, in 2024 a new for the Republic of Moldova invasive wasp species was discovered - *Isodontia mexicana* de Saussure, 1867, which was accidentally imported to Europe from North America.

The aim of the research was to use artificial shelters for monitoring and attracting entomophagous Hymenoptera for reproduction and offspring development.

Materials and methods

Research location: laboratory and field conditions of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Republic of Moldova.

The object of our research *I. mexicana*, was reared from artificial shelters in 2024. The species has been well studied both in America and Europe. The species nests in natural cavities, such as hollows in the branches and stems of common reeds, and provides its offspring with medium-sized paralyzed prey belonging to a wide range of Orthoptera order species. The partitions of the nest are made of dried blades of grass, which gave the wasp its popular name: “grass-carrying wasp” [3].

The research was carried out in several stages during the vegetation period. We used two types of filler material: hollow tubes (15 cm long) made of reed (20 pcs.) and plastic (20 pcs.). Four variants of the artificial shelter corps were examined: 1) white cardboard; 2) dark cardboard; 3) transparent plastic; 4) dark plastic. The experiment was conducted in three replicates. In April, artificial shelters were placed in various biotopes (according to the schemes), fixed at a certain height (1,5 m) above the ground, on supports. The biotopes of fruit orchards (apple, pear) were chosen as a food source (pollen, nectar) for the wasp imago. The *Miscanthus sinensis* field provided the wasps with a natural supply of tubular stems for nest placement.

After dismantling the artificial shelter, the reed stems with a grass plug typical for this species were placed in a special cage for laboratory breeding insects. We were able to record the first specimens of *I. mexicana* when imagoes were reared from nests located in tubular reed stems. Various identification keys were used to determine the taxonomic affiliation of the species. The taxonomic characteristics of the Sphecidae family were determined using several identification guides [4, 5, 6]. The species identification was made using standard keys for European *Isodontia* and numerous photographs available on the Internet [7]. The studied material is stored in the collection.

Results and discussions

The *I. mexicana* species was photographed, recorded and identified.

Characteristics of Sphecidae family. The 1-st segment of the hind tarsus with a notch at the base, is not very widened or densely hairy (not adapted to pollen transfer); the hairs covering the body are simple; large spur of hind knees on inner side in dense hairs. The pronotum at the back is in the form of a straight, truncated ridge, bearing humeral tubercles on the sides, not reaching the bases of the wings; eyes of normal shape. Nests consist of one or more cells, arranged in the ground or in wood. The larvae's food includes paralyzed insects and is usually stored for future use; some species regularly provide food to the larvae throughout the entire development period. Most representatives of the family are useful in extermination of various pests [5, 6, 7].

Characteristics of the *Isodontia* Patton, 1880 genus. The first recurrent vein enters the second submarginal cell, the second recurrent vein enters the third submarginal cell; the body is completely black (Fig. 1a).

Characteristics of the *Isodontia mexicana* species: abdomen entirely black; dorsal propodeal area finely punctate, but with at most only a trace of transverse striation; the petiole is strongly curved in profile, the same length or longer than tibia one (Fig. 1b); the abdomen is without stripes of light hairs; the clypeus and the lower part of the frons are covered with long, erect hairs of black color (Fig. 1c); the anterior edge of the female clypeus has a small, deep median notch, bordered on each side by a tooth; the wings are smoky, darker along the apical edge; the antennae of the male do not have clearly defined placodes [7].

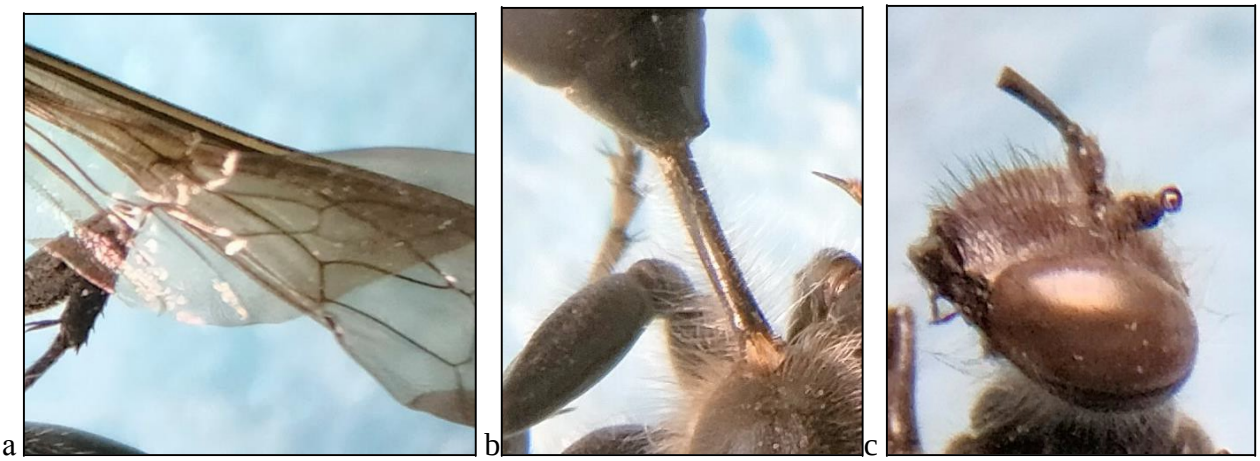


Figure 1. *Isodontia mexicana*: a) right wing, front; b) curved petiole; c) head from the side (photo by the author)

Thus, the taxonomic affiliation of the new species of wasp is as follows: class Insecta → subclass Pterygota → infraclass Neoptera → superorder Holometabola → order Hymenoptera → suborder Apocrita → infraorder Aculeata → superfamily Apoidea → family Sphecidae → subfamily Sphecinae → tribe Sphecini → genus Isodontia → species *Isodontia mexicana* de Saussure, 1867 = *Sphex apicalis* de Saussure, 1867 = *Sphex apicalis mexicana* de Saussure, 1867.

***I. mexicana* life cycle**

After emerging from the natal nest, females mate with males and begin nest construction. These wasps create and supply individual brood cells with partitions of grass blades (fig. 2a), where numerous larvae feed and develop. The female stings the victim in order to immobilize it; she then clutches the paralyzed prey beneath her and carries it back to the nest. Once the nest is stocked with sufficient prey, she lays an egg. The egg is laid in a protected environment (hollow branches or plant stems). It is small, oval and usually attached to the substrate inside the nest (fig. 2b).

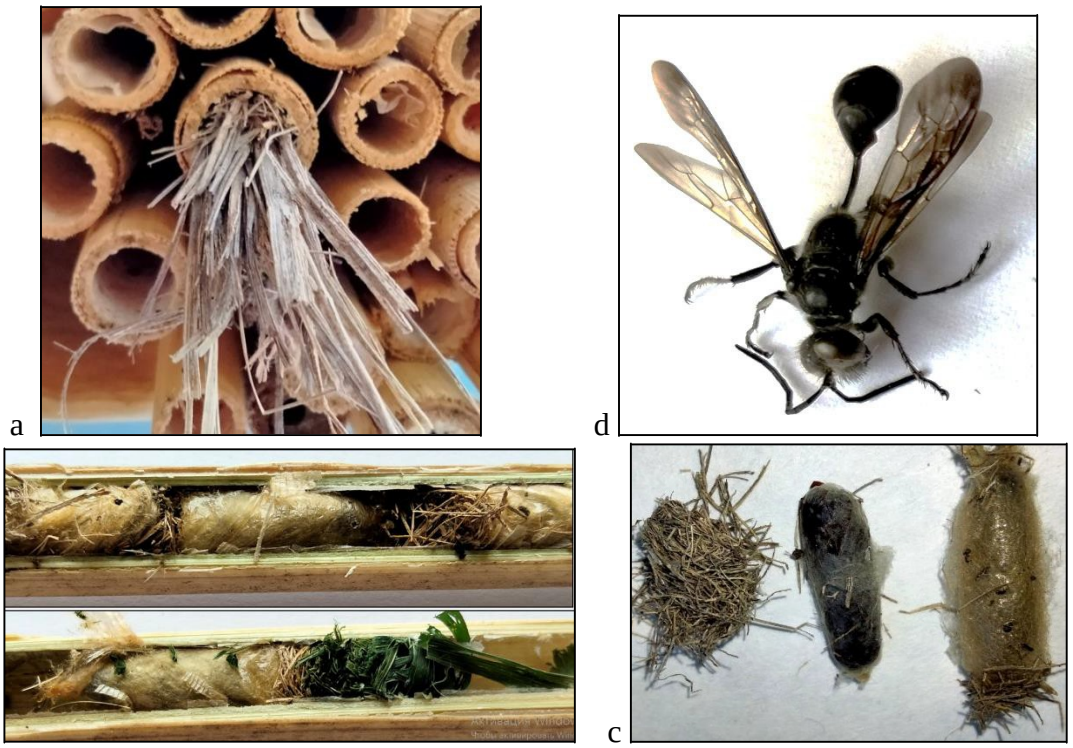


Figure 2. Life cycle of *I. mexicana* inside artificial shelters: a) grass plugs in the nest; b) nests in reed stems with grass partitions between cells; c) cocoon, grass septum and pupa; d) *I. mexicana* imago hatched from pupae (photo by the author)

The larvae appear worm-like after hatching, with a soft, elongated body. It has no wings and its head is distinguished by chewing parts for food consumption (the imago provides it with paralyzed prey (Orthoptera)). The stage primarily focuses on growth, molting repeatedly to increase its size. The larvae consume the hidden prey over the next 4-7 days. When the food supply is exhausted, each larva spins a cocoon. In the form of a pupa, the wasp undergoes significant changes in a protective cocoon. This stage is motionless and outwardly appears incapacitated, although internal development occurs rapidly. The imago, emerging from the pupa, displays wings and functional reproductive organs. The exoskeleton hardens, and the body acquires a characteristic coloration. Adults are often found in sunny, open areas such as meadows, gardens and fields, where they search for prey and suitable nesting sites. *I. mexicana* is a pollinator, showing very clear preferences for plants of the Lamiacea, Asteraceae, Fabaceae and Apiaceae families.

Assessment of the *I. mexicana* ecological niche

The invasive species of predatory solitary wasp *I. mexicana*, introduced beyond its native range probably 70-80 years ago, is now found exclusively in the Northern Hemisphere. The invasion range of *I. mexicana* is limited to Europe, where the wasp is found in many countries, especially France and Italy, but also in Switzerland, Austria, Germany and Serbia. The easternmost point of distribution in Europe is in Ukraine and Crimea, the northernmost in southern England, the southernmost in central Italy and the westernmost in northern Spain. *I. mexicana* has not changed its ecological niche in the territory of invasion. The wasp has shown a clear tendency to occupy areas with moderate temperatures in winter, little rainfall during the driest period of the year, and low altitudes. The habitat of the *I. mexicana* wasp is forests and forest-steppes, urban and suburban areas, agricultural and cultivated areas, meadows and steppes. Scientists have made a forecast that *I. mexicana* could spread further across Europe and Asia, reach new, unoccupied continents in the Southern Hemisphere, and survive there [8]. The discovery of *I. mexicana* in the Republic of Moldova confirms this forecast and complements the map compiled in 2018 (fig. 3).

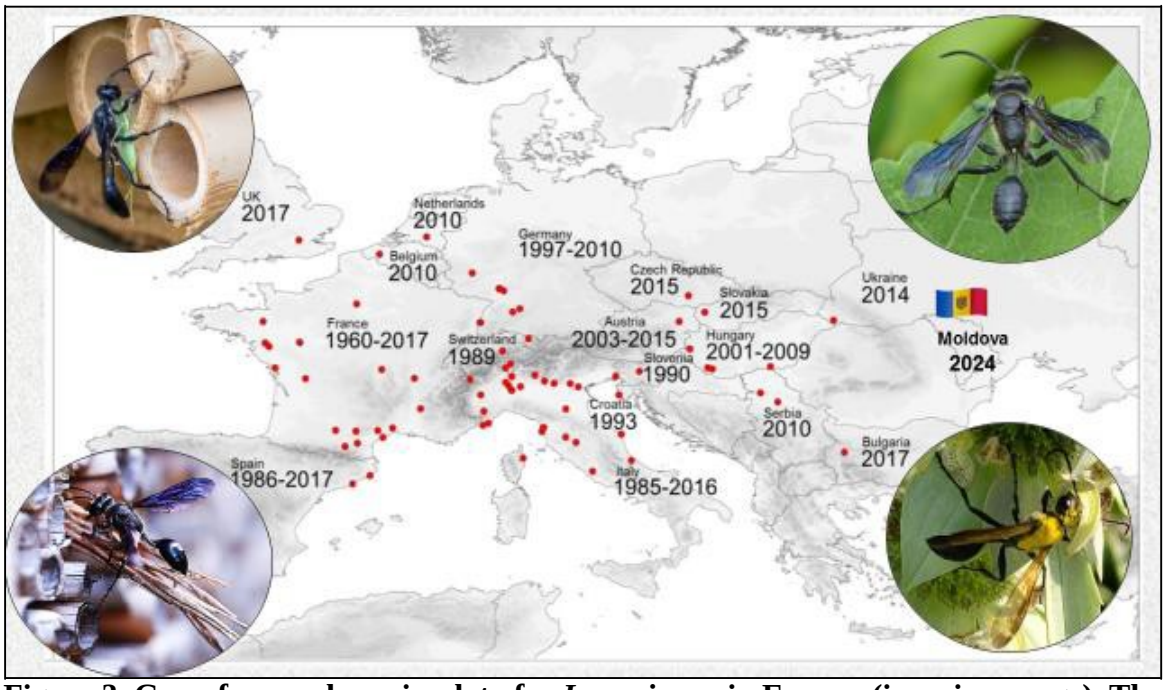


Figure 3. Georeferenced species data for *I. mexicana* in Europe (invasion range). The estimated year of the species arrival is shown based on the year of first detection and the year of last recording for each of the 17 + 1 (Moldova) wasp-infested countries

Conclusions

From artificial shelters in 2024, on the territory of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, a new for the Republic of Moldova fauna, invasive species of digger wasps (Sphecidae) — *Isodontia mexicana* — was obtained, identified and described;

The potential for economic use of the species was determined based on its biological characteristics:

a) the presence of a relatively hairy mesosome and frequent visitation of many flowering plants by *I. mexicana* probably defines a new powerful pollinator;
b) in the case of *I. mexicana*, prey taxa (Gryllidae and Tettigoniidae) are usually quite numerous and diverse, while in most of Europe there are relatively few orthopteran-hunting Sphecidae;
c) *I. mexicana* wasps were found in the closest to the shelterbelt biotope of the 3 variants, in shaded areas of apple orchard. Thus, the implementation of agro-ecological schemes (AES) containing a combination of artificial shelters with landscape heterogeneity is an important factor that increases the abundance of digger wasps that are able to provide ecosystem services of high economic value (pollination and pest control). In this case, artificial shelters should be used in a way that maximizes the emergence of healthy adult *I. mexicana* progeny in agricultural areas.

Notă: Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011103 „*Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”,* finanțat de Ministerul Educației și Cercetării.

References

1. Nicole Beyer, Josephine Kulow, Jens Dauber. The contrasting response of cavity-nesting bees, wasps and their natural enemies to biodiversity conservation measures. Insect Conservation and Diversity 2023; p. 1–15.
2. Алексанов В.В., Алексеев С.К., Новикова О.А., Сионова М.Н., Телеганова В.В., Шмытов А.А. Методы инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях регионального значения. Серия «Кадастровые и мониторинговые исследования биологического разнообразия в Калужской области». Вып. 8. – Тамбов: ООО «ТПС», 2021. 148 с. ISBN 978-5-907349-48-3
3. Kevin M. O’Neill, Casey M. Delphia, Ronald C. Spendal. Effect of temperature on the post-diapause developmental rate, survival, and body mass of the solitary wasp Isodontia elegans: Implications for rearing of trap-nesting Hymenoptera. Journal of Thermal Biology. Volume 113, April 2023, стр. 103516
4. Мамаев Б. М., Медведев Л. Н., Правдин Ф. Н. Определитель насекомых европейской части СССР: Учеб. пособие для биол. специальностей пед. институтов. М.: Просвещение, 1976. 304 с.
5. Горностаев Г.Н. Насекомые СССР. Москва, изд-во «мысль». 1970, под ред. Г.А. Мазохина. 369с.
6. Казенас В.Л. Роющие осы (Тип Членистоногие, класс Насекомые). Серия «Животные Казахстана в фотографиях». Алматы, 2013. 160 с.
7. David g. Notton. Grass-carrying wasp, *Isodontia mexicana* (de Saussure), genus and species new to Britain (Hymenoptera: Sphecidae). Br. J. Ent. Nat. Hist. 2016. V. 29. p. 241-245.
8. Carlo Polidori, Marcella Nucifora and David Sánchez·Fernández. Environmental niche unfilling but limited options for range expansion by active dispersion in an alien cavity-nesting wasp. Polidori et al. BMC Ecol. 2018. P. 18-36. https://doi.org/10.1186/s12898-018-0193-9.

UDC: 632.939.1:633 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.100

CONTROLUL DĂUNĂTORILOR CULTURILOR AGRICOLE PRIN UTILIZAREA DISPOZITIVELOR DE ATRAGERE ȘI STERILIZARE A ADULȚILOR

Gorban Victor*, *https://orcid.org/ 0000-0002-7944-2383*
Volosciuc Leonid, *https://orcid.org/0000-0002-7475-4310*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM; Chișinău, Republica Moldova
e-mail. victor.gorban@sti.usm.md

Summary. The discovery of sex pheromones of pest insects and their use in pheromonal traps for pest monitoring led to the development of the self-sterilizing method of pest control. This method consists in attracting males into a pheromone trap treated with a chemical or biological sterilizing agent. The male accumulates this sterilizing agent and passes it on to the female at the moment of copulation. This agent leads to the blocking of embryo development and as a result the female lays sterile eggs. This article describes construction schemes of electro-optical devices and non-electric devices developed for the sterilization of pests by various methods.

Keywords: self-sterilization method, pest control, pheromonal trap, electro-optical devices.

Introducere

Metoda de combatere a insectelor prin sterilizarea masculilor este una dintre cele mai ecologice metode de combatere a unui anumit dăunător, care prevede utilizarea surselor speciale și substanțelor cu proprietăți sterilizatoare precum și implicarea virușilor. De fapt Convenția internațională pentru protecția plantelor clasifică insectele sterile ca organisme benefice. Utilizarea acestor metode poate ajuta la controlul dăunătorilor și la prevenirea eficientă a riscurilor legate de insecte pentru ecosisteme și securitatea alimentară, inclusiv agricultură.

Sunt cunoscute capcane staţionare pentru monitorizărea şi capturarea insectelor dăunătoare, în care ca sursă de atracţie sunt utilizaţi feromoni sexuali. În calitate de elemente de exterminare se utilizează sterilizanţi chimici şi virușuri. Dezavantajul acestor capcane este că pentru atracţia diferitor dăunători este nevoie de un număr mare de capcane cu diferiţi feromoni sexuali pentru fiecare specie în parte.

Materiale și metode

Rezultatul cercetărilor ştiinţifice efectuate au servit bază pentru elaborarea a noi dispozitive pentru ridicarea eficienței procesului de combatere a dăunătorilor prin sterilizarea și infectarea lor cu virusuri. Au fost elaborate schemele principiale, proiectate și confecționate trei dispoziive pentru realizarea procesului de sterilizare cu utilizarea substanțelor sterilizatoare precun și surse de lumină ultravioletă. Pentru atragerea insectelor dăunătoare și concentrarea lor în mediul de sterilzare și infectare se folosește o sursă de radiaţie optică, o lampă de tip UV T5 BLB cu tubul din sticlă specială de culoare albastru-închis, care reţine razele vizibile şi permite trecerea doar a celor ultraviolete cu o lungime de undă bine determinată de 365 nm. În calitae de sterlizator a fost folosită substanța cu proprietăți sterilizatoare *Insigar,* iar pentru infectare s-au folosit virusuri poliedrozei nucleare a insectelor noctuide.

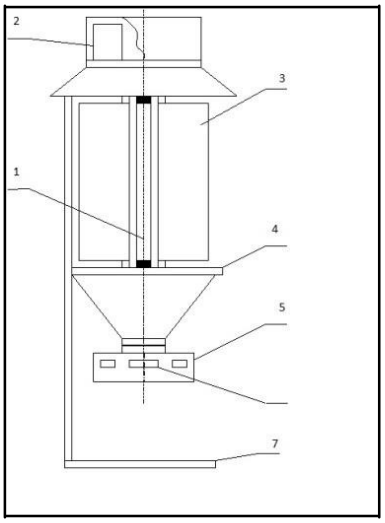
Rezultate și discuții

Pentru diminuarea numărului de insecte dăunătoare şi sporirea eficienţei atragerii lor, a fost elaborate un procedeu inovativ, cu utilizarea unei lămpi cu tubul din sticlă specială, ce a servit ca sursă de radiaţie optică este care reţine razele vizibile şi permite trecerea doar a celor ultraviolete cu o lungime de undă bine determinată, amplasată deasupra colectorului de insecte, iar ecranele reflectoare şi suprafaţa interioară a colectorului sunt acoperite cu vopsea fluorescentă ce contribuie

la amplificarea efectului de atracţie. În calitate de element de aplicare a preparatului viral pe corpul insectelor pentru ce se utilizează un container cilindric detaşabil pe fundul căruia sunt îndepliniţi pereţi-septe de formă circulară amplasate peste 60 de grade. Pe pereţii verticali ai containerului sunt orificii îndeplinite din ţevi cilindrice prin care insectele zboară din nou în mediul înconjurător.

Esenţa construcţiei constă în aceea, că dispozitivul pentru atragerea şi infectarea insectelor dăunătoare include: sursa de radiaţii optice 1, sursa de alimentare 2, ecrane reflectoare 3, colector de insecte 4 cu container cilindric detaşabil cu preparatului viral 5 şi orificii 6, corp 7. În calitate de sursă de lumină se foloseşte o lampă cu tubul din sticlă specială de culoare albastru-închis, iar în scop de alimentare se utilizează o sursă autonomă cu tensiune joasă de tip acumulator sau de la reţea. Includerea sursei de lumină se efectuează în mod automat în timp de noapte cu ajutorul fotosensorului. În calitate de element de aplicare a preparatului viral pe corpul insectelor se utilizează un container cilindric detaşabil (Fig. 1).

Dispozitivul propus funcţionează după cum urmează: pe câmpurile protejate se instalează dispozitivul şi se pregăteşte pentru exploatare, se cupleză vasul cilindric detaşabil cu preparatul viral, se include butonul de start în regimul de aşteptare. Sensorul de lumină la orele de noapte dă comandă de activare a sursei de lumină. În perioada de maximă activitate a insectelor noctuide, având fototaxisul pozitiv, ele sunt atrase de sursa de lumină spre capcană unde sunt capturate de elementele constructive prevăzute. În coliziune cu ecranele reflectoare insectele îşi pierd stabilitatea şi în cele din urmă cad în containerul cu preparatul viral. Mişcându-se activ pe fundul containerului cilindric, întâmpinând ca obstacole pereţi-septe de formă circulară, insectele contactează intensiv cu preparatul viral, care la rândul său se lipeşte de corpul lor. În cele din urmă insectele, având pe corp preparatul viral, prin orificiile din pereţii verticali zboară în afara dispozitivului, continuându-şi activitatea în condiţii de câmp, contactând cu femelele speciilor respective, care în rezultat devin şi ele infectate cu virusuri şi nu prezintă, în continuare, un pericol de dăunare. Procesul de infectare are loc o perioadă îndelungată, acoperind durata de zbor a populaţiilor dăunătorilor.

a) 

b) 

Figura 1. Dispozitiv pentru sterilizarea şi infectarea cu virusuri entomopatogene
a) vederea schematică a dispozitivului, b) vederea generală a dispozitivului

Un alt dispozitiv elaborat prevede atragerea şi sterilizarea insectelor dăunătoare ale culturilor agricole. Este cunoscută o capcană staţionară pentru monitorizarea şi capturarea insectelor, în care ca sursă de radiaţie optică sunt utilizate surse luminescente de presiune joasă cu diferite raze de radiaţie. În calitate de elemente de exterminare se utilizează un magnetron şi un vas cu lichid fixator (3). Dezavantajul acestei capcane constă în nivelul jos al efectului de fotoatracţie în cazul, în care, pentru a spori efectul de atragere, la sursa de lumină ultravioletă se adaugă o sursă de radiaţie de alte culori, care au o eficacitate mai joasă de atracţie. Unele din ele atrag şi insecte benefice, ceea ce nu este de dorit în procesul de monitorizare şi combatere a insectelor dăunătoare.

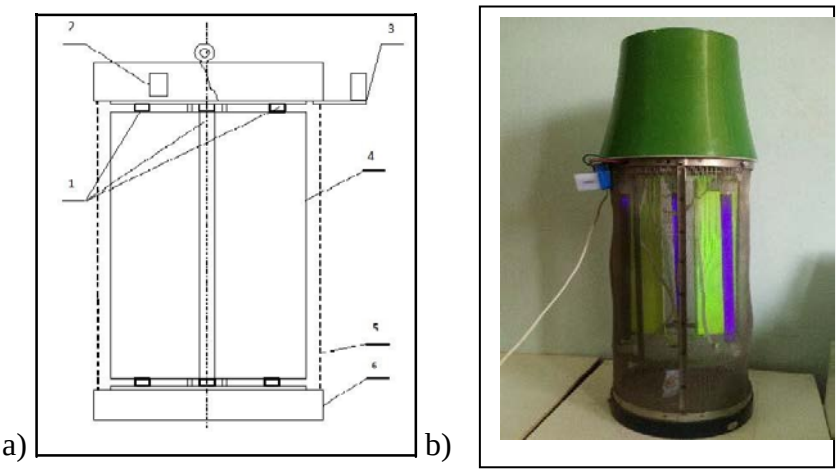
Problema pe care o rezolvă dispozitivul elaborat este diminuarea numărului insectelor dăunătoare prin mărirea efectului de atracţie selectivă a diferitor specii de insecte dăunătoare de către sursa de radiaţie optică a dispozitivului, care în acelaşi timp acţionează în calitate de sterilizator a insectelor în condiţii de câmp.

Noutatea propunerii constă în diminuarea numărului de insecte daunătoare şi sporirea eficienţei atracţiei şi sterilizării lor, ca sursă de radiaţie optică se folosesc trei lămpi cu lumină ultravioletă cu o lungime de undă bine determinată, amplasate radial una faţă de alta peste 120 grade, iar carcasa asigură acumularea insectelor dăunătoare atrase, care sunt supuse acţiunii de sterilizare a insectelor de către fluxul de radiaţie optică ultravioletă pătruns prin orificiile pereţilor acestea. În calitate de sursă de alimentare se utilizează sursa autonomă cu tensiune joasă de tip acumulator sau de la baterii solare.

Esenţa construcţiei constă în aceea, că dispozitivul pentru atragerea şi sterilizarea insectelor conţine corpul 7, sursa de radiaţie optică 1 în calitate de atractant şi sterilizator, dispenserul 2 de feromoni sexuali, sursa de alimentare 3, fotosenzorul 4, ecranele reflectoare 5, carcasa 6, executată cilindrică din material perforat cu diametrul perforaţiilor de 1..1,5 mm.

Dispozitivul funcţionează în modul descris mai jos(Fig.2.).

Pe câmpurile protejate se instalează dispozitivul şi se pregăteşte pentru exploatare. Se include butonul de start în regimul de aşteptare. Fotosenzorul 4 la orele de noapte dă comandă de activare a sursei de radiaţie optică 1. În perioada de activitatea maximă a insectelor nocturne, având efectul de fotoatracţie pozitiv, acestea sunt atrase de sursa de lumină şi de feromonul sexual spre dispozitiv, unde se acumulează pe carcasa 6 cilindrică, iar sub acţiunea razelor ultraviolete are loc iradierea acestora. Aflându-se un timp îndelungat şi mişcându-se activ pe suprafaţa carcasei 6, insectele primesc o doză de iradiere şi devin sterile. Apoi, insectele zboară în afara dispozitivului, continuându-şi activitatea în condiţii de câmp. Contactând cu indivizii speciilor respective, nu are loc fertilizarea acestora, şi în rezultat ouăle depuse sunt sterile, iar numărul indivizilor populaţiilor de dăunători se diminuează şi nu prezintă un pericol de dăunare. Efectul de sterilizare continuă o perioadă îndelungată, acoperind durata de zbor al populaţiilor insectelor dăunătoare.



a) b)

Figura 2. Dispozitiv pentru atragerea şi sterilizarea insectelor dăunătoare.
a) vederea schematică a dispozitivului; b) vederea generală a dispozitivului

Pentru realizarea aceluiaşi scop a fost elaborat şi dispozitivul de aplicare a mediului de sterilizare a insectelor în capcane cu feromoni.

Este cunoscut modul de sterilizare a insectelor prin aplicarea capcanelor cu mediul attractant-sterilizator, care se aplică la diminuarea activităţii moliei strugurilor ca element de protecţie a viţei de vie (4).

De asemenea este cunoscut modul de sterilizare a populaţiilor de insecte în condiţii de câmp prin utilizarea capcanelor prelucrate cu preparatul *Insegar*. Suprafaţa interioară a capcanelor se

prelucrează manual înainte de a le monta în câmp. Capcanele sunt schimbate periodic (o dată în şapte zile) (5).

Dezavantajul acestui mod este, că el este greoi şi dificil, mediul de sterilizare se aplică pe fundurile detaşabile ale capcanelor în condiţii de laborator după ce ele se amplasează în capcanele cu feromoni.

Problema pe care o rezolvă dispozitivul propus este crearea posibilităţilor de mecanizare parţială a procesului de dozare şi de aplicare a mediului sterilizator direct în capcanele cu feromoni deja montate în câmpul protejat fără a le schimba pe parcursul perioadei de zbor a dăunătorilor.

Noutatea invenţiei constă în aceea, că dispozitivul este înzestrat cu ramă-platformă staţionară cu clapetă şi mecanism de închidere-deschidere a ei, care asigură izolarea spaţiului interior al capcanei, pulverizator cu ajutorul căruia mediului sterilizator este dispersat pe pereţii interiori ai capcanei, asigurând o anumită doză de aplicare a chimiosterilizantului şi o protejare sigură a personalului.

Esenţa construcţiei constă în aceea, că dispozitivul include rama-platformă 1, cu clapeta 2, dimensiunele cărora fiind în corespundere cu cele ale capcanelor 6, mecanismul 3, care închide-deschide clapeta şi asigură izolarea spaţiului interior al capcanei în momentul dispersării mediului de sterilizare prin acţiunea pârghiei 5 al pulverizatorului 4 (Fig. 3). Dispozitivul include rama-platformă1,clapeta 2, mecanismul 3, pulverizator 4 cu pârghia 5.

Dispozitivul propus funcţionează după cum urmează. În pulverizatorul 4 se încarcă mediul de sterilizare în formă lichidă supus dozării. Pe rama-platformă se aşază capcana 6 cu feromoni şi cu ajutorul pârghiei 5 prin mecanismul 3 se închide clapeta 2, care asigură izolarea spaţiului interior al capcanei după ce are loc dispersarea mediului de sterilizare, care se repartizează pe pereţii capcanei. În momentul eliberării pârghiei 5 are loc deschiderea clapetei 2, iar procesul de prelucrare este finisat. În aşa mod dispozitivul asigură prelucrarea parţial mecanizată a capcanelor amplasate direct pe lotul culturilor cultivate, asigurând în acelaşi timp protejarea sigură a personalului de deservire.

a) b)

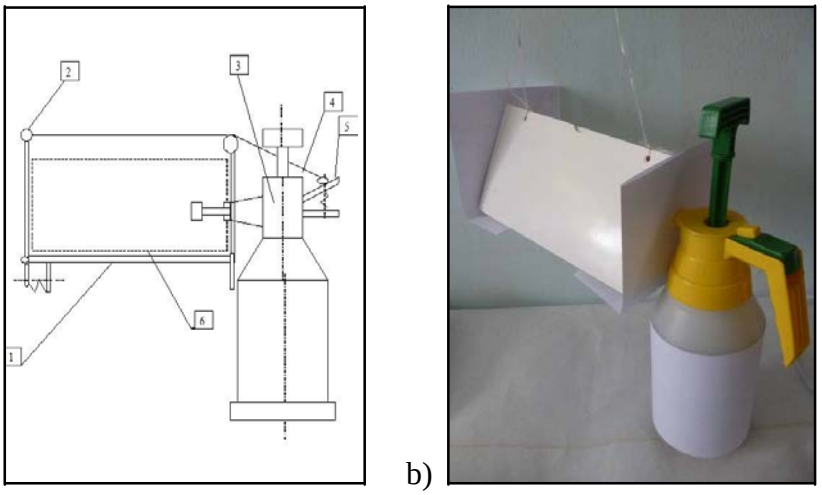


Figura 3. Dispozitiv de aplicare a substanţei de sterilizare a insectelor dăunătoare în capcane cu feromoni: a) vederea schematică a dispozitivului; b) vederea generală a dispozitivului

Concluzii

Rezultatul tehnic obţinut la utilizarea dispozitivelor elaborate pentru atragerea şi sterilizarea şi infectarea cu virusuri a insectelor dăunătoare, se datoreşte faptului, că se asigură majorarea eficienţei proprietăţii de atragere datorită utilizării sursei de lumină cu parametrii bine determinaţi ce contribuie la mărirea numărului atras al diferitor specii de insecte dăunătoare şi iradierea cu surse sterilizatoare şi infectarea lor cu viruşi. Atragerea sistematică a insectelor dăunătoare cu dispozitivul propus aduce la reducerea substanţială a indicilor numerici ai populaţiei prin infectarea lor, limitând dezvoltarea de mai departe a acestora, crearea condiţiilor pentru sporirea eficienţei insectelor

benefice. Soluțiile tehnice propuse asigură, în mare măsură, condiţiile optimale necesare de sterilizare şi infectare a dăunătorilor culturilor agricole şi diminuarea densităţii acestora. Important este, că dispozitivul de aplicare a mediului de sterilizare a insectelor în capcane cu feromoni asigură procesul de dozare şi aplicare a mediului sterilizator în condiţii de câmp, îmbunătăţeşte condiţiile de lucru al personalului de deservire şi majorează de 5 ori productivitatea muncii.

Referinţe bibliografice

1. Brevet de invenţie MD 831 Z 2015.06.30 *Dispozitiv pentru sterilizarea şi infectarea cu viruşi a insectelor dăunătoare,* Autori: Gorban V., MD, Voineac V., MD, Volosciuc L., MD; Bradovschii V., MD; Batco M., MD, Zavtonii P., Md, Nastas T., MD.
2. Brevet de invenţie MD 1468 Z 2021.07.31 *Dispozitiv pentru atragerea şi sterilizarea insectelor dăunătoare.* Autori: Gorban Victor, MD; Voineac Vasile, MD; Şleahtici Vladimir, MD; CHICU Boris, MD
3. A01M1/04 Мобильная электрооптическая установка для уничтожения летающих насекомых (патент № 2351129) авторы Богатырев Николай Иванович (RU), Газалов Владимир Сергеевич (RU) и др.
4. Новые методы в защите растений. «Наследуемая стерильность у потомков стерилизованных самцов гроздевой листовертки». В.А Брадовский, Кишинёв «Штиинца», 1987
5. Биологические вещества в защите растений. «Применение феромонно-гормональных ловушек в борьбе с вредителями запасов». В.М. Калинкин Санкт- Петербург1999,
6. Brevet de invenţie MD 864 Z 2015.08.31, *Dispozitiv de aplicare a substanţei de sterilizare a insectelor dăunătoare în capcane cu feromoni.* Autori: Voineac V., MD, Şleatici V., MD, Gorban V., MD; Bradovschii V., MD; Ursu R, MD.

UDC: 634. 21:634.22:631.541 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.101

PARTICULARITĂŢILE DE CREŞTERE ŞI FRUCTIFICARE A UNOR SOIURI DE CAIS ALTOITE PE PORTALTOIUL CORCODUŞ

Grosu Ion*, *https://orcid.org/0000-0003-0881-4634*
Grițcan Sava, *https://orcid.org/0000-0002-8612-2011*
IP Institutul Ştiinţifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare,
Chişinău, Republica Moldova
**e-mail: igrosu2003@gmail.com*

Summary. The article presents the results of the research carried out in 2021-2022 regarding the influence of agrotechnical processes on the growth and productivity of apricot of the Spring Blush, Pinkcot and Big Red varieties grafted on cherry plum with a plum interlayer of the Stanley variety.

Scientific data are presented regarding trunk diameter, tree height, crown width, average and total length of annual growth, fruit set, as well as fruit yieldin the first 4-6 years of tree vegetation.

Keywords: rootstock, intercalary, variety, trunk thickness, intensive system, productivity.

Introducere

Încălzirea globală şi starea mediului ambiant cu poluarea în continuă creştere, impune elaborarea şi modernizarea tehnologiilor, care ar corespunde exigenţelor economice, ecologice, şi sociale. Soluţionarea cerinţelor menţionate, poate fi efectuată, prin alegerea combinaţiilor soi-portaltoi rezistente la condiţiile biotice şi abiotice de stres, folosirea unui sistem de agrotehnică corespunzător, cu produse biologice de întreţinere, fertilizare a solului şi protecţie a plantelor. Înființarea plantațiilor de cais, productivitatea lor depinde în mare măsură de combinația soi–portaltoi. În Republica Moldova principalul portaltoi folosit și omologat pentru cultura caisului este Zarzărul. Pomii de cais altoiți pe Zarzăr au o vigoare de creștere mai mare și se plantează mai rar, ca cei amplasaţi pe Corcoduș.

Materiale și metode

Livada intensivă de cais amplasată pe o suprafaţă de 6 ha proprietate privată a GŢ „Gulea Nina Teodor” amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi a fost plantată după distanţa de plantare 5,0 X 3,0 m – 667 pomi/ha. În cercetare s-au aflat soiurile Spring Blush, Pinkcot și Big Red altoiți pe Corcoduș cu intercalar de prun soiul Stanley. Coroana a fost formată sub formă de Vas cu 4 şarpante. Perioada de investigaţie anii patru - şase de vegetaţie. Numărul repetiţiilor în fiecare variantă este de 4. Numărul de pomi în repetiţie este de 6-8. Amplasarea repetiţiilor, rendomizat. Cercetările s-au petrecut în condiţii de câmp şi laborator.

Rezultate și discuții

În perioada ce a decurs în livada de cais s-a înfăptuit tăierea pomilor de primăvară conform formei de coroană de tip Vas cu patru şarpante. S-au înfăptuit anual, prelucrarea solului între rândurile de pomi şi pe rândurile de pomi, prelucrările necesare împotriva bolilor şi dăunătorilor. Solul în livadă a fost menţinut în stare - ogor negru.

Caisul de soiurile Spring Blush, Pinkcot și Big Red altoiț pe Corcoduș cu intercalar de prun soiul Stanley în anii 4, 5 şi 6 de vegetaţie a înflorit bine şi legarea fructelor a fost bună. Perioada de înflorire a fost în corespundere cu condiţiile climaterice ale anului, 10 – 14 anul 2021(primăvară mai rece), de la 8 până la 10 zile anul 2022 și 10-12 anul 2023 (primăvară ploioasă). O acţiune negativă asupra creşterii şi productivităţii, amplasării mugurilor generativi pe lemnul de rod la cais în anul 5 de vegetaţie a avut seceta prelungită aproximativ pe toată perioada de vegetaţie. Condiţiile climaterice din anul 2023 au fost foarte variabile înregistrând temperaturi ridicate şi precipitaţii minime. La începutul perioadei de vegetaţie martie - aprilie cantitatea de precipitaţii a depăşit media multianuală, iar în lunile mai, iunie, august, septembrie a fost sub nivelul mediei multianuale.

Diametrul trunchiului este cel mai stabil şi sensibil indicator, care arată procesele de creştere a pomilor, reflectând obiectiv reacţia lor la condiţiile de mediu şi la procedeele agrotehnice. Grosimea trunchiului (tab. 1) la pomii de cais la soiurile în cercetate, a crescut constant înregistrând un spor de creştere în grosime în 3 ani de vegetaţie de la 2,4 până la 2,6 cm. Rezultatele obţinute ne arată, că puterea de creştere a caisului altoit pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar de soiul Stanley în anii 4, 5 și 6 de vegetaţie este mai mare la soiul de cais cu puterea mai mare de creştere.

Tabelul 1

Grosimea trunchiului a pomilor de cais de diferite soiuri altoite pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley din livada intensivă amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi (anii 2020-2023)

Soiul	Grosimea trunchiului, cm				Sporul de creştere în grosime a trunchiului (2020-2023), cm
	2020	2021	2022	2023	
Spring Blush	7,4	8,8	9,6	9,8	2,4
Pinkcot	7,6	8,7	9,9	10,0	2,4
Big Red	8,3	10,3	10,7	10,9	2,6
$DL_{0,05}$	0,3	0,4	0,6	0,5	

Înălţimea pomilor de cais de soiurile Spring Blush, Pinkcot și Big Red altoiți pe Corcoduș cu intercalar de prun soiul Stanley la sfârşitul anului șase de vegetaţie variază de la 2,71 m până la 3,15 m și depinde în mare măsură de puterea de creştere a soiului (tab. 2). Lăţimea coroanelor pomilor de cais e necesar să ajungă la mărimea distanţei dintre pomi, pentru formarea unui gard fructifer, astfel pomii vor folosi raţional suprafaţa de nutriţie, lumina solară şi alţi factori necesari pentru creşterea şi dezvoltarea lor. Lăţimea medie a coronelor de cais de soiurile Spring Blush, Pinkcot și Big Red altoiți pe Corcoduș cu intercalar de prun soiul Stanley la sfârşitul anului patru de vegetaţie variază între 2,3 - 2,6 m, 2,7 – 2,9 anul 5 de vegetaţie și 2,6 – 2,7 anul șase de vegetație. Valori mai mari a înălţimii şi lăţimii coroanelor pomilor de cais altoiți pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley ne indică, că puterea de creştere a pomilor este mai mare la soiurile cu vigoare mai mare.

Tabelul 2

Caracteristica fitometrică a pomilor de cais de diferite soiuri altoite pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley din livada intensivă amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi (anii 2021-2023)

Soiul	Înălţimea pomilor, m			Lăţimea coroanei, m		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Spring Blush	3,40	3,12	3,02	2,26	2,76	2,65
Pinkcot	3,06	2,91	2,71	2,30	2,70	2,64
Big Red	3,5	3,35	3,15	2,59	2,92	2,72
$DL_{0,05}$	0,20	0,13	0,13	020	0,15	0,11

Lungimea ramurilor anuale este unul din indicii, care arată reacţia pomilor la condiţiile climaterice şi tehnologice de creştere. Condiţiile climaterice a anilor 2021, 2022 şi 2023 au fost diferite. Anul 2021 a avut condiţii favorabile de creştere, umiditate optimală în prima jumătate a anului şi anul 2022 secetă pe tot parcursul anului, anul 2023 secetă în a doua perioadă de vegetaţie. Conform datelor experimentale, lungimea medie a ramurilor anuale la sfârşitul anului 4 de vegetaţie, luând în vedere condiţiile bune de creştere ale anului, este normală şi variază între 64,9 cm la pomii de soiul Pinkcot şi 84,3,0 cm la pomii de soiul Big Red, iar lungimea medie a ramurilor anuale la sfârşitul anului 5 de vegetaţie, luând în vedere condiţiile de secetă ale anului, variază între 30,0 cm şi 47,4 cm, în anul șase de vegetație 39,1 cm la soiul Pinkcot și 51,7 cm la soiul Big Red (tab. 3). Analiza datelor lungimii medii a creșterilor anuale pe anii de cercetare 2021-2023 putem spune că, indici cu valori mai mici a lungimii medii în anii de cercetare s-au înregistrat la soiul Pinkcot cu vigoare mai mică de creștere și indici cu valori mai mari la soiul cu vigoare mai mare de creștere Big Red.

Tabelul 3

Caracteristica fitometrică a pomilor de cais de diferite soiuri altoite pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley din livada intensivă amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi (anii 2021-2023)

Soiul	Numărul creşterilor anuale, buc.			Lungimea însumată a cresterilor anuale, m			Lungimea medie a cresterilor anuale, cm		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Spring Blush	33,2	45,0	28,0	24,7	19,03	13,97	74,5	42,3	49,9
Pinkcot	40,2	49,1	25,4	26,1	14,75	9,93	64,9	30,0	39,1
Big Red	38,3	47,6	31,9	28,5	22,56	16,49	84,3	47,4	51,7
$DL_{0,05}$	1,9	1,9	1,9				3,8	1,16	2,3

Datorită secetei îndelungate în perioada de vegetaţie 2022 şi încărcăturii cu rod lungimea medie a ramurilor anuale la soiul Pinkcot este mică, iar la pomii de soiul Spring Blush şi Big Red este normală. Lungimea ramurilor anuale şi numărul lor are o mare importanţă pentru formarea mugurilor de rod în anul viitor, iar la unele soiuri şi la formarea roadei în anii următori. Lungimea ramurilor anuale depinde în mare măsură de condiţiile pedoclimatice ale anului, încărcătura cu fructe a pomilor, vigoarea de creştere a soiului şi măsurile agrotehnice înfăptuite în plantaţie. Lungimea totală și medie a ramurilor anuale variază în dependenţă de particularităţile biologice ale soiului și portaltoiului şi a fost mai mare la soiul de cais Big Red, care se caracterizează cu o putere de creştere mai mare în comparaţie cu celelalte două soiuri.

Tabelul 4

Legarea fructelor la pomii de cais de diferite soiuri altoite pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley din livada intensivă amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi (anii 2021-2023)

Soiul	Numărul mediu de flori de la un pom, buc.			Numărul mediu de fructe de la un pom, buc.			Legarea fructelor, %		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Spring Blush	343	686	796	93,2	145,5	77,2	27,1	21,2	9,7
Pinkcot	780	791	2398	299,2	220,2	489,2	38,3	27,8	20,4
Big Red	967	897	2409	298,2	191,5	521,0	30,8	21,3	21,3
$DL_{0,05}$	47,21	53,12	74,19	14,3	23,51	15,51			

Datorită faptului, că condițiile naturale în anilor 2021 - 2022 au fost favorabile pentru soiurile de cais timpurii și mijlocii, iar în anul 2023 soiurile de cais milocii și târzii (tab. 4) legarea fructelor este bună şi variază pe variantele de cercetare între 27,1 şi 38,3% în anul 4, 21,2 şi 27,8 % în anul 5 de vegetaţie şi între 9,7 şi 21,3% în anul şase de vegetaţie. Soiul Spring Blush este timpuriu şi înfloreşte printre primii, de-aceia a fost supus în toţi trei ani parţial înghețului. Roada de fructe reprezintă unul din undicii principali în aprecierea influenţei factorilor de mediu şi celor în studiu. Pentru cais anul patru este anul de întrare pe rod. Analizând rezultatele obţinute, constatăm, că masa medie a unui fruct de cais variază nesemnificativ în dependenţă de soi (tab. 5). Roada medie de la un pom se diferenţiază foarte mult pe variantele investigate. Sa constatat, că recolta de fructe de la un pom în anul patru de vegetaţie la soiul Spring Blush este de 7,12 kg, la soiul Pinkcot de 23,49 kg și la soiul Big Red de 22,51 kg. Deci, constatăm, că roada medie de la un pom la soiurile Pinkcot și Big Red este de peste 3 ori mai mare față de soiul Spring Blush. Soiul Spring Blush este un soi cu coacere timpurie și în fazele de înflorire și legare a fructelor au fost condiții climaterice neprielnice de formare a roadei, ce a înfluințat asupra productivității acestui soi. Prețurile mai ridicate la producția timpurie a avut o acțiune pozitivă venitului producătorului. Asemănător a fost şi roada medie de pe un hectar. Roada medie de la un hectar la la soiurile Pinkcot și Big Red este de peste 3 ori mai mare față de soiul Spring Blush. Roada medie de la un hectar este de 4,75 t la soiul Spring Blush, de 15,01 t la soiul Big Red și de 15,67 t la soiul Pinkcot.

Tabelul 5

Productivitatea pomilor de cais de diferite soiuri altoite pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley din livada intensivă amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi

(anii 2021-2023)

Soiul	Numărul mediu de fructe de la un pom, buc.			Masa medie a unui fruct, g.			Roada medie de la un pom, kg.			Roada medie de pe un hectar, t.		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Spring Blush	93,2	145,5	77,2	76,4	74,9	54,8	7,12	10,90	4,23	4,75	7,27	2,82
Pinkcot	299, 2	220,2	489,2	78,5	79,1	59,4	23,49	17,42	29,06	15,67	11,62	19,38
Big Red	298,2	191,5	521,0	75,5	76,3	56,2	22,51	14,61	29,28	15,01	9,74	19,53
$DL_{0,05}$	14,3		23,51	23,51	1,4	1,3	1,2					

Caisul de soiurile Spring Blush, Pinkcot şi Big Red altoit pe Corcoduș cu intercalar de prun soiul Stanley în anului cinci de vegetaţie au rodit bine în primul an de rod. Analizând, rezultatele obţinute, constatăm că masa medie a unui fruct de cais variază nesemnificativ pe soiurile în studiu (tab. 6) şi seceta a acţionat nesemnificativ asupra valorilor ei. Rezultatul obţinut a fost influenţat benefic de răritul fructelor, care sa efectuat la toate soiurile.

Tabelul 6

Componenţa biochimică a fructelor de cais de diferite soiuri altoite pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley din livada intensivă amplasată în s. Balmaz r-nul Anenii Noi (anul 2021)

Soiul	Substanţa uscată, %	Acizi citrici, %	Acidul ascorbic, mg/%	Zahăr , %	Substanţe colorante şi tanante, mg/%
22 iunie					
Spring Blush	9,0	2,22	7,04	3,39	41,57
12 iulie					
Pinkcot	12,8	1,96	5,28	5,96	41,57
Big Red	13,0	1,96	5,28	5,96	41,57

Roada medie de la un pom se diferenţiază pe variantele investigate. S-a constatat, că recolta de fructe de la un pom în anului cinci de vegetaţie la caisul de soiul Spring Blush a fost 10,90 kg, la soiul Pinkcot de 17,42 kg şi la soiul Big Red de 14,61 kg. Deci, asupra mărimii roadei la soiurile de cais în cercetare a acţionat perioada de înflorire, productivitatea biologică a soiului, condiţiile pedoclimatice şi întreţinerea agrotehnică. Asemănător a fost şi roada medie de pe un hectar. Roada medie de la un hectar la caisul de soiul Spring Blush a fost 7,27 t/ha, la soiul Pinkcot de 11,62 t/ha şi la soiul Big Red de 9,74 t/ha. În condiţiile anului 2022 productivitatea soiului Pinkcot este mai mare cu 4,35 t/ha faţă de soiul Spring Blush şi cu 1,88 t/ha faţă de soiul Big Red. S-a constatat, că recolta de fructe de la un pom în anului șase de vegetaţie la caisul de soiul Spring Blush a fost 4,23 kg, la soiul Pinkcot de 29,06 kg şi la soiul Big Red de 29,28 kg. Deci, asupra mărimii roadei la soiurile de cais în cercetare a acţionat perioada de înflorire a soiului şi condiţiile pedoclimatice. Asemănător a fost şi roada medie de pe un hectar. Roada medie de la un hectar la caisul de soiul Spring Blush a fost 2,82 t/ha, la soiul Pinkcot de 19,38 t/ha şi la soiul Big Red de 19,53 t/ha. În condiţiile anului 2023 productivitatea soiului Big Red este mai mare cu 16,71 t/ha faţă de soiul Spring Blush şi cu 0,15 t/ha faţă de soiul Pinkcot.

Analizând componenţa biochimică în fructele de cais observăm, că toţi indicatorii analizaţi sunt în strânsă legătură cu termenul de recoltare şi nu depinde de soi. La fructele recoltate pe data de 22 iunie cantitatea de substanţe uscate era de 9 %, iar în cele recoltate pe data de 12 iulie s-a mărit până la 12,8-13,0%. Conţinutul acizilor citrici a scăzut de la 2,22-1,96 %. Vitamina "C" variază de la 7,04 la 5,28 mg/%, iar conţinutul de zahăr s-a mărit de la 3,39 la 5,96 %. Substanţele colorante şi tanante nu s-au schimbat esenţial (tab. 6).

Concluzii

Rezultatele obţinute ne arată că puterea de creştere a caisului altoit pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar de soiul Stanley în anii 4, 5 şi 6 de vegetaţie este mai mare la soiul de cais cu puterea mai mare de creștere. Valori mai mari a înălţimii şi lăţimii coroanelor pomilor de cais altoiţi pe portaltoiul Corcoduș cu intercalar prun de soiul Stanley ne indică, că puterea de creştere a pomilor este mai mare la soiurile cu vigoare mai mare. Lungimea ramurilor anuale depinde în mare măsură de condiţiile pedoclimatice ale anului, încărcătura cu fructe a pomilor, vigoarea soiului şi măsurile agrotehnice înfăptuite în plantaţie.

Lungimea totală și medie a ramurilor anuale variază în dependenţă de particularităţile biologice ale soiului și portaltoiului şi a fost mai mare la soiul de cais Big Red, care se caracterizează cu o putere de creştere mai mare în comparaţie cu celelalte două soiuri. Lungimea ramurilor anuale depinde în mare măsură de condiţiile pedoclimatice ale anului, încărcătura cu fructe a pomilor şi măsurile agrotehnice înfăptuite în plantaţie.

Numărul de fructe de la un pom şi masa unui fruct variază nesemnificativ şi depinde ţn mare măsură de particularităţile biologice ale soiului şi de cantitatea de fructe lăsată după rărit. Deci, asupra mărimii roadei la soiurile de cais în cercetare a acţionat perioada de înflorire, productivitatea biologică a soiului, condiţiile pedoclimatice şi întreţinerea agrotehnică. Analiza componenţei biochimice în fructele de cais ne arată, că toţi indicatorii analizaţi sunt în strânsă legătură cu termenul de recoltare şi nu depinde de soi.

Notă: Cercetările au fost efectuate în cadrul proiectului „Program de Stat" 20.80009.5107.22 .

Referinţe bibliografice

1. Babuc V. *Pomicultura.* Chişinău, „Tipografia Centrală", 2012, 664 p. ISBN 978-9975-55-067-5.
2. Balan V., Cimpoeş Gh., Barbăroşie M. *Pomicultura*. Chişinău, Museum, 2001, 452 p. ISBN 9975-906-39-7.
3. Brumă S. *Tehnologii ecologice de întreţinere a pomilor fructiferi*. Iaşi, Terra Nostra, 2004, 35 p. ISBN 1584-0735.
4. Grigore M. *Pomicultura ecologică*. Bucureşti, Editura Ceres, 1998, p. 288. ISBN 973-40-0439-5

5. Donică I. *Cercetări şi realizări în pomicultură*. Chişinău, “Tipografia Academiei de Ştiinţe a Moldovei”,2018,404p. ISBN 978-9975-62-414-5.
6. Peşteanu A., Manziuc V., Cumpanici A., şi al., *Producerea caiselor*. Chişinău, Tipogr. “Print Caro”, 2018, 292p. ISBN 978-9975-56-563-9.634.21.

UDC: 631.453:633 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.102

DETECTION OF HEAVY METALS IN SOIL TO DETERMINE PHOSPHORUS AND POTASSIUM LEVELS

Holomb Lyudmila[1], *https://orcid.org/0000-0003-1864-4122*
Vakerych Mykhailo[1,2,*], *https://orcid.org/0000-0002-3268-7797*
Hasynets Yaroslava[1], *https://orcid.org/0000-0003-4325-4695*
Schwartau Victor[3], *https://orcid.org/0000-0001-7402-5559*
[1]*Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine*
[2]*Transcarpathian Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Uzhhorod, Ukraine*
[3]*Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
**e-mail: mykhailo.vakerich@uzhnu.edu.ua*

Summary. The presence of heavy metals in the soil can significantly affect the formation of available levels of the main macronutrients, in particular, phosphorus and potassium. This dependence is used in modern technologies for determining the content of phosphorus and potassium in soils, for example, based on the rapid determination of gamma irradiation of K40, U238, Th232, Cs237. These interactions are influenced by several factors, including soil properties, heavy metal concentrations, and plant species. Understanding these interactions is essential for effective soil management, environmental protection, and increasing the productivity of agrophytocenoses. The use of these technologies enables the development of highly sensitive methods for rapid assessment of phosphorus and potassium in soils and for regular soil monitoring to mitigate the negative effects of heavy metals in agrophytocenoses and to ensure balanced nutrient availability for plants.

Keywords: heavy metals, phosphorus, potassium, cultivation technologies.

One of the current threats is the contamination of ecosystems and their components with heavy metals (HMs). HMs are characterized by high toxicity, mobility and bioaccumulation capacity [1-3]. The HMs group is usually represented by transition elements, metalloids, and lanthanide actinides, which are toxic even in minimal concentrations [4]. Of all the inorganic elements found in nature, 53 are classified as HMs. Beyond the "classical" understanding of the toxic effects of HMs [5, 6], their content in soils can affect the formation of phosphorus and potassium pools available to plants. The study of these interactions is important for the management of soil fertility, ecosystem stability and crop production in general. As for the mechanisms that can be implemented in the implementation of these technologies, they can be described as follows.

HMs such as lead (Pb), cadmium (Cd) and zinc (Zn) can form insoluble complexes with phosphate in the soil, resulting in phosphorus fixation and reduced availability to plants. These complexes can precipitate out of the soil solution, making phosphorus less available for plant uptake.

Soil pH affects the solubility of both phosphorus and HMs. In acidic soils, HMs tend to be more soluble, which can increase their interaction with phosphorus and reduce phosphorus availability. In alkaline soils, phosphorus tends to precipitate with calcium, which can also be affected by the presence of HMs.

HMs can compete with phosphorus for adsorption sites on soil particles. For example, high concentrations of HMs can displace phosphorus from adsorption sites, resulting in increased phosphorus leaching and a corresponding decrease in phosphorus availability to plants.

Potassium availability is influenced by the cation exchange capacity of the soil. HMs such as copper (Cu), nickel (Ni) and cadmium (Cd) can compete with potassium for exchange sites on soil

colloids, with a corresponding decrease in the concentration of exchangeable potassium available for plant uptake.

HMs contamination can affect soil structure and lead to soil compaction, which can affect the availability and movement of potassium in the soil. Compacted soils can inhibit root growth and limit plant access to potassium.

Certain HMs can have an antagonistic effect on potassium uptake. For example, excess zinc (Zn) or copper (Cu) can interfere with plant uptake of potassium, resulting in a potassium deficiency even if the soil has adequate potassium.

The presence of HMs in the soil can have both synergistic and antagonistic effects on the availability and uptake of phosphorus and potassium. The specific manifestations of the interaction depend on the types and concentrations of HMs, soil properties, and plant species.

HMs contamination can cause nutrient imbalances in plants. For example, reduced availability of phosphorus and potassium can affect plant growth, development, and stress tolerance. Plants may also alter their nutrient uptake patterns in response to HMs stress, further complicating the relationship between HMs and soil nutrient levels.

Plants have evolved numerous mechanisms to detoxify HMs and mitigate their effects on nutrient uptake. For example, plants can produce chelating substances such as phytochelatins and organic acids that can bind HMs and reduce their toxicity. These mechanisms can also affect the availability and mobility of phosphorus and potassium in the soil.

The use of organic fertilizers, such as lime and phosphate fertilizers, can help mitigate the negative effects of HMs on the availability of phosphorus and potassium. Organic matter can improve soil structure, increase cation exchange capacity, and enhance the binding of HMs, reducing their availability and toxicity.

The use of plants capable of accumulating HMs (hyperaccumulators) can help remediate contaminated soils and reduce the negative impact on phosphorus and potassium availability. These plants can absorb HMs and store them in their tissues, thereby reducing the concentration of HMs in the soil.

Regular soil testing and monitoring can help assess the levels of HMs, phosphorus and potassium in the soil. This information can be used to make informed decisions about soil management practices, fertilization, and remediation strategies based on the indirect determination of phosphorus and potassium in soils. For example, it is possible to determine potassium content by detecting a range of HMs, uranium-238, etc. Uranium-238 (U-238) is a naturally occurring radioactive isotope of uranium. The relationship between U-238 and potassium content in soil can be considered from geological, geochemical and environmental points of view. Soils formed by granite and other igneous rocks often contain high levels of uranium and potassium. These rocks typically contain minerals such as feldspar, mica, and other potassium minerals, as well as uranium minerals such as uraninite. Uranium may also be associated with phosphate minerals in sedimentary rocks. These phosphate deposits can also contain significant amounts of potassium. Both uranium and potassium can be mobilized under similar geochemical conditions. For example, in oxidizing environments, uranium can form soluble uranyl complexes that can be transported by groundwater. Potassium, as a soluble ion, is also easily mobilized under such conditions. Clay minerals in the soil, which often have a high cation exchange capacity, can adsorb both uranium and potassium. Therefore, the presence of clay minerals may correlate with increased levels of both elements. The composition of the soil parent material is a factor that determines the concentration of both uranium and potassium. Soils formed from uranium-rich rocks will naturally have higher uranium levels, which may also correlate with potassium levels if the parent rock is rich in potassium-containing minerals. Soil pH can affect the mobility and availability of both uranium and potassium. Acidic soils can increase uranium availability, while neutral or slightly alkaline conditions can increase potassium availability. Reducing conditions in the soil can cause uranium to precipitate as insoluble minerals, while oxidizing conditions can mobilize uranium. Potassium, as the major cation, is less dependent on redox conditions, but its availability can be affected by soil moisture and other factors that also affect uranium mobility. Phosphate fertilizers, often derived from phosphorites, may

contain detectable amounts of uranium. The use of these fertilizers can result in uranium leaching into agricultural soils. These fertilizers may also contain potassium, which contributes to the direct relationship between uranium and potassium in fertilized soils. Uranium mining and processing can result in elevated uranium levels in nearby soils. Potassium levels can also be altered if potassium-containing minerals are present in the mined materials. Industrial activities, including coal combustion and metal processing, can result in the release of both uranium and potassium into the environment, potentially leading to a correlation between their concentrations in soil. Thus, the correlation between U-238 and potassium in soils is influenced by several factors, including the geological origin of the soil, geochemical behavior, environmental conditions, and human activities.

For example, the presence of HMs in soil can significantly affect the availability and uptake of essential nutrients such as phosphorus and potassium. These interactions are complex and depend on a variety of factors, including soil properties, HMs concentrations and plant species. Understanding these relationships is critical for effective soil management, crop production and environmental protection. Appropriate soil amendments, phytoremediation methods and regular soil monitoring can help mitigate the negative effects of HMs and ensure balanced nutrient availability for plant growth and development. The dependencies described above are used in modern technologies for determining the content of phosphorus and potassium in soils, for example, based on the rapid determination of gamma irradiation of K40, U238, Th232, Cs237 and calibration of the results according to the data of classical laboratory studies of agrochemical soil diagnostics allows to achieve high resolution for determining phosphorus, potassium, etc. and to manage the parameters of field productivity zones and potential soil fertility [https://www.syngenta.com/en/innovation-agriculture/interra-scan].

This approach can produce high-resolution cenosis maps with up to 27 layers of information for grain producers. The use of gamma detection data provides high-resolution mapping of nutrient content, pH, soil texture, organic matter, carbon and cation exchange, as well as elevation and water available to plants. The importance of this approach is that it is unaffected by soil moisture, compaction, vegetation cover, tillage, etc. This approach determines the organic and active carbon in the soil. This makes it possible to adapt farming systems with corresponding long-term benefits for soil fertility. Fertile soils can not only improve food production, but also mitigate climate change. They play an important role as natural carbon sinks.

Other approaches use satellite-based methods and algorithms to quantify changes in soil carbon and other nutrients, or intensive sampling methods to minimize measurement error. Each of these methods still requires significant time and money for laboratory soil analysis [7].

Conclusions

The content of HMs in soils can influence the formation of phosphorus and potassium pools available to plants. This dependence is used in modern technologies for determining the content of phosphorus and potassium in soils, for example, based on the rapid determination of gamma irradiation of K40, U238, Th232, Cs237 and calibration of the results based on the data of classical laboratory studies of agrochemical soil diagnostics, which allows high resolution in determining phosphorus, potassium, etc. and managing the parameters of field productivity zones and potential soil fertility.

The study of these interactions is important for the management of soil fertility, ecosystem stability and crop production in general. Understanding these relationships requires comprehensive soil sampling and analysis, taking into account both natural and anthropogenic influences. By studying the relationship between HMs and micronutrients such as phosphorus and potassium in soils, we can gain insight into soil formation processes, nutrient availability, potential environmental impacts, and create agrophytocenoses with high levels of productivity.

References

1. Shahzad A., Zahra, A, Li, H. Y., Qin M., Wu, H., Wen, M. Q., Ali, M., Iqbal Y., Xie, Sh. H., Sattar, Sh., Zafar, S. Modern perspectives of heavy metals alleviation from oil contaminated soil. In: *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2024 Volume 282, 116698. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116698
2. Hussain, A., Saifullah, Komal, L., Arshad, B., Kashif, M., Afzal, M., Shaheen, A., & Aslam, S. Recent advances and novel strategies to combat biotic and abiotic stresses in plants with hydroponic technology. In: *Saudi J Pathol Microbiol*. 2021, 6(10), 342-346. DOI:10.36348/sjpm.2021.v06i10.003.
3. Riyazuddin, R., Nisha, N., Singh, K., Verma R., & Gupta, R. Involvement of dehydrin proteins in mitigating the negative effects of drought stress in plants. In: *Plant Cell Reports*. 2022, 41, 519–533. DOI: 10.1007/s00299-021-02720-6.
4. Qian, R., Li, Y., Liu, Y., Sun, N., Liu, L., Lin, X., & Sun, Ch. Integrated transcriptomic and metabolomic analysis reveals the potential mechanisms underlying indium-induced inhibition of root elongation in wheat plants.In: *Science of The Total Environment*. 2024, 908, 168477. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168477.
5. Rebello, R. J., Oing, C., Knudsen, K. E., Loeb, S., Johnson, D. C., Reiter, R. E., Gillessen, S., Van der Kwast, T., & Bristow, R. G. Prostate cancer. In: *Nature reviews. Disease primers*. 2021, *7*(1), 9. https://doi.org/10.1038/s41572-020-00243-0.
6. Kosakivska, I. V., Vasiuk, V. A., Voitenko, L. V., & Shcherbatiuk, M. M. Hormonal system of plants under the action of heavy metals. Monograph. Kyiv, 2022, 176 p.
7. Zozulya O.L., Schwartau V.V., Mykhalska L.M., Kovel O.L., Hnatienko H.M., Snityuk V.E., Domrachev V.M., & Tmenova N.P. Modern methods of digital monitoring in crop production. Monograph. Kyiv, 20

UDC: 632.937:632.76:633.491 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.103

METHODS FOR DETERMINING MIGRATORY ACTIVITY AND FINDING ABILITY OF *Perillus bioculatus*

Holub Yevheniia*, *https://orcid.org/0000-0002-3415-4193*
Markina Tetiana, *https://orcid.org/0000-0002-6313-9814*
Barkar Vitaly, *https://orcid.org/0000-0002-0965-9755*
Engineering and Technological Institute "Biotekhnika" of NAAS of Ukraine, Odesa, Ukraine
** e-mail: eva.golub.1979@ukr.net*

Summary. The analysis of the regularities of larval migration activity of different age groups and the finding ability of Perillus bioculatus imago using specially constructed devices. It was found that with age and size, the speed of insect movement increases. The general seeking ability and its level by chemotaxis were determined. It is shown that the specific seeking ability proved to be more effective; its level, compared to the general value of this indicator, was 10 % higher and accounted for 26 % per day.

Keywords: predatory bug, Perillus, colorado potato beetle, potato farming, migration activity, search ability, chemotaxis.

Introduction

The annual loss of potato yields due to damage by one of the most dangerous pests of Solanaceae, the Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata Say, 1824), can range from 25 to 50%. First of all, its harmfulness is increased due to the high resistance to the use of insecticides of chemical origin of any class [1, 2, 3, 4]. This resistance was first discovered in the beetle in 1952 against DDT [1].

Huge amounts of money are spent every year to protect potatoes from this pest. In addition, the use of a large number of chemical pesticides increases the chemical pollution in the ecosystem and, as a result, can have a toxic effect on the human body [5, 6]. Therefore, research related to the use of environmentally friendly biological methods of protecting potatoes from the Colorado potato beetle, especially in farms working on organic farming principles, is relevant both in theory and practice.

One of the most effective means of biological control of the Colorado potato beetle population is the use of entomophages - its natural enemies. In particular, one of the most promising natural entomophages is the predatory bug from the family Pentatomidae (scale insects) (*Perillus bioculatus Fabr*., 1775). This predator is oligophagous and can prey on larvae from several species of insects, but prefers the *Colorado potato beetle* in its diet [7]. Practical use of *P. bioculatus* in most areas of the current range of the *Colorado potato beetle* is possible through mass releases of the entomophage at the beginning of the egg-laying period. For the widespread use of mass production of perilla, it is necessary to develop an industrial technology for its mass breeding. Currently, this species has become acclimatised in southern Ukraine, which provides great opportunities for creating conditions for its reproduction in natural conditions of horizontal and vertical introduction of the predator, and therefore the development of its breeding technology is very important.

The successful introduction of *P. bioculatus* into agrocenoses, especially in greenhouses, requires the use of adult insects with high biological parameters, one of the most important being their migratory activity and seeking ability. These indicators are closely related to the predatory qualities of insects at the adult stage, and therefore are of significant importance in the selection of biomaterial for use in agrocenoses. That is why the purpose of the presented research was to develop methods for studying the migration activity and search ability of *P. bioculatus*.

Materials and methods

An unoptimised population of the bug *P. bioculatus* was used as a study material. To study the migratory activity and search ability of insects, special devices developed at the Engineering and Technological Institute "Biotekhnika" of the National Academy of Sciences of Ukraine were used.

Results and discussions

The migration activity of *P. bioculatus* was determined using the developed experimental field (Fig. 1), which is a sheet of white paper 1200 mm × 1200 mm in size with seven concentric circles drawn in pencil. The sheet is attached to a carton board to provide a flat surface with a radius of 10 mm (1 circle) to 610 mm (seventh circle). To determine the direction of movement, the device is divided into 4 sectors – А, Б, В, Г. The presence of the rings allows us to determine the distance from the release point that the larva travels over a certain period of time.

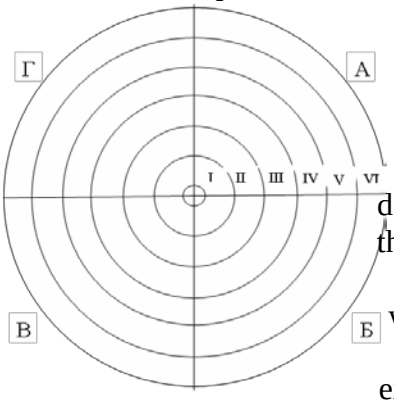


Figure 1. Experimental field for determining the migration activity of *P. bioculatus* larvae

The experiments used the “black box” method, i.e., the location of insects was determined after a certain period of time, despite the change in the direction of their movement during this period.

The migration activity of second and third instar larvae was determined. For this purpose, 10 larvae of the same age and taken from the same cage were placed in the central circle and after 30 seconds the number of larvae at different distances from the place of their release was counted. It was determined that the south-north direction does not significantly affect the movement of larvae. As a result of the experiment, it was noted that with increasing age and size, the speed of movement of insects increases. Thus, 35 % of the larvae of the third age group covered a distance of more than 500 mm in 30 seconds (Fig. 2). 60% of the larvae of the 2nd age group covered a distance of more than 300 mm during this period (Fig. 3).

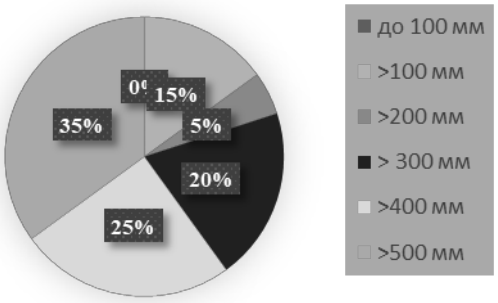


Figure 2. Migration activity of larvae *P. bioculatus* age 3

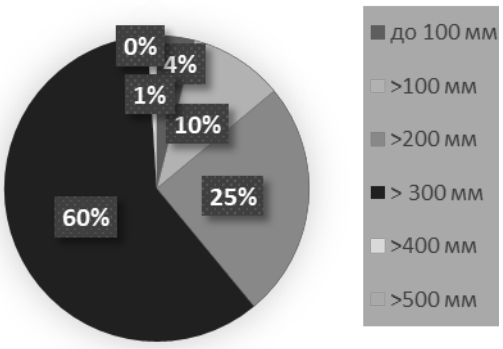


Figure 3. Migration activity of larvae *P. bioculatus* age 2

The predator's seeking ability is based primarily on the phenomenon of chemotaxis. There is evidence that a bug can not visually identify a victim at a distance of more than 5 cm. In looking for prey, it reacts to chemicals released by plants damaged by the larvae of the Colorado potato beetle [8].

To determine the search activity of imago, a special device was created, which is a 500 ml rounded transparent plastic container with six transparent flexible tubes with an inner diameter of 8 mm, which open at opposite ends into 260 ml receiver containers with different types of feed for the phytophagous: 1) control - without feed, 2) larvae of the *Colorado potato beetle* with potato leaves,

3) larvae of the *Colorado potato beetle*, 4) *Colorado potato beetle* imago with potato leaves, 5) imago of the *Colorado potato beetle*, 6) flour moth (*Ephestia kuehniella*) larvae (Fig.4, 5).

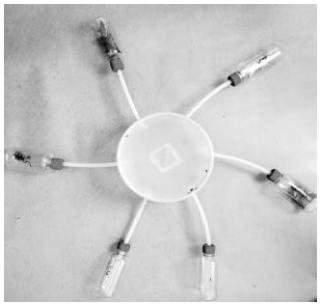
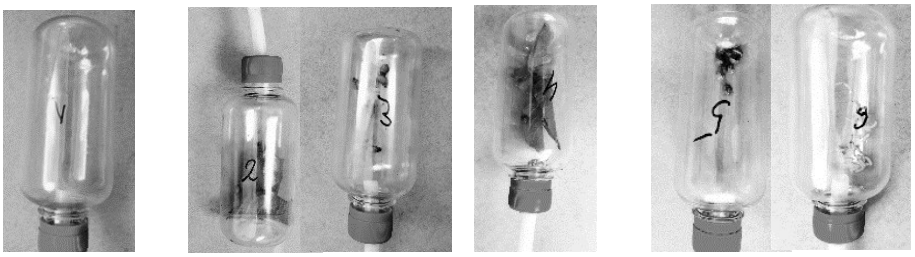


Figure 4. Equipment for determining the search ability of adults *P. bioculatus*



1 2 3 4 5 6

Figure 5. Receiving tanks with different types of feed

Thirty imago *P. bioculatus* were placed in a distillation tank. After a day, the number of bugs that got into the receiving containers was counted. In this experiment, 21 and 27% of predators were found in containers with imago and larvae of the Colorado potato beetle with the addition of potatoes, respectively. In the containers with pests without potatoes and in the control variant, the indicators did not differ significantly - 10 and 12 % (Fig. 6).

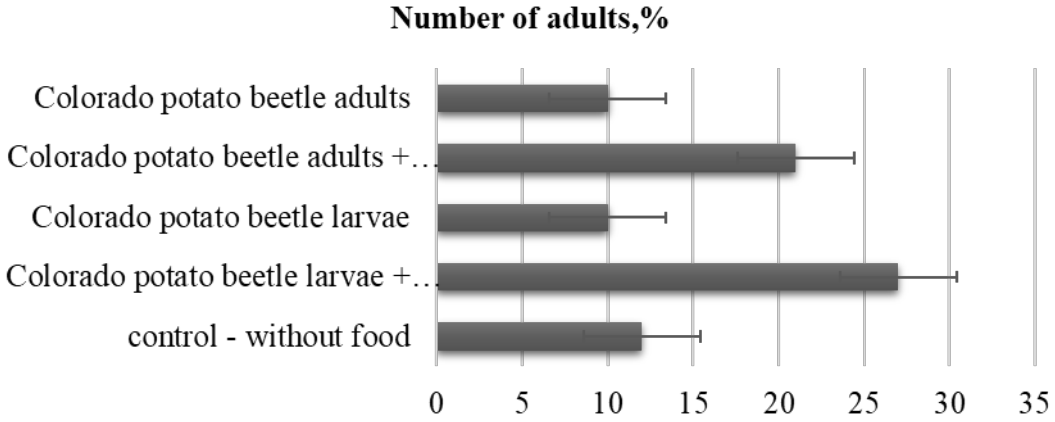


Figure 6. Study of the search ability of adults *Perillus bioculatus*

As a result of the experiment, the general and specific (by chemotaxis to potato leaves damaged by a pest) seeking ability of the non-optimised population was established, which in the first case was about 16 % per day, and in the second case was significantly higher and reached 26 % per day.

Conclusions

Using the devices created by the Research Department of Industrial Entomology of ITI 'Biotechnics', the peculiarities of the search ability of imago and the migratory activity of larvae in different age groups of *Perillus bioculatus* were investigated. The experiments revealed a direct correlation between the growth of larval weight and age and their movement speed. Thus, during the same period of time (30 seconds), the majority of larvae of the 3rd generation (35 %) covered a distance of more than 500 mm, while in the second age group, the vast majority of individuals (60 %) were able to cover a distance of only 300 mm. The study of the seeking ability of the predator showed that the phenomenon of chemotaxis (specific seeking ability) plays a significant role in increasing the efficiency of this indicator - in seeking prey, it reacts to chemicals released by plants damaged by the larvae of the Colorado potato beetle. In the studies presented here, specific seeking ability significantly outperformed general seeking ability by a difference of 10%.

Using the devices created by the Research Department of Industrial Entomology of ITI 'Biotechnics', the peculiarities of the search ability of imago and the migratory activity of larvae in different age groups of *Perillus bioculatus* were investigated.

References

1. Almady S., Khelifi M., Beaudoin M.*P*. Control of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), Using Predator Insects Released by a Mechanical Prototype. Journal of Environmental Science and Engineering. Volume 1, Number 11, November 2012. PP 1279 – 1287.
2. Rinkevich F. D., Cathy Su., Lazo T. A., Hawthorne D.J., Tingey W.M., Naimov S., Scott J.G. Multiple evolutionary origins of knockdown resistance (kdr) in pyrethroid-resistant Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Pesticide Biochemistry and Physiology. 2012. 104. P.192–200.
3. Wegorek P. Insecticide resistance management strategy for Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Poland. *Resistant Pest* Management Newsletter. 2002. 11(2). P. 22–30.
4. Alyokhin A., Dively G., Patterson M., Castaldo C., Rogers D., Mahoney M., Wollam J. Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. Pest Manag Sci. 2007, 63(1) P. 32–41.
5. Coudron T. A., Kim Y. Life History and Cost Analysis for Continuous Rearing of *Perillus bioculatus* (Heteroptera: Pentatomidae) on aoophytogenous Artificial Diet. Journal of Economic Entomology. 2004 Vol. 97, No. 3. P. 807-812.
6. Adams T.S., Filipi P.A., Shu-Xia Yi. Effect of age, diet, diapause and juvenile hormone on oogenesis and the amount of vitellogenin and vitellin in the twospotted stink bug, *Perillus bioculatus* (Heteroptera: pentatomidae) Journal of Insect Physiology. 2002. 48. P. 477–486
7. Babenko A.S., Shternshis M.V., Andreeva I.V., Tomilova O.G., Korobov V.A. Entomophage in plant protection. Novosibirsk. 2001. 205 p. (in Russian)
8. Van Loon J.J.A, De Vos E.W., Dicke M. Orientation behaviour of the predatory hemipteran *Perillus bioculatus* to plant and prey odours. Entomologia Experimentalis et Applicata. 2000.96. P. 51–58.

UDC: 632.22:632.782 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.104

SPECIA NOUĂ DE ENCYRTID PARAZIT AL PĂDUCHELUI PUFOS (*Pseudococcus* sp.) LA PRUN ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Iordosopol Elena, https://ordcid.org/ 0000-0003-3492-8045
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: iordosopol@yahoo.com*

Summary. The paper presents the results of the study of the regulatory complex of the mealybugs species of the genus *Pseudococcus*, which overwinters in the trap belts of the plum crop. It was established that in the adult stage it is parasitized by 5 species of parasites, among them 3 encyrtids, 1 megaspilid and 1 sygniphorid. The highest number of females parasitized by *Stemmatosteres bochemicus* was recorded in the belts influenced by the apple culture adjacent to the plum. The sex ratio (♀:♂) of the polyembryonic parasite population analyzed was 2:1.

Keywords: plum, parasites, eclosions, sexration, eggs, *Stemmatosteres bohemicus*, the trap belts.

Introducere

Cultura prunului în fauna mondială este populată pe lângă speciile de păduchi țestoși, păduchi țestoși falși, chermeși și de păduchii pufoși, așa ca: *Phenacoccus ussuriensis* Borchs., *P. aceris* Sign., *P. mespili* Sign., *P. polyphagus* Borshs., *P. maritimus* Ehrh., *P. tataricus* Matesova, *Pseudococcus gahami* Green, *P comstocki* Kuw. și *P. pacificus* Borshs., care la rândul lor sunt polifagi.

Speciile de coccide prin atacul lor pe plante duc la schimbări patologice în plantă și prin urmare a căderii premature a frunzelor și fructelor, cât și la uscarea unor ramuri și lăstari, ori la pierea totală a plantei. Controlul biologic a lor este posibil, însă este necesar de a precăuta perioadele vulnerabile ale lor.

Este cunoscut că în procesul dezvoltării lor elimină o cantitate enormă de zaharuri, care sunt colectate de furnici, care la rândul lor sunt și o pază de corp, astfel blocând parazitarea sau prădare lor de speciile de prădători și paraziți. În baza acestor zaharuri se dezvoltă și ciupercile saprofite, care formează o pâslă neagră pe toate organele generative ale plantelor, astfel violează procesele de asimilare și agravează aspectul plantelor [Antoniuc et al., 1973].

Actualmente restricții în țară sunt doar pentru pătrunderea speciei de dăunător polifag *Icerya purcasi* Mask. (*Monophlebidae*). Au rămas în umbră speciile *Psedoccocus comstocki* Kuw., *P. gahani* Green. și *P. citriculus* Green [Vrediteli țitrusovîh culitur, 1970].

Genul *Pseudococcus* este reprezentat în fauna zonei palearctice de un număr de 8 specii, iar genul Phenoccocus - 4 specii. Este de menționat faptul că, în vecinătate (Ucraina) se cunosc un număr de 200 specii, dintre care doar 80 sunt dăunători ai plantelor. Specia de *Pseudococcus comstocki* a fost notată ca specie invazivă, însă a rămas ca obiect de carantină internă. Pentru reglarea lui s-a introdus parazitului *Pseudaphychus malinus* și a fost utilizat pe larg ca metodă biologică de luptă [Timuș, 2015].

În practica protecției plantelor este cunoscut că principalii reglatori ai păduchilor pseudococcizi sunt speciile reprezentanți ai familiei Encyrtidae. În fauna mondială familia are un număr de peste 2900 specii din peste 504 genuri, în zona palearctică peste 500 specii din peste 130 genuri, iar pentru Republica Moldova s-au notat peste 120 specii din peste 80 genuri [Trjapitzin, 1989]. Printre speciile parazite se întâlnesc și unele specii din genul *Microterys* prădătoare de ouă a păduchilor țestoși [Sugoniaev, 1984]. În sânul familiei Encyrtidae se întâlnesc genuri aptere așa ca: *Quadrecyrtus, Dinocarsis, Rhopus, Brachyencyrtus, Metanotalia, Aglyptus, Aphyculus, Penichrus, Semen, Ectoma, Baeocharis, Choreia, Mira, Echthroplexiella* și *Pezaphychus*. Colecția entomologic-practică a laboratorului de Entomologie și Biocenologie a IGFPP a USM pune la dispoziție doar 66 specii din 46 genuri, iar din genurile aptere doar 3 specii.

Materiale și metode

În procesul investigărilor pentru detectarea speciilor de dăunători plecați spre hibernare s-au utilizat brâiele capcană montate din jumătate a doua a lunii iunie a anului 2023 și extrase din plantația de prun în luna februarie a anului 2024. Brâiele au fost extrase în luna februarie când au fost destul de umede, astfel a fost mai ușor de separat gofra de pereții brâului. Ulterior ele au fost introduse în pungi (pentru păstrarea pâini) și amplasate în frigider cu temperaturi de până la +5°C. Analiza lor s-a efectuat prin numărarea formațiunilor pufoase albe per 1 centimetru pătrat și prin extragerea mumiilor de păduchi parazitați de paraziții monoembrionl și poliembrional (Figura 1).

Expunerea la zbor a parazitului s-a efectuat prin introducerea în eprubete Ulinguta căptușite cu bumbac în condiții necontrolate de laborator cu varieri ale temperaturii de la +10 - 15°C. Prin urmare, zborul a avut loc eșalonat (fig. 2.3 și 2.4), iar pentru a obține divizarea de sex a indivizilor colectați prin intermediul exhaustorului (fig. 2.1) s-a administrat siropul de miere și apă de 5%. După divizarea după sex indivizii au fost lansați înapoi în plantația de prun.

Diagnozarea speciilor atât de dăunător cât și de paraziți s-a realizat prin obținerea de micropreparatelor temporare în soluție de acid lactic alimentar. Diagnozarea sa realizat după ghidurile clasice [Trjapitzin, 1989; 1978; Erdős, 1964; Danzig, 1964; Borhenius, 1963].

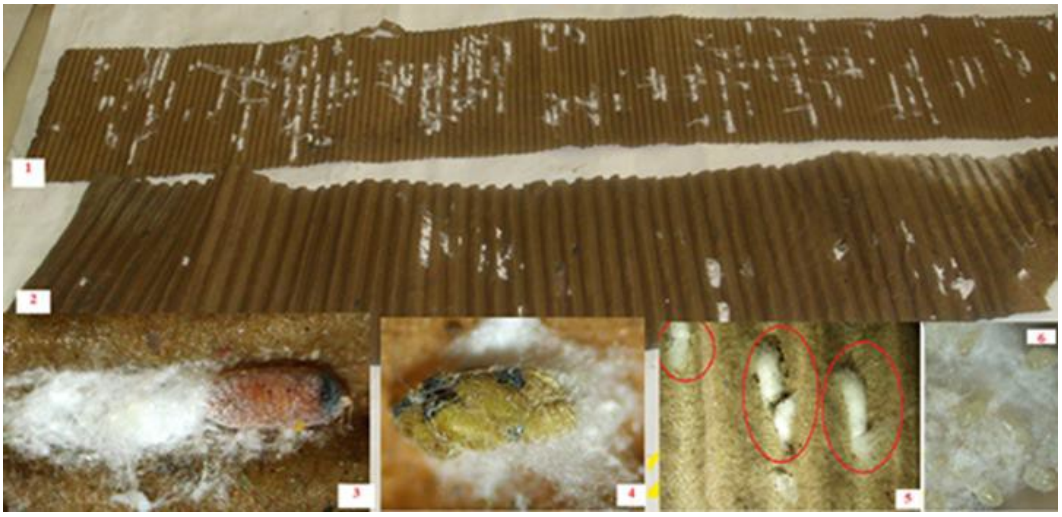


Figura 1. Ponte de pseudocooccid și paraziți lor mono și poliembrionali: 1 și 2 – ponte ale dăunătorului în două tipuri de hârtie gofrată; 3 – pupa de parazit monoembrional; 4 - pupele de parazit poliembrional; 5 și 6 aspectul unei ponte și ouăle în ea



Figura 2. Ecluzarea și colectarea paraziților: 1 – colectarea pentru hrănire; 2 și 3 – zborul în procesul ecluzării

Rezultate în discuții

Analiza brâielor capcană a scos în evidență rezerva destul de mare a speciei de păduche pufos *Pseudococcus* sp., care a fost observat și în perioada estivală a anului 2022 pe ramurile de prun a soiului Angeleno. În acest scop s-a determinat potențialul hibernat al dăunătorului, unde în rezultatul dezgolirii formațiunilor pufoase s-au găsit femele parazitate înainte de a depune ouă și în procesul de depunere a ouălor. Prin urmare, formațiunile de mărimi mai mici au fost populate de larve, care ulterior s-au transformat în masculi de o culoare sur fumurie.

Femelele parazitate au fost extrase din formațiuni (cu ouă și fără) și ulterior expuse pentru zbor individual. Începutul zborului paraziților s-a notat în data de 26 februarie și a durat până în 15 mai. Primii indivizi zburat au fost ai speciei poliembrionale diagnozate ca *Stemmatosteres bohemicus* Hffr. [Erdős, 1964]. În prima zi de zbor indivizii au fost mai complicat de divizat după sex, având în vedere, că au aceleași mărimi și ovipozitorul femelei este slab dezvoltat (fig. 3.1 și 3.2). Numărul total de indivizi analizați a fost de 234 dintre care 150 femele și 84 masculi. În rezultat, raportul de sex (♀:♂) al speciei de parazit *S. bohemicus* a fost în medie pe plantația de prun de 2:1. Cel mai mare raport s-a notat în parcela doi. Prin urmare, cel mai mare număr de indivizi a fost a parazitului *S. bohemicus*. Menționăm faptul că specia dată este de origine nord americană, în Europa fost notată în Ungaria în anul 1964.

Din acest gen în fauna mondială se cunosc până la moment doar 4 specii: *S. apterus* parazit al *Pseudococcus timberlakei, S. primus* parazit al pseudococcidului foliar al gramineelor *Antonina graminis, S. bohemicus* din *Pseudococcus timberlakei, S. quirinus* și S. *kuchari* parazit al psedococcidului citrușilor.

Speciile de paraziți monoembrionali au fost reprezentați de encyrtidele *Leptomastix dactylopii*, *Microterys* sp. (fig. 3.4 și 3.5), de megaspilidul *Dendrocerus sp*. (fig. 3.3) și signiphoridul *Chartocerus* sp., (fig. 3.6) în cantități neînsemnate și cu un zbor scurt și tardiv.
Specia *L. dactylopii* [Al-Shami and Qureshi, 2023] poate fi încadrată ca și *S. bohemicus* în specie invazivă, având în vedere că este o specie de origine sud americană și africană. Din acest gen în țară a fost notată *L. flava* și *L. histrio* (ultima specie se găsește în colecția IGFPP).



Figura 3. Specii de paraziti: monoembrionali (3, 4, 5, 6): 3 – megaspildul *Dendrocerus* sp., 4 – *Leptomastix dactylopii*, 5 – *Microterys* sp., 6 – hiperparazitul *Chartocerus* sp. (Signiphoridae) și encirtidul invaziv poliembrional *Stemmatosteres* sp.:
1 – femela apteră și 2 – masculul proaspăt ecluzat

În cazul nostru, o altă specie monoembrională a fost diagnosticată ca reprezentant al genul *Microterys*. Prin urmare, genul *Microterys* în fauna țării este reprezentată de 9 specii (în colecție - 5).

Analiza răspândirii dăunătorului și a prădătorului în plantația de prun a scos în evidență faptul că cel mai afectate au fost pomii adiacenți cu cultura mărului.

Concluzii

Investigările în condițiile climatice ale anului a scos în evidență 3 specii de paraziți ai pseudococidului găsit la prun. Conform brâielor capcană densitatea populației constată din formațiuni pufoase pline cu ouă a fost ce mai înaltă în brâiele adiacente culturii de prun.

Populația pseudococcidului a fost reglat în mare măsură de parazitul polirembrionali *Stemmatosteres bohemicus* găsit în premieră în țară. Raportul de sex (♀:♂) al populației de parazit a fost de 2:1.

Specia de parazit monoembrională *Leptomastix dactylopii* a fost în cantități mai mici și la fel poate fi considerată ca specie invazivă.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011103 *„Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Erdős, József (1964) Fémfürkészek III. = Chalcidoidea III. Magyarország állatvilága - Fauna Hungariae, 12 (73). Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 4 92.
2. Hoffer, A. (1954) Encyrtidae nasich státních prírodních reservací II. (*Encyrtidae* (*Hymenoptera - Chalcidoidea*, quae in reservationibus naturae in Czechoslovakia occurunt. Pars II.), Joorbook: Ochrana Prírody Volume: IX(6) P: 169-173
3. Šedivý Josef (ed.) (1989) Check List of Czechoslovak Insects III (*Hymenoptera*). Acta faun. ent. Mus. Nat. Pragae, 19: 6, p. 194.
4. Salman Al-Shami, Jawwad A. Qureshi. (2023) *Leptomastix dactylopii* Howard (*Hymenoptera: Encyrtidae*): parasitoid of mealybugs (*Hemiptera: Pseudococcidae*) EENY-807, 2/2024
5. Timuș A., Toderaș I., Croitoru N. (2015). Entomofauna alogenă invazivă din Republica Moldova (fișe fitosanitare entomologice), Chișinău, pag. 89.
6. Yoshimoto C. M. (1972). A new species of the genus S*temmatosteres* (*Encyrtidae: Chalcidoidea*). The Canadian Entomolgist, Volume 104, Issue, 11 November, pp. -1837-1839
7. Антонюк С., Арешников Б., Васильев В. и другие (26 авторов) (1973). Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений, том 1, изд. «Урожай» Киев, 308 с.
8. Борхениус Н. С. (1963). Практический определитель кокцид (*Coccoidea*) культурных растений и лесных пород СССР. Изд.АНСССР, Москва- Ленинград, стр. 87-89.
9. Вредители цитрусовых культур. (1970). / In: Справочник по карантинным и другим опасным вредителям, болезням и сорным растениям. Из. «Колос», М., стр. 78-89.
10. Данциг Е. М. (1964). Подотряд Coccinea – Кокциды, или червецы и щитовки. / In: Определитель насекомых Европейской части СССР, том первый, , стр. 617-654.
11. Рубцов и. А. (1954). Естественные враги ложнощитовок и подушечниц в фауне СССР и задачи их использовния. /In: Труды всесоюзного энтомол. общества, том 44, стр. 202-239.
12. Сугоняев Е. С. (1984). Хальциды (*Heminoptera, Chalcidoidea*) - паразиты щитовок (Homoptera, Coccoidea) фауны СССР. Комплексная исследование хозяйно-паразитных систем у насекомых. Изд. Наука, Ленин., стр. 206-220.
13. Тряпицын В. А. (1978). Семейство Encyrtidae - Энциртиды. / In: Определитель насекомых Европейской части СССР, том III, Перепончатокрылые, часть вторая, Ленинград, стр. 295.
14. Тряпицын.В. А. (1989). Наездники-энциртиды (Hymenoptera, Encyridae) Палеарктики. вып. 158. Л.: Наука, Ленинградское отделение (Зоол. ин-том АН СССР). - 489 с.

UDC: 632.7:634.22 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.105

STUDIUL LEGĂTURILOR TROFICE ȘI VORACITATEA PRĂDĂTORULUI *Amphiareus obscuriceps* (Popp.) PE GAZDE ALTERNATIVE

Iordosopol Elena*, *https://ordcid.org/ 0000-0003-3492-8045*
Muntean Elena, *https://ordcid.org/0009-0002-1756-7858*
Batco Mihai, https://ordcid.org/ 0000-0002-3711-4429
Filimon Valeriu
Maevschii Valentina
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM. Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: iordosopol@yahoo.com*

Summary. The paper presents the results of the study of the natural and laboratory trophic links of the invasive predatory bug species *Amphiareus obscuriceps* found in the trap belts intended to study the winter reserve of plum crop pests. The predator was offered eggs of different stages of embryonic development of whiteflies *Aleyrodes proletella*, *A. singularis*, obtained from the plum plantation; *Acanthoscelides obtectus* and *Galleria mellonella* eggs obtained under laboratory conditions. It was determined that the predator can suck in one day on average 40.2 eggs of *G. mellonella*, 26.1 eggs in the late stage of embryogenesis and 11.7 eggs of one day of *A. singularis* and 9.3 eggs *of A. obtectus*.

Keywords: dietary specialization, predatory bug, invasive species, aleyurodids, eggs, larvae.

Introducere

Actualmente în țară se găsesc noi specii de dăunători invazivi. Este cunoscut faptul, că în țara lor de origine, acestea au un complex destul de variat de paraziți, prădători și boli entomopatogene. Se presupune că, uneori odată cu migrarea lor dintr-un areal în altul împreună cu ei migrează și complexul de insecte benefice reglatoare, sau odată pătrunși în areal nou sânt reglați de fauna benefică autohtonă. Spre exemplu, în perioada pătrunderii păduchelui secarei *Sitobion avenae* Fabr a fost însoțită de invazia coccinelidului asiatic *Harmonia axyridis* Pallas, iar afelinidul *Prospaltella pernicosus* Tower în calitate de parazit al păduchelui californian *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. s-a aclimatizat condițiilor de mediu ale țării, astfel reglând populațiile în creștere ale păduchelui [Timuș et al., 2015]. Investigările petrecute în perioada anilor 2018-2023 la cultura prunului a două soiuri Stenley și Angeleno a scos în evidență un complex de fitofagi noi pentru țară, așa ca: erinoza europeană ruginie *Aculops berochenzis* , cicada flatidă *Metcalfa pruniosa*, ploșnița marmorată *Halyomorpha halys*, ploșnița tigrul stejarului *Coryntucha arcuata* și e.t.c.

Specia de ploșniță prădătoare *A. obscuriceps* este o specie de origine Palearctic-Asiatică. În premieră a fost găsită în anul 1989 în Europa (Bulgaria). Ulterior *A. obscuriceps* a fost înregistrat în numai puțin de 13 țări europene [Aukema, Rieger et al., 2013]. În Republica Moldova *A. obscuriceps* este înregistrat în colecții de teren din anul 2012 [Derjanschi, 2021]. În ianuarie anul 2021, *A. obscuriceps* a fost găsit în cantități destul de însemnate în brâiele capcană montate pe tulpinile de prun în stațiunea IGFPP.

Scopul principal a investigărilor noastre a constat în determinarea legăturilor trofice ale ploșniței prădătoare invazive *Amphiareurs obscuriceps*.

Materiale și metode

În investigări în calitate de artefacte, materiale și obiecte de cercetare pentru obținerea ouălor de aleyurodide s-au utilizat indivizi de fitofagi: *Aleyurodes proletella* (figura 1.1) și *A. singularis* (fig. 1.2) colectate de pe plante din flora spontană în stațiunile str. L. Tolstoi, Gh. Asachi și din stațiunea IGFPP.

Obiectele cercetării: 1. - exemplare imago de *A. obscuriceps* în colonii au fost întreținute la temperaturi de 25 ± 1°C, umezeala relativă de 60-70% și durata lumină zi de ore. Indivizii prădătorului sau crescut pe ouă proaspete (menținute la îngheț) de molia cerealelor *Sitotroga cerealella* Oliv., indivizi de păduchele verde al cerealelor *Schizaphis graminum* (Rondani) și soluție de miere și apă de 5%; 2. – ouă de musculițe albe aleyurodide: *Aleyurodes proletella* și *A. singularis* la diferite faze de embriogeneză, obținute prin întreținerea insectelor pe plantele de *Chelidonium majus* L., *Sochus asper* L.; 3. – ouă de gărgărița fasolei *Acanthoscelides obtectus* Say crescută pe boabe de fasolea; 4. – ouă de molia cearei *Galleria mellonella* L. obținute pe substrat de mervela; 5. – stadii pre imago și indivizi imago de păduche de făn din genul *Trogium* (ordinul Psocoptera), care au fost crescuți în condiții de laborator pe resturi uscate de muguri de grâu.



Figura 1. Specii de aleyurodide utilizate în investigare: 1 – aleyurodidul varzei *Aleyrodes proletella* și primul ou în natură și 2 - aleyurodidul rostopascăi *A. singularis*

<u>*Metode de cercetare:*</u> Realizarea acestei experiențe a fost posibilă doar prin faptul că inițial s-au extras plante de rostopască (perioada februarie-aprilie), care au fost replantate în condiții de laborator (fig. 2.1). Prin intermediul exhaustorului sau extras de pe plantele din natură indivizi de aleyurodid (fig. 2.3). Pentru a obține ouă de aleyurodide s-au utilizat două metode: Prima metodă a constat în obținerea ouălor de aleyurodide, care s-a realizat prin expunerea a câte 10 -20 indivizi (♀♀ și ♂♂) în boluri de sticlă unde ulterior s-a introdus frunza compusă de rostopască (fig. 2.2).

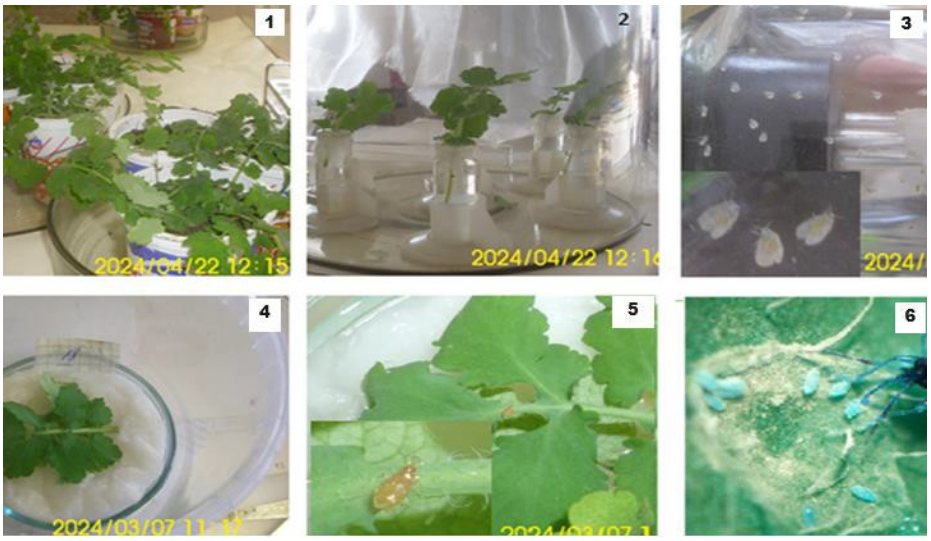


Figura 2. Metodici de adaptare și întreținere în condiții necontrolate de laborator a gazdelor plantă-fitofag și a prădătorului: 1 – plante de rostopască; 2 – suport de obținere a ouălor proaspete; 3 – exhaustorul cu adulții de aleurodid; 4 – ponton plutitor de întreținere; 5 – larva prădătorului; 6 – procesul de prădare a ouălor de aleurodid

Metoda a doua a fost cea a pontoanelor plutitoare în placa Petri de sticlă și sticlă organică pe substrat de bumbac umed (fig. 2.4). Placa Petri cu pontoanele plutitoare au fost introduse în caserole cu volum de 1 litru și ulterior căptușite cu textil de bumbac fixate cu gume. Numărul de ouă de aleyurodide pe frunze a fost în cantități de la până la 10 minimal și 180 maximal, iar cel de ouă de molie de ceară de la 16 până la 120 ouă în pontă. Ponta depusă de aleyurodid poate fi făinoasă și non făinoasă în dependență de condiții climatice stabilite (fig. 2.6). În fiecare suport s-a eliberat adulți perechi (femelă:mascul) de ploșniță prădătoare (fig. 2.5). În cercetări s-au utilizat de la 1688 de ouă a patru specii de insecte, larve și adulți reprezentanți ai ordinelor Lepidoptera, Coleoptera, Homoptera și Psocoptera. Indici obținuți au fost analizați de sistemul de prelucrare a datelor ANOVA.

Rezultate în discuții

Experiența montată în scopul determinării voracității pe ouă a ploșniței prădătoare *Amphiareus obscuriceps* a constat din 4 variante: varianta I - ouă de o zi de aleyurodide, varianta II - ouă de aleyurodide la fază tardivă de dezvoltare (ouă înainte de ecluzare), III - ouă de gărgărița fasolei și IV - oua de molia de ceară. Expunerea a avut loc la condiții necontrolate de laborator (de facto aproape de condițiile climatice naturale ale acestui an) cu varieri ale temperaturilor de la 10 - 33°C și a umezelii de la 5-60%. Prima experiență a durat din luna februarie pîna în luna mai când s-au stabilit condiții de temperaturi mai înalte în condiții de laborator. Inițial s-au colectat adulți în număr de 20 femele și masculi de pe plante de rostopască și tot odată frunze de rostopască libere de alte artropode.

În procesul de investigare s-a distins unele particularități ce țin de ponta și larvele speciilor de aleyurodidae. S-a observat că cu creșterea temperaturilor are loc și îngălbenirea frunzelor compuse amplasate pe pontoanele plutitoare și o pontă de ouă neuniformă acoperită cu o substanță făinoasă (foto. 3.1). Iar, în procesul calculului numărului de ouă devorate de adulții de ploșniță pot fi luate în calcul și exuviile ouălor din care au ecluzat larvele speciilor fitofage. Spre exemplu, ouăle la fază tardivă de dezvoltare devorate, sau mai bine spus supte de ploșniță, obțin aspectul plat și alungit (fig. 3.3.b), iar cele din care au ecluzat larvele de dăunător sânt turtite și sferice (foto. 3.2). Neobservate pot fi ouăle preembrionale (de câteva ore și una zi) supte, care se contopesc cu suprafața frunzei (fig. 3.3.a)

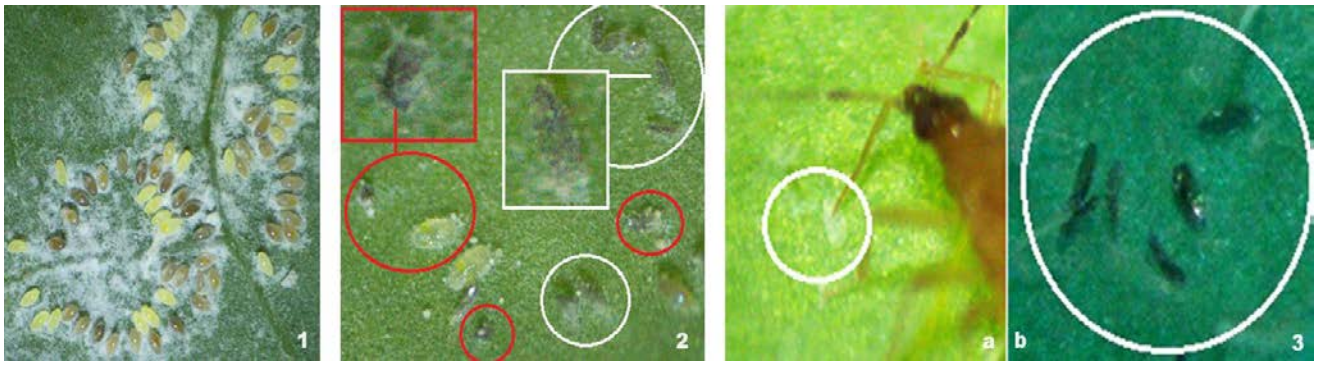


Figura 3. Aspecte din procesul de investigări:
1 - ponta neuniformă a *A. singularis*; 2 – aspectul oului din care a ecluzat larva și oul supt de prădător; 3 – ouăle supte de una zi (a) și la fazele tardive de dezvoltare (b)

Ouăle gazdelor de laborator molia de ceară și gărgărița fasolei au fost propuse în dietă prădătorului într-un număr în medie de 238 ouă. Cele extrase din condiții naturale (în cazul nostru *A. singularis*) în medie de 438 ouă și cele obținute în laborator (*A. proletella*) în medie de 337 ouă. După cum se observă din tabelul 1, cel mai înalt număr de ouă supte a fost la molia de ceară de 1,5 ori mai mult decât cele la fază tardivă de dezvoltare și de 3 ori decât cele de una diurnă de *A. singularis*. În raport cu ouăle (de una diurnă și la fază tardivă de dezvoltare) de *A. proletella* de 6 ori, iar în raport cu cele de gărgărița fasolei de 4,3 ori. Prin urmare, pe ouă de molia de ceară

voracitatea ploșniței crește la a șaptea zi de 2 ori. O creștere a voracității se observă pe ouăle de *A. singularis* (faza tardivă de dezvoltare) la a treia zi de 5 ori. Aici putem remarca faptul că, la acel moment ouăle în ponta aleyurodidului au fost compacte și nu difuze ca în unele cazuri, ouăle de o diurnă de *A. singularis* și de ambele tipuri de *A. proletella*.

Tabel 1

Voracitatea ploșniței prădătoare *Amphiareus obscuriceps* pe ouă de artropode

Variante de insecte	Repetări	№ de ouă în total	№ în medie de ouă devorate /diurnă	№ de ouă devorate (prima, a treia și a șaptea diurnă)		
				I	III	VII
ouă *G. melonella*	3	275	40,2	65±25	92±52	118±78
ouă *A. obtectus*	3	200	9,3	4±5,3	6±3,3	18±9
ouă *A. singulari* (de o diurnă)	3	362	11,7	28±16,3	37±25,3	17±5,3
ouă *A. singularis* (fază de dezvoltare tardivă)	3	514	26,1	26±0,1	123±97	35±10
ouă *A. proletella* (de o diurnă + fază de dezvoltare tardivă)	3	337	7	29±22	4±3	16±9

S-a observat că în procesul de prădare asupra ouălor de aleyurodide ploșnița pierde timp la înțeparea lor, având în vedere că oul de musculiță albă este fixat de substrat printr-un picioruș și tot odată este acoperit cu o placă făinoasă (fig. 4.2.). La fel este și cu ouăle de gărgărița fasolei, care stau libere pe substrat și sânt mobile la înțepare (fig. 4.3.). Voracitatea înaltă a prădătorului pe ouăle din ponta moliei de ceară poate fi lămurită prin imobilitatea ouălor în ponta fixată pe substratul de hârtie.



Figura 4. Aspecte din procesul de prădare a *Amphiareus obscuriceps*:
1 – ouă de molia de ceară; 2 - ouă de aleyurodide și 3 – ouă la fază tardivă de dezvoltare de gărgărița fasolei

Remarcăm faptul, că în cazul ouălor la fază tardivă de dezvoltare la a 7-ea diurnă apar larvele fitofagului. În acest scop, s-a determinat voracitatea prădătorului pe larve de prima vârstă și ultima vârstă de aleyurodid, unde în prima repetare, care a durat de la 12.06 până la data de 19.06, sau notat după una diurnă doar trei larve de vârsta a IV. În repetarea a doua (17.06-24.06) s-au utilizat larve de prima vârstă, într-un număr în medie de 77,1 per frunză, din ele au fost supte în medie de 32,2 larve doar la șaptea zi.

A doua experiența a derulat în perioada 03.06-21.07 unde s-a utilizat ouă și larve de *Aleyuroides singularis* (tabelul 1), specie polifagă din plantația de prun de pe plante de *Sonchus asper*. În rezultat *A. obscuriceps* pe ouă de aleyurodide a realizat o populație constată din 17 exemplare cu un raport de sex (femelă: mascul) de 1♀ :2♂. Mortalitatea totală a constitut 35,3%, în care femelele au constituit 29,4%.

Remarcat faptul, că în livada de prun a IGFPP păduchii de fân din ordinul Psocoptera, familia Trogiidae se găsesc în număr destul de mare din luna aprilie, apoi migrează în câmpurile de graminee unde rămâne până în luna octombrie. Ulterior, ei se întorc pentru iernat în brâiele capcană din livada de prun a IGFPP. Hrană pentru *A. obscuriceps* poate servi atât adulții cât și stadiile

larvare de păduchi de făn. Pentru a stabili hrana potențială de bază a ploșniței s-a utilizat în investigare o specie de păduchi de făn din genul *Trogium*. care a fost crescută dirijat în condiții de laborator și ulterior dat în calitate de hrană nimfelor și adulților prădătorului. În acest scop la un număr de 12 nimfe de vârsta a treia și 20 adulți de ploșniță din colonii de laborator li s-a administrat de 3 ori în săptămână în exces larve vii, adulți de păduchi de făn și apă. Pe o astfel de dietă de circa 94.34% ±2.8 nimfe de A. *obscuriceps* cu succes și-au sfârșit dezvoltarea lor. Viabilitatea adulților de ploșniță la utilizarea ca hrană a păduchilor de făn în decurs de 20 zile a constituit 100%. Astfel, indicii obținuți confirmă ipoteza, precum că păduchii de făn sânt în lista victimelor A. *obscuriceps*.

Concluzii

Prezența constantă a uneia dintre potențialele victime ale A. *obscuriceps* în biocenoză crește semnificativ șansele acestui prădător-invaziv de a supraviețui și de a se menține într-o astfel de agrobiocenoză. S-a constatat că ploșnița *A. obscuriceps* după timpul său de hrană este zoofagă.

S-a stabilit că ploșnițele sunt capabile să se hrănească cu ouă de gărgăriță de fasole, musculița albă a varzei *A. proletella* și musculița albă a rostopascăi *A. singularis* la diferite stadii de dezvoltare embrionară. În același timp, voracitatea ploșniței adulte pe ouăle de *A. proletella* este vizibil mai scăzută. Indicii obținuți poartă un caracter preliminar și necesită de studii mai aprofundate a voracității *A. obsuriceps* pe ouă și larve de vârstă I și a IV de aleyurodide. Aceste substraturi alimentare asigură dezvoltarea deplină a prădătorului și vitalitatea ploșnițelor adulte. În legăturile trofice ale A. obscuriceps se încadrează și păduchii de făn.

Ploșnița prădătoare *A. obscuriceps* poate fi crescută dirijat în condiții de laborator pe ouă de gărgărița fasolei și molia de ceară. Polifagia și capacitatea multiplicării *A. obscuriceps* în condiții artificiale permite să considerăm insecta prădătoare ca entomofagi de perspectivă.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011103 *„Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”*, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării.

Referințe bibliografice

1. Aukema, B., Rieger, C., And Rabitsch, W., (2013). Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. / *Annals of the Entomol. Society of America*, Volume 106, Issue 5, Pages 670-671.
2. Danzig E. M. (1964). *The whiteflies (Homoptera, Aleyrodoidea) of the Caucasus*, Entomologicheskoe Obozrenie, 43: 633-646.
3. Derjanschi, v., (2021). Some rare Heteroptera species (Hemiptera) from the “Cobileni” natural reserve Republic of Moldova, in *Sustainable Use and Protection of Animal World in the Context of Climate Change*, 2021, pp. 187–191.
4. Martin J. H., Mifsud D. and Rapisarda C. (2000) The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. / Bull. of Entomol. Research, **90**, 407–448.
5. Muntyan E. M., Iordosopol E. I., Batco M. G., and Maevskaia V.P. (2024). The Predatory Bug *Amphiareus obscuriceps* (Poppius, 1909) (Hemiptera: Heteroptera: Anthocoridae) in the Republic of Moldova. / Russian Journal of Biological Invasions, Vol. 15, No. 3, pp. 404-409. ISSN 2075-1117.
6. Muntyan, E., Iordosopol, E., Batco, M., Placinta, M., Maevschii, V. (2022). Laboratory rearing and voracity of two anthocorid species (Hemiptera: Anthocoridae) on different preys. In: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective*, Ed. 6, 3-4 octombrie, Chişinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, Editia a VI-a, pp. 205-207. ISBN 978-9975-159-81-4.
7. Timuș A., Toderaș I., Croitoru N. (2015). Entomofauna alogenă invazivă din Republica Moldova /fişe fitosanitare entomologice/. Chişinău: Print-Caro, 2012 -140 p.

UDC: 633.111:632.951:631.8 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.106

GRAIN YIELD AND QUALITY OF WINTER BREAD WHEAT DEPENDING ON CROP PROCESSING

Kalitsinska Olesia, Zaima Oleksii
The V. M Remeslo Myronivka Institute of Wheat of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Tsentralne, Kyiv region, Ukraine
e-mail: ekonomistmip@ukr.net, oleksii.zaima@ukr.net

Summary. Winter wheat is one of the most common field crops both in Ukraine and abroad. An important factor in protecting plants from pests and preserving the harvest is the use of plant protection products. We investigated the influence of insecticides and microfertilizers on grain yield of winter bread wheat varieties. There was found a positive effect and generally increased results compared to the control. We obtained the best grain quality indicators of winter bread wheat when using insecticides in variants with complex treatment with insecticides and microfertilizer.

Keywords*:* winter bread wheat, yield, protection, insecticide application, microfertilizer.

Introduction

World agriculture cannot be imagined without such a crop as winter wheat. This crop was one of the main grain crops both in Ukraine and throughout the world. Now winter wheat is sown on more than 40% of arable land under grain crops in our country.

The modern trend of integrated plant protection is determined by the management of the dynamics of the population of harmful and beneficial organisms based on phytosanitary forecasts of various orientations and the purposeful application of modern methods and means of plant protection, taking into account environmental protection. Based on international experience in the future, the phytosanitary importance of plant protection, primarily its effective methods and means and their ecological orientation and nature protection, will steadily grow [1].

In the works of many Ukrainian and foreign scientists A. A. Morshchatskyi, V. P. Kavunets, H. M. Kovalyshyna, S. V. Retman, H. P. Zhemela, T. M. Pedash, H. E. Creissen, J. M. Nicol and others, it has been proven that non-compliance of winter wheat crop management system leads to significant yield losses (20–50%) due to damage of plants with diseases and pests [2, 3]. The elements of improving the phytosanitary condition of winter wheat crops include pre-sowing seed treatment and crop processing, which is the subject of the works of scientists such as V. I. Tanasevych, S. M. Kalenska, M. M. Marenych, L. I. Ulich [4, 5] and others. However, in the conditions of climate change, in order to obtain stable yields of winter wheat and high-quality grain, when growing varieties with high potential, there is a need to study the mechanism of action of preparations for pre-sowing seed treatment on the characteristics of its germination and preparations for crop processing on the characteristics of plant development and the subsequent production process.

The most important component of the agro-industrial complex of Ukraine is the grain industry. The constant demand for grain products encourages the production of more grain, which allows to increase the volume of its export. Increasing the volume of crop production becomes possible due to the use of intensive technologies that involve the use of modern high-yielding varieties of winter wheat, which will allow reaching a new level of yield and grain quality [6].

Harmful fauna of cereal grain crops is characterized by a significant diversity of species composition. Significant damage to grain crops is caused by omnivorous species of insects (click beetles, darkling beetles, armyworms, cutworms, etc.), as well as rodents. Pests damage various parts of cereal plants: seeds sown in the soil, seedlings, roots, stems, leaves and generative organs (ovaries, anthers, stamens, spikelet scales, and seeds). Crop losses due to damage to generative organs by such pests as thrips, grain aphids, leafhoppers, bugs, scarab beetles, cereal ground beetles

and yellow poplar weevilis, caterpillars of rustic shoulder-knot can be particularly significant. In the presence of even a small amount of impurities of grains damaged by the bugs (2-3%), the baking qualities of the flour are sharply reduced [7, 8].

Our research was aimed to increasing the yield of winter wheat varieties and checking the effect of the insecticide application combined with microfertilizer on grain yield and quality.

Materials and methods

The research was carried out at the Department of Seed Growing and Agrotechnologies of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine.

The formation of winter wheat seed yield was studied depending on the treatment of crops with insecticides at the VIII (heading) and the X (milk ripeness) stages of organogenesis. Scheme of the experiment includes factor A – varieties: MIP Fortuna, MIP Vidznaka; factor B – insecticides Green Fort IL 200, SC (a.s. imidacloprid 150 g/l, lambda-cyhalothrin 50 g/l), 0.5 l/ha); Kanonir Duo, SC (a.s. imidacloprid 300 g/l, lambda-cyhalothrin 100 g/l), 0.1 l/ha; factor C – microfertilizer "5 Element", 25 g/ha. Crops treated with microfetilizer were also treated with fungicides Vareon 520 EC (1.0 l/ha) and Abrusta EC (1.0 l/ha) at booting stage. To achieve the goal was used conventional methods of research: field (determination of yield, biometric records and measurements), laboratory (determination of yield increase); calculation and analytical (estimation of economic efficiency when using complex preparations on winter wheat crops [9].

Results and discussions

The research was conducted in 2022–23 on the experimental fields of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. Analyzing the indicators of yield growth according to the Table 1, it can be concluded that when processing with the combination of Vareon (booting) + Green Fort IL 200 (heading) + Green Fort IL 200 + "5 Element" (milk ripeness) there is a significant effect of insecticides and microfertilizers on the grain yield of all studied winter wheat varieties.

Table 1

The influence of insecticides and microfertilizers on grain yield of winter wheat varieties, t/ha

Variant of processing, stage of wheat development	Variety			
	MIP Vidznaka		MIP Fortuna	
	Yield	Yield increase	Yield	Yield increase
Control, no processing	5.63	–	4.52	–
Green Fort IL 200, 0.5 l/ha, heading	5.81	0.37	4.70	0.18
Kanonir Duo, 0.1 l/ha, heading	5.75	0.31	4.79	0.27
Green Fort IL 200, 0.5 l/ha, milk ripeness	5.85	0.40	4.99	0.47
Kanonir Duo, 0.1 l/ha, milk ripeness	5.82	0.38	5.06	0.54
Vareon, booting + Green Fort IL 200, heading + Green Fort IL 200 + "5 Element", milk ripeness	6.01	0.56	5.67	1.15
Abrusta, booting + Kanonir Duo, heading + Kanonir Duo + "5 Element", milk ripeness	6.26	0.82	5.62	1.10

In general, in the variants with the application of insecticides the yield of winter wheat was 0.18–1.15 t/ha higher than the control. The most indicators of yield increase were in the variants of crop processing during the period of milk ripeness and in the same period with the addition of microfertilizer and ranged from 0.40 to 1.15 t/ha.

A healthy plant is the key to the potential of a crop. Therefore, its protection and nutrition is a primary task for obtaining maximum harvest volumes. The agrarian complex of Ukraine faces the task of increasing both the quantity and quality of winter wheat grain.

According to the Table 2, it can be noted that the most effect of insecticides and microfertilizers on grain quality of all winter wheat varieties was caused by the Kanonir Duo preparation for processing during heading stage and for processing during milk ripeness stage.

Table 2

Impact of insecticides and microfertilizers on grain quality of winter wheat varieties

Variant of processing, stage of wheat development	Variety					
	MIP Vidznaka			MIP Fortuna		
	Protein content, %	Sedimentation value, ml	Wet gluten content, %	Protein content, %	Sedimentation value, ml	Wet gluten content, %
Control, no processing	11.3	47	21.6	11.0	37	21.0
Green Fort IL 200, SC, 0.5 l/ha, heading	12.2	53	23.5	11.5	46	21.7
Kanonir Duo, 0.1 l/ha, heading	11.9	65	22.6	11.1	48	20.6
Green Fort IL 200, 0.5 l/ha, milk ripeness	11.4	47	22.1	10.7	46	20.2
Kanonir Duo, 0.1 l/ha, milk ripeness	12.4	57	23.7	12.5	47	23.7
Vareon, booting + Green Fort IL 200, heading + Green Fort IL 200 + “5 Element”, milk ripeness	11.9	54	22.4	11.5	46	22.5
Abrusta, booting + Kanonir Duo, heading + Kanonir Duo + “5 Element”, milk ripeness	11.5	57	22.0	11.4	46	22.0

Conclusions

The effect of insecticides and microfertilizers on grain yield of winter wheat varieties turned out to be positive and generally improved the result as compared to the control.

We obtained the positive effect of insecticides on the quality of winter bread wheat grain in variants with insecticide treatment and in combination them with microfertilizer. Insecticides Green Fort IL 200 and Kanonir Duo and microfertilizer “5 Element” contribute to higher productivity and quality of winter bread wheat grain.

References

1. Pysarenko, V .M., Pishchalenko, M. A., Pospielova, H. D. Horb, O. O., Kovalenko, N. P., & Sherstiuk, O. L. (2020). Integrated plant protection. Poltava: N.p. [in Ukrainian]
2. Retman, S. V., & Shevchuk, O. V. (2006). The seeds should be treated. *Seed Production*, *3*, 22–24. [in Ukrainian]
3. Kavunets, V. P. Kovalyshyna, H. M., & Kochmarskyi, V. S. (2002). Influence of fungicides on sowing qualities and yielding properties of winter wheat seeds. *Bulletin of Bila Tserkva State Agrarian University*, *24*, 116–121. [in Ukrainian]
4. Marenych, M. M. (2018). Factors limiting grain production under climate change conditions. In *Climate change and agriculture. Challenges for agricultural science and education* : Proceedings of Int.scientific and practical conference (pp. 117–120). Kyiv: State University “SMC Agro-education”. [in Ukrainian]
5. Ulich, L. I. (2006). Yield and adaptive properties of new varieties of winter wheat. *Bulletin of the Bila Tserkva State Agrarian University, 37*, 30–37. [in Ukrainian
6. Hrytsiuk, P. M. (2013). Prospects of grain production and grain export from Ukraine in the conditions of the world food crisis. *Problems of rational use of socio-economic and natural resource potential of the region: financial policy and investments, 19*(4), 87–97. [Ukrainian]
7. Liskovsky, S., Demidov, A., Siroshtan, A., et al. Influence of spring wheat treatment by insecticides and fungicides on yield and seed sowing qualities. *Agriculture and Plant Protection, 5*, 54–56. [in Rusian]
8. Morhun, V. V., Sanin, Ye. Yu., & Schwartau, V. V. (2014). Club of 100 centners. Modern varieties and systems of nutrition and protection of winter wheat. Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
9. Rozhkov, A.O., Puzik,V.K., Kalenska, S. et al. (2016). Experimenting in agronomy. Book 1. Theoretical aspects of experimenting. Kharkiv: Maidan [in Ukrainian]

UDC: 632.4:634.2 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.107

STRATEGY FOR BACTERIAL PHYTOPATHOGENS SPREAD DECREASE IN FRUIT ORCHARDS

Krym Inessa, *https://orcid.org/0000-0001-9211-634X*
Kuvshynov Oleksander*, *https://orcid.org/0000-0003-3649-9889*
Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS, v. Boyani Chernivtsi district Chernivtsi region, Ukraine
**aleksanderkuvshynov@gmail.com*

Summary. A lot of natural and anthropogenic factors impacts on fruit crops and measure complex for spread decreasing bacterial phytopathogens in orchards observed in this article.

Keywords: pome fruits, bacterioses, plant pathology.

Introduction

The effective and adequate protection gardens from pests, e. g. bacterial diseases for supporting stable yield and receiving high quality goods. The causative agent of pome fruits fire blight (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al) and bacterial bark necrosis (*Pseudomonas syringae* van Hall). These pathogens are able to cause defeating for all kinds of fruit trees *Rosaceae*. Apple-tree and pear-tree belong to such important cultivars [1-4].

The plantation's bacteriosis intensity development does not depend upon the varietal composition. It also depends upon the climatic conditions on pathogen's surviving and disesase development caused by them, the insects-carriers spread, agrotechnique level from which depends general phytosanitary plantations state, following phytosanitary security requirements during executing works for trees and protection managing and means usage against pests. It is possible to receive more high efficiency considering all factors impact bacteriosis spread and development. It also allows to decrease pesticide load on environment through exact determining terms of treating [3-7].

So this papers purpose was to determine pome trees' bacteriosis sources in garden's of Western region of Ukraine and their pattern study under different factors spread impact through their development and spread under different factors (agrotechnical measures, weather conditions, different insect-carriers presence, resistance level/plant sensitive etc.) for the following development measures for their spread decreasing.

Material and methods

Phytosanitary researches for pome trees bacteriosis sources determining and factors study. They depend upon their development and spread in Chernivtsi district Chernivtsi region area in households of different property during growing period of pome trees (pear tree, apple-trees< quince) with following observing for diseases in determined sources. We considered their varietal content of plantations, trees age and their common state (e. g. presence of mechanical damages, frost damages etc.; pests dwelling), it may serve as bacteriosis carriers of causative agents. We have also extracted samples for laboratory researches, described and make photo defeating symptoms. Terms for researches conduction determined as per phenological phases coming and periods of the highest trees sensitive to bacterial phytopathogens defeating [3,7].

The general approved techniques used for laboratory researches for morphocultural, physiological and biochemical and bacterium pathogen abilities for diagnostics of bacterial phytopathogens. They include colonies morphology study on different nutrient and diagnostic mediums: microscopy of bacterial cells in viable state and on fixing and dying preparations, study of nutrient medium feeding and creation exchange products by different color reactions, pathogen's determining through artificial defeating sensitive plants in laboratory terms [8-11].

Results and discussions

The first symptoms of bacteriosis damage were noted at the beginning of the growing season in the form of ulcers on the bark of skeletal branches and buds death during deployment at the researches conducting. Then the bloom drying happened on branches with damaged bark. Main symptoms observed in May and June beginning. The disease development inhibits with dry terms coming. It stopped with temperature increase to 27-30ºC. The young leaves drying observed on defeated trees. They became brown color on apple-tree and almost black. in pear. The bark defeating had the appearance of ulcers, clearly separated from healthy tissue or cracks with a detachment of the upper part of it. It dried up, acquiring a brick or light brown color. Among the freshest ulcers was a liquid with a sour smell, which is considered one of the signs of bacterial necrosis. The same defeating were observed on windproof trees lines (wild cherries, cherries), which can serve as reservoirs for infection.

As a result, shoot damage by bacterial necrosis in average did not exceed 5-7% of the crown volume, damage to the bark of trunks and skeletal branches reached 20% in mechanical damage or freezing suffered trees. There were any signs of fire blight damage on fruit trees in the plantings of Chernivtsi region, and the causative agent of this disease was not detected in the samples selected for laboratory analysis during 2021-2024. Bacterial isolates separated from defeated plant material were identified with the causative agent with a complex of morphological, cultural and physiological features. Among them was identified bark necrosis causative agent *Pseudomonas syringae* van Hall. Saprophytic species were also found in the researched samples. Among them were *Pantoea agglomerans* and *Pseudomonas fluorescens*. They can show the antagonistic against bacterial phytopathogens, inhibiting their reproduction.

Pear, apple and quince trees were damaged by various pests – flower eaters insects during flowering (various types of flower chafers), later aphids and also codling moth. The most spread species were: psyllid and green apple aphid among insects -pests. They may serve as bacterial pathogen carriers. Apple aphids populate the top of apple-trees plantations during their intensive growth.

Trees are the most favorable to fire blight. The pear psyllid spreads happened at the same time on the pear-trees. It makes conditions not only for bacterium penetration in trees tissues. It may cause to photosynthesis intensity through the leaf surface contamination, because soot dew settles on insect secretions. Insufficient nutrients synthesis affects not only the yield, but also leads to a decrease in winter resistance. Winter bark damage, by the way, contributes to damage by bacterial phytopathogens (especially bacterial bark blight) in the next growing season, creating a gateway for infection penetration. Cycle repeating "damage by adverse weather conditions – infection with bacteriosis" for several years can lead to the complete death of trees.

In addition to insect population, significant mechanical damages on shoots and bark of branches during long-term growth and trunks was observed in the surveyed plantings, especially in the case of using large-sized equipment for processing row spacing and when mowing grass in trunk strips. Bark blight provided serious damages of apple-trees trunks lower parts for this reason. The causative agent penetrated through cutting places in the plant. So in the plot of farmer-household "Boiany-Glynnyntsia" in 2022 were determined dried trees. They dried in result of bark drying in circle form on trunk's lower part. It caused the malfunction of conducting system. In addition to bacterial blight. The damage creates prerequisites for fungal phytopathogens penetration through ulcers. Especially, cytosporosis development was observed, as well as the formation of polypores' fruit bodies on trees with bacterial blight. Damage also creates during the agrotechnical works by the possibility of spreading the causative agent of bacterial blight, especially in plantings where wild pear used as a rootstock, since its root growth can serve as a reserve of infection.

So the struggle strategy with these diseases should be complex and do not include only protection from chemical protection measures. It may account a great number of natural and anthropogenic factors impact on spread and development fruit crops bacteriosis. It recommends regular inspection of pome fruit crops plantings providing (pear, quince, apple-trees) and adjacent windproof strips for in-time determining disease sources. The lines includes wild species of the

family *Rosaceae* inspects too. The bacteriosis development can occur without pronounced symptoms, and therefore such plants can be reserves of infection for a long time. The observations should be carried out during periods when plants are most sensitive to infection with bacteriosis, especially, during flowering and fruit setting and during intensive shoots growing. It is also advisable to inspect trees in case of damage due to squalls, hail and heavy rains with wind gusts, since this way bacterial pathogens are transferred and conditions are created for their penetration into the plant organism.

Maintaining fruit plantations in proper condition will prevent the bacteriosis development and reduce their losses. In particular, it is necessary to use insecticides against insects that can be carriers of bacteriosis pathogens, primarily aphids and psyllids, which are considered the main distributors of the causative agent of bacterial blight. It is better not to allow the crown thickening, and during gardens start-up to observe the norms of tree placement, since shading contributes to the survival of bacteria in exudate droplets (under the sunlight influence, the pathogen dies), and the interweaving of branches causes their damage, which contributes to the pathogens penetration. It is necessary to control the correctness of fertilizer application and foliar top dressing, since excess nitrogen causes excessive growth of green shoots, which are most susceptible to bacterial blights, and also significantly reduces the winter resistance of plants, which are more affected by diseases, especially bacterial necrosis of the bark. It is also best to avoid excessive pruning of branches, as this also leads to increased growth of shoots and, accordingly, a stronger bacterial burn lesion. It is necessary to disinfect the tool for prevention the disease causative agent carrying during pruning and other garden work conduction. It recommends to use the copper-containing preparations for prevention the bacterial disease and in the identified case in plantations.

It is necessary to use high-quality planting material with mandatory verification for the absence of pathogens of bacterial diseases for new industrial fruit plantations and nurseries of ornamental Rosaceae. It is also necessary to account the presence of mature fruit plantations during the new intensive gardens laying. The pathogen micro-flora may accumulated in it (with observation lack for the plot observed caused by the plot's owners changes). So it is necessary to provide measures for their improve the phytosanitary state of plantings. Among them are: to clear the trunks and crown of lichen, dead bark, dried and affected by polypore fungi branches with mandatory disinfection and treatment of wounds, whitewashing the trunks and skeletal branches with lime solution by adding copper sulfate, thinning thickened crowns for better access to air and sunlight, apply means to kill weeds in row spacing, since they can retain phytopathogenic bacteria in epiphytic state. It also recommends to destroy the root growth, which is the main reserve of bacterial burn infection and bacterial blight (necrosis) o bark. It is necessary to pay attention to plantings with pear seedlings as rootstocks. They create the big number of shoots sensitive to bacterioses defeating. It is necessary to save the reliable phytosanitary terms of adjacent windproof strips for avoiding the bacterioses infection sources, where grows plants of family *Rosaceae* (wild pear, apple, pome trees and various types of hawthorn).

Conclusions

The main factor for bacterial blight causative agent spread in Chernivtsi region plantings is a bark damage by the observations results for seasonal disease and pest development. These damages were caused by the careless processing of row spaces and the adverse weather conditions in winter period (freezing and warming of bark). So the pear psyllids observed among the private households. They may be carriers for bacterioses causative agents. Fire blight is among them. Therefore, the contraction strategy for the bacterial pathogens spread in fruit agrocenoses should be based upon the harmful insects control, resistant varieties selection to adverse weather conditions and compliance with the proper level of garden care measures.

References

1. Вредные организмы, имеющие карантинное значение для Европы // Информационные данные по карантинным вредным организмам для Европейского Союза и Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (ЕОЗР) / Пер. с англ. – М.: Колос, 1996. – 912 с.
2. Григорцевич Л.Н. Бактериальный рак плодовых культур. – М.: Колос, 1994. – 41 с.
3. Van der Zwet T., Beer S.V. Fire blight – its nature, prevention and control: A practice guide to integrated disease management. U.S. Department of Agriculture. *Agriculture Information Bulletin*. 1995. 631. 67 pp.
4. van der Zwet T., Keil H.L. Fire blight. A bacterial disease of Rosaceous plants. – Washington: USDA, 1979. – 200 pp.
5. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др. Микроорганизмы – возбудители болезней растений; под ред. В.И. Билай. К.: Наукова думка, 1988. 552 с.
6. Симочко В.В. Біотичний зв'язок фітопатогенних бактерій з корисною та шкідливою ентомофауною грушевих насаджень: Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. біол. наук. К., 2002. 20 с.
7. Крим І.В. Особливості сезонного розвитку бактеріозів в агроценозах зерняткових плодових культур. *Фітосанітарна безпека*. 2023. Вип. 69. с. 97-106. https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.126-136.
8. Методические указания по диагностике бактериальных болезней растений. М., 1989. 74 с.
9. Бельтюкова К.И. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений. К.: Наукова думка, 1968. 316 с.
10. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений; пер. с нем. К.В. Попковой, В.А. Шмыгли. М.: Агропромиздат, 1987. 224 с.
11. Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш Й. Методы фитопатологии. М.: Колос, 1974. С. 82– 159.
12. Bereswill S., Jock S., Bellemann P., Geider K. Identification of *Erwinia amylovora* by growth morphology on agar containing copper sulphate and by capsule staining with lectin. *Plant Disease*. 1998. 82. P. 158-164.
13. King E.O., Ward M.K., Raney D.E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. Journal Lab. Clin. Med. 1954. 44. P. 301–307.
14. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Baltimore / London, 1984. p. 469–471.

UDC: 633.16.575.222.7 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.108

INHERITANCE OF GRAIN NUMBER PER MAIN SPIKE IN F_1 HYBRIDS OF *Hordeum vulgare* L.

Kuzmenko Yevhenii[1,*], Polishchuk Tetiana[1], Los Ruslan[1], Sukailo Mykhailo[1], Khomenko Tetiana[2], Zhytomyrets Oksana[2]

[1]*The V. M Remeslo Myronivka Institute of Wheat of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Tsentralne, Kyiv region, Ukraine*

[2]*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, Kyiv, Ukraine*

**e-mail: evgeniy.anatoliyovich@gmail.com*

Summary. The results of the inheritance of grain number per main spike in F_1 hybrids of winter barley under the conditions of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS are presented. Different types of trait inheritance were established depending on the combination of crossing. According to the type of positive overdominance (hp ≥ +1.00), 7 hybrid combinations of winter barley were selected. As genetic sources for increasing the grain productivity of plant, the variety KWS Tenor and the line Pallidum 5173 should be used as the maternal component.

Keywords: winter barley, hybridization, inheritance, heterosis, productivity.

Introduction

Winter barley (*Hordeum vulgare* L.) is a highly sought-after crop both in Ukraine and abroad. It is used as a forage crop, raw material for the production of flour, pearl barley and barley groats. In addition to the domestic market, Ukrainian producers constantly export barley to different countries of the world [1].

The distribution area of winter barley has an impact on a significant increase in forage grain production, but insufficient winter hardiness of varieties prevents the expansion of sowing areas [2]. An important component of ecological system of field is a variety that is adapted to natural and ecological conditions and, with a certain culture of zonal farming, affects an increase in productivity by 10-50%. Features of ecological adaptability of varieties include different growing season duration, high rates of frost resistance and winter hardiness, drought tolerance, high lodging and pathogen resistance, grain weight per spike, harvest index, resistance to harmful environmental factors etc. [3, 4]. Changes in environmental factors require selection of varieties and hybrids with high ecological adaptability, which will improve the quality of plant products. Stability of yield of crops varieties, in particular winter barley, under global climate change is no less important a property than their high genetic potential of productivity. The problem of adaptation has always occupied, and will occupy a key place in selection, as well as in the practice of agricultural production. Adaptive selection is aimed at creating macrosystems of cultivated plants, maximally focused on specific bioclimatic potential and biotic factors of the environment of their growing. The discrepancies between potential productivity and actual grain yield necessitate a more in-depth study and development of the theory and practice of breeding aimed at increasing productivity and adaptability [5].

The development of high-yielding varieties of winter barley depends on the existing genetic variation of traits that determine yielding capacity and directly its grain productivity. The parameters of genetic variation provide information on the possible expected response of yielding capacity and its main components to selection, which can be used to determine the most successful breeding strategy [6]. Today, to achieve this goal, scientists study the genetic potential of breeding lines and local varieties and their hybrid populations from crossing, which are the basis for a sustainable increase in productivity, in particular for winter barley [7]. Breeders note the importance of using genetic variability and diversity in breeding programs to meet the ever-growing need to improve hybrids and varieties. Selection of the majority of potential lines by biometric analysis and genetic diversity is very important for the success of breeding programs. The main factor limiting

the rate of progress in plant growing is the low heritability of such quantitative trait as yield [8]. When crossing two components, the phenotypic variability of F_1, as well as of each parent, is determined by both genetic and non-hereditary factors. But the manifestation and degree of heterosis in F_1 make it possible to predict the emergence of transgressive lines in subsequent generations, which in turn increases the efficiency of selection in hybrid populations of samples with desired traits [9].

The aim of the research was to evaluate heterosis and inheritance of the trait "grain number per main spike" in F_1 hybrids of winter barley.

Materials and methods

The studies were conducted during 2022-23 at Barley Breeding Laboratory of the V.M. Remeslo Myronivka Institute, NAAS of Ukraine. For crossing according to an incomplete diallelic scheme, 7 lines and 1 variety of Ukrainian origin and 2 varieties of winter barley of German origin were involved. Biometric analysis of the studied material was carried out on an average sample of 25 plants [10]. Agrotechnics was conventional for growing winter barley in the Central Forest-Steppe zone of Ukraine. Soybean was the preceding crop. Statistical processing of the obtained biometric data was performed according to the Methods of breeding experiment (in plant science [11]. Indicators of hypothetical (*Ht*) and true (*Htb*) heterosis for grain number per main spike were calculated according to the methods of Matzinger D. F. [12] and S. Fonseca, F. Patterson [13] using the following formulas:

$$Ht\ (\%) = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100, \qquad (1)$$

$$Htb\ (\%) = \frac{F_1 - BP}{BP} \times 100, \qquad (2)$$

where F_1 – arithmetic mean of the hybrid trait; *Ht* – hypothetical heterosis; *Htb* – true heterosis; *MP* – mean of both parental forms; *BP* – the best parental trait.

The degree of phenotypic dominance (*hp*) was determined according to the method of B. Griffing [14] using the following formula:

$$hp = \frac{F_1 - MP}{BP - MP}, \qquad (3)$$

The data were grouped according to the classification of G. M. Beil, R. E. Atkins [15`] (Table 1):

Table 1

Classification of phenotypic dominance of traits

Dominance class	Numerical value of *hp*
Positive overdominance (heterosis)	$hp > 1.00$
Partial positive dominance	$+0.50 \leq hp < 1.00$
Intermediate inheritance	$-0.50 \leq hp < +0.50$
Partial negative dominance	$-1.00 \leq hp < -0.50$
Negative overdominance (depression)	$hp < -1.00$

Hypothetical heterosis (*Ht*) indicates the excess of the manifestation of a quantitative trait in the F_1 hybrid over the average value of the parental components. At the same time, true heterosis (*Hbt*) allows us to calculate the manifestation of a trait in F_1 compared to the best parental form and to evaluate the breeding value of the hybrid. This method of evaluating hybrids is widely used in plant science [16, 17].

Results and discussion

Hybridization is one of the main methods of creating the source material for winter barley breeding; it ensures the production of new samples that combine in their genotype the characteristics and properties planned in accordance with selection program. Involvement in crossing biotypes from different ecological and geographical groups contributes to a wider formation in hybrid populations, which increases the efficiency of breeding work. Improvement of the productivity of the variety is possible due to an increase in grain number per main spike.

The inheritance of grain number per spike has a higher reliability, and therefore selection for this trait is more effective, since it is largely determined by the influence of various environmental conditions, primarily meteorological [17].

According to the trait grain number per spike, 7 the best hybrid combinations were found in comparison with the original parental forms (Table 2).

Table 2

Heterosis effect and degree of phenotypic dominance for the trait "grain number per main spike" in F_1 winter barley (2023)

Combination	Grain number, pcs			Ht, %	Hbt, %	hp
	P_1	P_2	F_1			
Pallidum 5173 / Pallidum 5192	70.57	72.00	73.86	9.53	4.66	2.05
Pallidum 5173 / Pallidum 5131	70.57	55.43	73.57	13.06	4.25	1.55
Pallidum 5173 / MIP Atlas	70.57	68.57	71.43	16.55	10.13	2.84
Pallidum 5173 / Pallidum 5184	70.57	64.29	70.86	11.59	8.53	4.12
KWS Tenor / Pallidum 5131	62.29	55.43	69.86	16.71	8.67	2.26
Titus / Pallidum 5141	62.14	64.29	67.71	1.61	-8.32	0.15
Titus / Pallidum 5131	62.14	55.43	67.29	2.39	-6.55	0.25
Pallidum 5173 / Pallidum 5121	70.57	59.43	66.00	7.32	1.09	1.19
KWS Tenor / Pallidum 5121	62.29	59.43	66.00	-2.74	-10.29	-0.33
Titus / Pallidum 5192	62.14	72.00	65.86	-1.81	-8.53	-0.25
Pallidum 5200 / MIP Atlas	47.29	68.57	65.43	-3.07	-3.38	-9.67
Titus / MIP Atlas	62.14	68.57	65.29	-0.87	-6.54	-0.14
KWS Tenor / Pallidum 5141	62.29	64.29	64.86	0.44	0.00	1.00
Pallidum 5200 / Pallidum 5192	47.29	72.00	64.86	11.96	-5.42	0.65
KWS Tenor / MIP Atlas	62.29	68.57	62.57	-15.12	-15.28	-78.00
Pallidum 5173 / Pallidum 5141	70.57	64.29	62.14	-6.65	-7.64	-6.20
KWS Tenor / Pallidum 5192	62.29	72.00	61.86	5.10	-0.69	0.87
Pallidum 5200 / Pallidum 5121	47.29	59.43	61.71	-5.26	-8.86	-1.33
Titus / Pallidum 5121	62.14	59.43	61.71	-8.38	-11.66	-2.26
KWS Tenor / Pallidum 5184	62.29	64.29	60.86	-4.59	-6,.99	-1.78
Pallidum 5200 / Pallidum 5131	47.29	55.43	57.71	-11.50	-15.83	-2.23
Titus / Pallidum 5184	62.14	64.29	57.57	-15.51	-19.40	-3.22

Note: P_1 – maternal form, P_2 – parental form, F_1 – hybrid, Ht – hypothetical heterosis, Hbt – true heterosis, hp – degree of phenotypic dominance

These are the hybrid combinations: Pallidum 5173/Pallidum 5184 (hp = 4.12, Ht - 11.59%, Hbt - 8.53%); Pallidum 5173 / MIP Atlas (hp = 2.84, Ht - 16.55%, Hbt - 10.13%); KWS Tenor / Pallidum 5131 (hp = 2.26, Ht - 16.71%, Hbt - 8.67%); Pallidum 5173 / Pallidum 5192 (hp = 2.05, Ht - 9.53%, Hbt - 4.66%); Pallidum 5173 / Pallidum 5131 (hp = 1.55, Ht - 13.06%, Hbt - 4.25%); Pallidum 5173 / Pallidum 5121 (hp = 1.19, Ht - 7.32%, Hbt - 1.09%); KWS Tenor / Pallidum 5141 (hp = 1.00, Ht - 0.44%, Hbt - 0.00%).

In total, out of 22 hybrid combinations of winter barley, 7 (31.8%) combinations showed positive overdominance (heterosis), 2 (9.1%) – partially positive dominance, 5 (22.7%) – intermediate inheritance, and 8 (36.4%) – negative overdominance (depression).

It is recommended to use the line Pallidum 5173 and the variety KWS Tenor as the maternal component, since hyibrids created with their participation had the highest indicators of grain number per spike.

Conclusions

The inheritances by the degree of phenotypic dominance were determined and the indices of hypothetical and true heterosis were determined in F_1 winter barley hybrids by the trait "grain number per main spike". A significant variation in the degree of phenotypic dominance (*hp*) was found depending on the crossing combination, namely from positive overdominance ($hp \geq +1.00$) to negative overdominance ($hp \leq -1.00$).

In more than 1/3 (31.8%) of the studied hybrid combinations, inheritance by the type of positive overdominance (heterosis) was noted, which allows for effective selections for this trait. Hybrid combinations with high indices of true heterosis (4.25–10.13%) based o n grain number per main spike were identified, namely Pallidum 5173 / MIP Atlas, KWS Tenor / Pallidum 5131, Pallidum 5173 / Pallidum 5184, Pallidum 5173 / Pallidum5131.

References

1. Winter barley: cropping practice, sowing rates and dates. AgroApp: Fast lending for agribusiness URL: https://agroapp.com.ua/uk/blog/ozimij-yachmin-texnologiya-viroshhuvannya-normi-ta-termini-visivu/
2. Karashchuk, G.V., Kazanok, O.O., & Kozychar, M.V. (2024). Productivity of winter barley varieties depending on plant growth regulators in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Irrigated farming*, *81*, 69–74. doi: 10.32848/0135-2369.2024.81.10
3. Voloshchuk, I.S. (2018). Weather conditions as a factor in determining zones of ecological seed growing of winter wheat. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, *64*, 31–43. doi: 10.32636/01308521.2018-(64)-3
4. Mazur, V.A., Pantsireva, G.V., & Kopytchuk, Y.M. (2020). Conservation soil fertility sound use system of fertilization and seeding rate winter wheat. *Agriculture and Forestry*, *2*(17), 5–14. doi: 10.37128/2707-5826-2020-2-1
5. Terletska, M., Bilovus, H., Ilchuk, R., & Yaremko, V. (2022). Evaluation of productivity of cultivars of winter barley in the conditions of the Carpathian. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, *72*(1), 76–90. doi: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-6
6. Dyulgerov, N., & Dyulgerova, B. (2020). Variability, heritability, and correlations among grain yield and related traits in hulless barley accessions. *Trakia Journal of Sciences*, *18*(4), 285–293. doi:10.15547/tjs.2020.04.002
7. Akgun, N., & Topal, A. (2011). Regression analysis of grain weight per plant in barley crosses. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *17*(6), 773–776.
8. Yadav, S.K., Singh, A.K., Pande, P., & Singh, S. (2015). Genetic variability and direct selection criterion for seed yield in segregating generations of barley (*Hordeum vulgare* L.). *American Journal of Plant Sciences*, *6*, 1543–1549. doi: 10.4236/ajps.2015.69153
9. Vasko, N.I., Solonechnyi, P.M., & Solonechna, O.V. (2019). The degree of dominance in F_1 barley from crosses with barley grain varieties. *World plant resources: state and prospects of development*: materials of V International scientific and practice conference (pp. 18–21). Kyiv.
10. Tkachyk, S.O. (Ed.) (2016). Methodology for the examination of plant varieties of the group of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine (3rd ed., rev. and enl.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu.
11. Ermantraut, E.P., Hoptsii, T.I., Kalenska, S.M. et al. (2014). Methods of breeding experiment (in plant science). Kharkiv: Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev Press.
12. Matzinger, D.F., Mannand, T.J., & Cockerham, C.C. (1962). Diallel cross in Nicotiana tabacum. *Crop Science*, *2*, 238–286.
13. Fonseca, S., & Patterson F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, *1*, 85–88.

14. Griffing, B. (1968). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
15. Beil, G.M., & Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, *39*(3), 345–348.
16. Zaika, Ye.V. (2015). The heterosis and inheritance of agronomical value traits of hybrids F_1 of winter bread wheat in conditions of Northern Forest-Steppe. *Scientific Reports of NULES of Ukraine, 5*. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19
17. Tromsyuk, V.D., & Bugayov, V.D. (2021). The level of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main traits of productivity in the F_1 winter triticale. *Bulletin of Sumy National Agrarian University, The series: Agronomy and Biology*, *1*(43, 49–54. doi: 10.32845/agrobio.2021.1.7

UDC: 634.232:631.563 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.109

INFLUENȚA UTILIZĂRII AMBALAJELOR CU ATMOSFERĂ MODIFICATĂ DE TIP XTEND ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CIREȘ DIN SOIURILE KORDIA ȘI REGINA LA PĂSTRARE

Lozan Andrei
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0001-8236-9829, e-mail: andreas.eden4@gmail.com

INFLUENCE OF THE USE OF XTEND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGES ON THE QUALITY OF THE STORED CHERRIES OF KORDIA AND REGINA VARIETIES

Summary. The investigations were carried out in the laboratory of the Technical University of Moldova with sweet cherries cultivated in the orchard of "Farm-Prod" Ltd., in 2022. The fruits were harvested from trees of Kordia and Regina varieties grafted on Gisela 5 Gi1482 rootstock trained under spindle system. Xtend modified atmosphere packages were used to prolong the storage period and the fruit quality. Sweet cherries were stored at the temperature of -0,5^{o}C for 42 days. At the initial phase, at two, four, five and six weeks of storage, the CO_2 and O_2 concentrations and the fruit quality was determined and evaluated. The results showed that using Xtend modified atmosphere packing can maintain fruit quality under market acceptable conditions for five weeks in comparison to normal atmosphere where after two weeks of storage the fruit quality drastically reduced.

Keywords: Sweet cherries, modified atmosphere packages, carbon dioxide, oxygen, fruit quality, firmness.

Introducere

Cireșul este o cultură importantă în pomicultura Republicii Moldova, ocupând în anul 2023 o suprafață de 3.437 ha cu producție de 13.380 tone, situându-se pe locul patru după măr, nuc și prun. Cireșele se remarcă prin aspectul atractiv, aroma intensă și conținutul nutritiv, caracteristici care au crescut cererea și producția la nivel național.

Fiind fructe foarte perisabile, cireșele au o perioadă scurtă de recoltare și păstrare, de 1-2 săptămâni și sunt sensibile la transport, ceea ce poate afecta calitatea lor. Caracteristici precum epiderma proaspătă, pedunculul verde și textura specifică sunt esențiale pentru păstrarea lor. Însă, în timpul transportului, loviturile pot provoca modificări în echilibrul zahăr-acid, înmuierea sau zbârcirea fructelor și brunificarea pedunculului, iar susceptibilitatea la agenți patogeni și afecțiuni fiziologice poate diminua calitatea. Aceste particularități joacă un rol semnificativ la păstrarea fructelor. Este foarte important de determinat momentul optim de recoltare, manipulare, depozitare și distribuție (Quero-Garcia et al., 2017; Amarowicz et al., 2008).

Pentru a menține calitatea și extinde perioada de păstrare și transportare a cireșelor, o soluție fiabilă este utilizarea ambalajelor cu atmosferă modificată (MAP), care au o permeabilitate particulară pentru difuzia gazelor și a umidității. În aceste ambalaje la respirația fructelor, concentrația de CO_2 crește și cea de O_2 se reduce (Lozan 2023), iar în urma transpirației fructelor crește presiunea valorilor și respectiv a umidității relative din interior. MAP-ul de tip Xtend produs de compania Stepac (www.stepacppc.com) din Israel oferă soluții de păstrare a fructelor disponibile și la noi în țară de către companiile furnizoare de tehnologii în agricultură.

Obiectivul acestui studiu a fost de a examina efectele pungilor MAP de tip Xtend asupra calității fructelor de cireș la soiurile de cireș Kordia și Regina în evoluție pe parcursul a șase săptămâni de păstrare.

Materiale şi metode

Fructele pentru cercetarea privind comportarea soiurilor Kordia şi Regina pe parcursul perioadei postrecoltă, păstrate în MAP, au fost colectate din cadrul plantaţiei comerciale de cireş a întreprinderii SRL „Farm-Prod", satul Olăneşti, raionul Ştefan Vodă, înfiinţată în anul 2015 cu pomi de tipul „Knip baum" importaţi din Ţările de Jos cu distanţa de plantare 4,0x1,5 m. Păstrarea, cât şi analizele de laborator au fost efectuate în cadrul laboratorului Facultăţii de Ştiinţe Agricole, Silvice şi ale Mediului de la Universitatea Tehnică a Moldovei.

Cireşele soiurilor Kordia şi Regina au fost recoltate dimineaţa, la maturitatea optimă de recoltare, sortate vizual din perspectiva culorii, a calibrului (26-30 mm), a lipsei de deteriorări fizice sau microbiologice.

Cireşele au fost răcite cu aer în cameră de prerăcire până când pulpa fructelor a avut temperatura de 3^{o}C, apoi transportate la unitatea de depozitare.

Fiecare variantă a inclus patru pungi MAP în care au fost plasate 5 kg cireşe. Cireşele păstrate în atmosferă normală (AN) au fost considerate ca variantă martor în cadrul cercetării. Ulterior, fructele de cireşe au fost depozitate în camera frigorifică pentru păstrare pe parcursul a 42 de zile la temperatura de -0,5°C, umiditatea relativă 85-90% conform recomandărilor în vigoare pentru cireşe.

Cercetările au fost realizate în condiţii de laborator după metode de efectuare a investigaţiilor privind păstrarea fructelor la culturile pomicole. La intervalele de 0; 2; 4; 5 şi 6 săptămâni după punerea la păstrare a cireşelor s-a determinat concentraţia de CO_2 şi O_2 din ambalaje cu atmosferă modificată luate în cercetare, cât şi varianta martor, pierderile în masă a fructelor cu prin intermediul metodei de cântărire, dar şi fermităţii şi acidităţii titrabile a fructelor.

Concentraţiile de CO_2 şi O_2 din spaţiul din interiorul ambalajelor au fost măsurate cu ajutorul analizatorului de gaze (Gas Analyzer Avi-Gas, TEXA, Polonia). Fermitatea cireşelor s-a determinat cu ajutorul penetrometrului FT 327, ce înregistrează rezistenţa opusă de către pulpă la pătrunderea unui piston cu suprafaţa de 3 mm^2. Aciditatea titrabilă s-a determinat prin metoda de titrare cu o soluţie de 0,1 N de NaOH cu calcularea ulterioară în acid malic.

Analiza statistică a principalilor indicatori s-a realizat utilizând pachetul de programe din Microsoft Excel 365 şi STATGRAPHICS 18.0.

Rezultate şi discuţii

Compoziţia ambiantă a gazelor din perioada postrecoltă influenţează asupra calităţii şi durata de păstrare a fructelor. În condiţii obişnuite compoziţia aerului din camera de păstrare este apropiată de cea a aerului atmosferic, prin care la temperatura de 20^{o}C, oxigenul constituie 20,95%, iar dioxidul de carbon – 0,04% (Jamba, Carabulea, 2002).

Pe parcursul păstrării în MAP se înregistrează o creştere a concentraţiei de CO_2 şi o reducere a celei de O_2, fapt ce duce la reducerea intensităţii procesului de respiraţie, la întârzierea maturării fructelor, a îmbătrânirii şi a dezvoltării bolilor fiziologice şi microbiologice (Lara et al., 2015).

Tabelul 1

Concentraţia de dioxid de carbon în funcţie de perioada păstrării şi tipul pungilor MAP pentru soiurile de cireş Kordia şi Regina în anul 2022, %

Variante	Perioada de evaluare, săptămâni				
	0	2	4	5	6
Soiul Kordia					
AN (m)	0,04±0,00	0,04±0,00	0,05±0,01	0,06±0,02	0,06±0,01
MAP		6,38±0,25	10,80±0,21	10,30±0,47	12,20±0,50
Soiul Regina					
An (m)	0,04± 0,00	0,06±0,00	0,04±0,02	0,05±0,04	0,05±0,03
MAP		8,25±0,15	12,00±0,24	11,30±0,23	12,60±0,27

În AN concentraţia de CO_2 a variat minor (0,04-0,07%) pe toată perioada de păstrare (tab. 1). La deschiderea camerelor frigorifice pentru verificarea indicatorului studiat, dioxidul de carbon

acumulat în concentrații mici s-a degajat în aerul atmosferic. La păstrarea în MAP concentrația de CO_2 a avut creșteri majore începând cu primele două săptămâni a cercetării, atingând circa 50% din valoarea atinsă la șase săptămâni. La soiul Regina această majorare a fost mai intensă decât la soiul Kordia, ajungând la 8,25% CO_2 la două săptămâni de păstrare față de 6,38%.

O moleculă de CO_2 este generată de respirația aerobă a unei molecule de O_2 și prin oxidarea glucidelor, acizilor și a altor compuși organici. Din detrimentul calității fructelor oxigenul este responsabil de efectul de oxidare a compușilor chimici, care provoacă senescența fructelor și reducerea perioadei de păstrare a lor (Jamba, Carabulea, 2002).

Concentrația joasă de oxigen la păstrare contribuie la reducerea ratei respirației și a producerii etilenei, iar multiple cercetări indică că reducerile progresive de oxigen la mai puțin de 10% produc o scădere logaritmică a ratei respirației fructelor (Wang, 2014).

Tabelul 2

Concentrația oxigenului în funcție de perioada păstrării și tipul pungilor MAP pentru soiurile de cireș Kordia și Regina, %

Variante	Perioada de evaluare, săptămâni				
	0	2	4	5	6
Soiul Kordia					
Atmosferă normală	21,0±0,2	20,6±0,4	20,9±0,2	20,8±0,2	20,9±0,2
MAP		8,1±0,3	7,8±0,4	5,9±0,6	3,9±0,1
Soiul Regina					
Atmosferă normală	21,0±0,1	20,6±0,2	20,2±0,5	20,5±0,2	20,5±0,2
MAP		9,2±0,3	6,9±0,2	4,6±0,4	4,3±0,1

La păstrare în AN concentrația oxigenului s-a micșorat de la 21,0% în varianta inițială și a variat pe toată perioada de păstrare între 20,2 și 20,9% (tab. 2). Pentru varianta MAP acest indice s-a redus de la 21,0% în faza inițială la 8,1% pentru soiul Kordia și 9,2% pentru soiul Regina în decurs de două săptămâni de păstrare, atingând 3,9% la soiul Kordia și 4,3% la soiul Regina.

Pierderile în masă a fructelor este unul dintre parametrii importanți monitorizați în perioada post-recoltă, fiind asociate cu aspecte de calitate a fructelor proaspete. Acest fenomen este cauzat de două procese de bază: transpirația fructelor ce provoacă deshidratarea sau pierderile de umiditate și respirația ce cauzează degradarea compușilor organici din fructe.

Tabelul 3

Pierderile în masă a fructelor în funcție de perioada păstrării și tipul pungilor MAP pentru soiurile de cireș Kordia și Regina, %

Variante	Perioada de evaluare, săptămâni							
	Soiul Kordia				Soiul Regina			
	2	4	5	6	2	4	5	6
AN (m)	4,13± 0,10	9,11± 0,42	11,12± 0,35	18,75± 0,36	3,47± 0,09	6,42± 0,19	8,81± 0,23	18,11± 0,48
MAP	0,10± 0,00	0,57± 0,02	2,91± 0,13	4,56± 0,15	0,32± 0,05	1,54± 0,07	2,61± 0,09	5,18± 0,11

Cercetările efectuate au demonstrat că pierderile în masă ale cireșelor în toate variantele au sporit odată cu extinderea perioadei de păstrare a fructelor (tab. 3). După șase săptămâni de păstrare în varianta martor, pierderi la ambele soiuri au fost de 18,11-18,75%, iar la păstrarea în MAP de 4,56-5,18%, ce reprezintă o valoare mai mică de 3,8 ori în medie. Această diferență dintre soiuri vorbește despre capacitatea mai bună a soiului Kordia de a fi păstrat o perioadă mai îndelungată în ciuda precocității specifice de maturare față de soiul Regina. La păstrarea în AN mai mult de patru săptămâni, cireșele din ambele soiuri și-au pierdut complet aspectul proaspăt, structura, cât și posibilitatea de a fi comercializate și consumate. Cele mai mari pierderi în masă în varianta martor au avut loc în intervalul dintre săptămâna a cincea și a șasea, atunci când structura celulelor

fructelor a fost afectată cel mai mult. Același fenomen a fost observat și la păstrarea în MAP, deși la o scară cu mult mai mică.

Corelația dintre pierderile în masă a fructelor de ambele soiuri și concentrația oxigenului în mediul de păstrare este liniară, pozitivă (fig. 1). Coeficientul de corelație *r* a fost de 0,66...0,92 pe diferite perioade de păstrare. Pe parcursul păstrării corelația a fost în creștere, ceea ce confirmă importanța menținerii concentrației oxigenului în limite reduse la păstrarea fructelor de cireș. Coeficientul de determinare a corelației (R^2) la șase săptămâni de păstrare, a fost de 0,85, ceea că demonstrează că 85% dintre valorile pierderilor în masă a fructelor depind de concentrația oxigenului în mediul de păstrare.

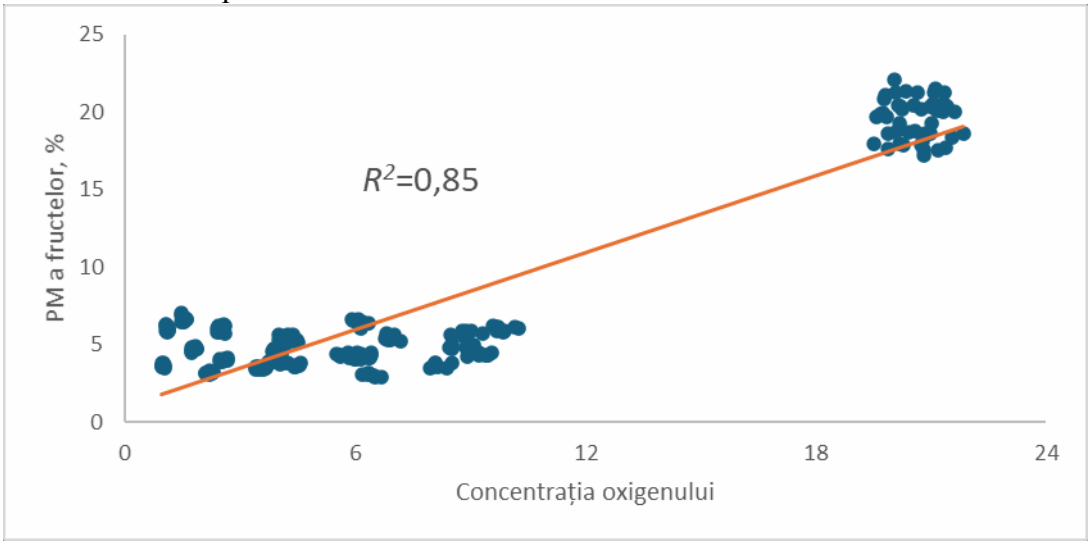


Figura 1. Analiza corelației dintre pierderile în masă a fructelor și concentrația oxigenului în mediul de păstrare la șase săptămâni de păstrare a cireșelor din soiurile Kordia și Regina

Fermitatea este unul dintre parametrii de bază ai calității cireșelor ce vorbește despre integritatea celulelor din fruct. Aceasta rezultă dintr-o combinație a durității epidermei și pulpei și poate varia în funcție de soi și gradul de maturare a fructelor. Un aspect al dinamicii fermității la păstrarea îndelungată este menținerea umidității relative a aerului care induce starea de turgescență și stabilitatea structurii interne a fructelor.

Tabelul 4

Dinamica fermității pulpei cireșelor din soiul Kordia și Regina în funcție de perioada păstrării și tipul pungilor MAP, kg/cm^2

Variante	Perioada de evaluare				
	0	2	4	5	6
Soiul Kordia					
AN	0,61±0,04	0,52±0,06	0,44±0,04	0,42±0,05	0,33±0,05
MAP		0,56±0,07	0,46±0,03	0,44±0,06	0,42±0,02
Soiul Regina					
AN	0,59±0,06	0,50±0,07	0,38±0,06	0,33±0,07	0,26±0,05
MAP		0,56±0,07	0,51±0,08	0,46±0,05	0,44±0,07

Fermitatea cireșelor în faza inițială a fost de 0,61 kg/cm^2 pentru soiul Kordia și 0,59 kg/cm^2 pentru soiul Regina. Acest indice are o tendință de descreștere în toate variantele (tab. 4). În decurs de șase săptămâni fermitatea fructelor păstrate în MAP a fost mai mare cu 21,4% pentru soiul Kordia și 50,0% pentru soiul Regina față de fructele păstrate în AN.

Aciditatea titrabilă este unul dintre parametrii cheie ale calității cireșelor, după cum este legată de acceptabilitatea consumatorilor ce ține de gustul fructelor, fiind dependentă mult de soi. Cireșele sunt fructe slab acidulate cu valori ale pH-ului între 3,7 și 4,2 și a acidității titrabile între 0,7 și 1,2% (Quero-Garcia J., et al., 2017).

Compoziția chimică a aerului este un factor important care condiționează nivelul acizilor organici din produsele depozitate. În MAP prin procesul de respirație, deși redus, aciditatea titrabilă continuă să se exideze, deși la o rată cu mult mai mică decât la păstrarea în condiții frigorifice în AN. La păstrarea în MAP timp de șase săptămâni aciditatea titrabilă a fructelor s-a redus până la 0,32-0,33% la ambele soiuri ce reprezintă dublu față de valorile acestui parametru din varianta martor, și anume AN (tab. 5).

Tabelul 5

Dinamica acidității titrabile a fructelor în funcție de perioada păstrării și tipul pungilor MAP pentru soiurile de cireș Kordia și Regina, %

Variante	Perioada de evaluare				
	0	2	4	5	6
Soiul Kordia					
AN (m)	0,69±0,01	0,50	0,34	0,22	0,17
MAP		0,55	0,56	0,44	0,33
Soiul Regina					
AN (m)	0,62±0,01	0,39	0,26	0,18	0,15
MAP		0,51	0,35	0,36	0,32

Pe lângă compușii volatili, aciditatea fructelor determină intensitatea gustului cireșelor, care devine foarte vag la un nivel mai jos de 0,4% a acidității titrabile. La păstrarea în MAP, în cazul soiului Kordia se recomandă a se păstra cireșele până la cinci săptămâni și pentru Regina – până la patru săptămâni pentru a avea calitatea fructelor la un nivel înalt de acceptabilitate din partea consumatorilor.

Concluzii

Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale ne permit să menționăm că, pentru a avea fructe de cireș de calitate înaltă se recomandă de a se utiliza MAP de tip Xtend la păstrarea timp de cinci săptămâni a fructelor din soiul Kordia și patru săptămâni din soiul Regina. La păstrarea în AN după două săptămâni de păstrare calitatea fructelor este afectată. Condiții importante sunt menținerea temperaturii la -0,5^{o}C, umiditatea aerului de 85-90% la păstrare și calitatea fructelor la recoltare.

Referințe bibliografice

1. Quero-Garcia, J., Iezzoni, A., Pulawska, J., Lang, G. *Cherries: botany, production and uses*, CAB International, Wallingford, Great Britain, 2017, ISBN: 978 1 78064 837 8.
2. Amarowicz, R., Carle, R., Dongowski, G., Durazzo, A., Galensa, R., Kammerer, D. Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods: Review. Molecular Nutrition & Food Research, 2008. 53, p. 151–183. DOI: 10.1002/mnfr.200700486. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19065581/.
3. Lozan A. Impactul ambalajelor cu atmosferă modificată asupra concentrației de CO2 și O2 în perioada post-recoltare la două soiuri de cireșe. no. 1 (2023), pp. 47-57. DOI: 10.55505/SA.2023.1.05. http://repository.utm.md/handle/5014/23734.
4. Jamba, A., Carabulea, B. Tehnologia păstrării și industrializării produselor horticole. Editura Cartea Moldovei, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Chișinău, 2002. 85 p. ISBN 9975-60-098-0.
5. Lara I., Camats J.A., Comabella E., Ortiz A. Eating quality and health-promoting properties of two sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars stored in passive modified atmosphere. Food Science and Technology International, 2015. 21: 133–144 p. DOI: 10.1177/1082013213518544.
6. Wang, Y., Xie, X., Long, L. E. The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes and quality attributes of sweet cherry fruit. Food Chemistry 160:22-30. Oregon State University 2014. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.03.073.s

UDC: 582.475.4:630*443 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.110

PHYTOPATHOLOGICAL ASSESSMENT AND COMPOSITION OF *Pinus* sp. PATHOGENS

Lungu Andrei[1,*], *https://orcid.org/0000-0002-5024-5765*
Stratulat Tatiana[2], *https://orcid.org/0000-0003-3120-7058*
Bulgar Vladimir [3]
Crucean Stefan[1], *https://orcid.org/0000-0002-4883-1757*
Curiev Loredana[1], *https://orcid.org/0000-0002-1927-8358*
Jalba Svetlana[1], *https://orcid.org/0009-0007-9756-2059*
[1] *Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova*
[2] *Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection, Chisinau, Republic of Moldova*
[3] *Institute of Forestry Research and Management, Chisinau, Republic of Moldova*
**e-mail: andrei.lungu@sti.usm.md*

Summary. This paper evaluates the state of Moldavian pine forests (nurseries and urban areas) with the use of traditional phytosanitary monitoring in the centers of desiccation. The aim of the research was assessment of the sanitary state of pine plantations, identification of the composition of pathogens and development of recommendations for the improvement of the condition and increase of the biological stability of pine plantations. Results showed that the majority of damages were caused by fungi. In *Pinus sp*. the most common pathogens were fungi: *Alternaria sp., Aspergillus sp., Rhizopus sp., Fusarium sp*. and *Sphaeropsis sp*.

Keywords: *Pinus* sp., phytopathological assessment, reddening of needles, fungal pathogens.

Introduction

Modern globalization facilitates the mass movement of animals, plants, fungi and other organisms outside their natural ranges. The emergence of a previously uncommon (alien) species, its naturalization and introduction into local biogeocenosis (invasion) can cause significant ecological and economic damage, as is the case with the dispersal of phytopathogenic organisms, especially phytopathogenic fungi. Invasions of phytopathogenic fungi have accelerated significantly in Europe over the last 40-50 years [1]. The emergence of dangerous invasive phytopathogens can have the most dangerous consequences for native plant communities, leading to the weakening and even mass mortality of forests, artificial and urban plantations [2]. As a rule, invasions of phytopathogenic fungi are not limited to one country or region, but spread almost all over Europe in certain forest types where host plants of a given phytopathogen grow in masse [3]. An example of destructive invasions of phytopathogenic fungi affecting the whole of Europe in the last 30 years is the spread in forests:

- *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. which caused severe oak dieback and degradation of oak forests throughout Europe;

- *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell, the causal agent of shoot canker of pines, known in many European countries [4].

Forests are one of the most important vegetation types, fulfilling functions ranging from supporting a healthy watershed to wildlife habitat and produce a wide range of socio-economic goods for the owners of forest lands as well as for the surrounding society [5]. According to archival materials and literature data, the forest area of the right bank of Moldova at the beginning of the nineteenth century was 600 thousand ha (more than 30% of the territory). In 2023, the forest area in the country was 467.9 thousand ha, or 13.8% of the territory [6], which places our Republic among the European countries with the lowest level of afforestation (the average value in Europe is 29%, in the world - 31%). Therefore, forest restoration and expansion of areas covered with forest

vegetation is a national priority. All forest restoration and expansion works are carried out on forest lands managed by the Agency “Moldsilva”. Forest nurseries (25) in Moldova produce annually about two million tree seedlings, of which coniferous trees account for about 20 per cent.
Annual impact of a complex of unfavourable factors of abiotic and biotic character leads to weakening and death of trees, increased (pathological) dieback appears in plantations and sanitary condition deteriorates. Seedlings grown in tree nurseries are also heavily affected by infectious and non-infectious diseases. In order to timely identify and prevent potential threats to forest plantations, monitoring of sanitary and forest pathological condition of the forest fund is carried out. Thus, the monitoring data on the species composition of phytopathogenic fungi affecting woody plants in the south of Moldova indicates the penetration and spread of new species of invasive diseases. New phytopathogens are already causing and may cause serious damage to forestry in the future.

The purpose of the study was to establish the sanitary state of pine plantations, identify the species composition of pathogens and develop recommendations for improving the condition and increasing the biological stability of pine plantations.

Materials and methods

Field study and sample collection.

Three forest areas were selected for observation and sampling as permanent research sites out of 23 forests and reserves managed by Agency “Moldsilva”: the first one in Calarasi district; the second one along the R14 road, near Balti; the third one in Hincesti-Silva, next to a sugar factory; the fourth one was in Chisinau urban forest, Valea Morilor Park (Figure 1). Coniferous species - pine - make up the bulk of the vegetation in these parks.



1 2 3

Figure 1. Panoramic trees views: 1- O.S. Calarasi; 2- R14 road, Balti; 3- Chisinau, park Valea Morilor, 2022

The reconnaissance method was used for phytopathological assessment. When assessing the phytosanitary condition, attention was paid to the infestation with a complex of diseases characteristic of coniferous trees. Each pine tree was ranked according to one of six categories of green woody plantations condition according to the results of visual assessment of needles, crown, growth, presence of signs of desiccation, local damage of trunk and root paws, branches as follows: 1st - the tree is healthy; 2nd - the tree is weakened; 3rd - the tree is very weakened; 4th - the tree is in the process of desiccation; 5th - recently died; 6th - died more than a year ago (according to Annex 6K to the Sanitary Rules for Forests of the Republic of Moldova (1998)).

For the assessment of the composition of pathogens the samples of wood, needles and growth, with signs of lesions (reddening) of needles, were taken from *Pinus sp.* for taxonomic characterization of the pathogens. A total of 12 pine samples were collected. Needle samples of

selected trees with a varying degree of drying were taken from three levels (upper, middle and bottom). Fragments of dry and green needles, branch tips, and wood fragments were taken from each sample (Figure 2 and 3).



Figure 2. Sample preparation: fragments of dried and green needles



Figure 3. Sample preparation: growing tips of branches, wood fragments

Identification methods of pathogens included a combination of morphological assessment and fungal culturing methods. Wood and needle samples were sterilized by 96% ethanol for 15 second and small fragments were used to place on PDA nutrient medium agarized in Petri dishes. Then Petri dishes samples were placed in thermostat at temperature of 28□C. Similarly, sections of the branches were performed. When examining the tissue of the branches no symptoms of attack or obvious changes in the woody tissue were observed. Reinoculations of pathogens were performed several times until pure culture was obtained. Pure cultures were incubated at 28°C in the dark, grouped morphologically.

Fungi were identified according to available methods and identifiers [7, 8].

Results and discussions

In the last decade, the pine forests of Moldova have experienced a decrease in biological resistance, accompanied by a massive drying out of forest stands. From the moment of identification of the damaged plantings area, the volume of drying out of pine forests is constantly growing. Counting of dying pine plantations was initiated by the Ministry of Environment of the Republic of Moldova and specialists from Institute of Forestry Research and Management in the fall of 2019, when this phenomenon became widespread. In pine forests on the territory of the Republic, starting from 2019, the development and spread of reddening of needles is observed, which causes its degradation and desiccation. The massive drying up of pine forests, having significantly expanded to the north and west of the republic, affected 6 out of 23 forestry institutions in the country in 2022. The pathological process continued to cover new territories, and in 2020 it was recorded in urban green spaces (Chisinau). The results of the observation of pine plantations managed by Agency “Moldsilva” are presented in Table 1.

Table 1

Area of pine plantations managed by the Agency “Moldsilva” in which outbreaks of reddening of needles were observed, 2022

No	Forestry enterprises	Area of outbreaks (ha)				
		Total	Including the volume of drying			
			very weak (5-20%)	weak (21-30%)	moderately (31-50%)	strong (> 50%)
1	Calarasi	61,95	34,95	17,6	5,45	3,95
2	Nisporeni-Silva	56,9		5,5	47,4	4
3	Orhei	436,6	163,2	107,2	166,2	
4	Balti	219,84	104,09	71,8	27,16	16,79
5	Hincesti Silva	285	111,2	113,6	30,7	29,5
6	Soroca	501,1		9,7	158,5	332,9
	Total	**1561,39**	**413,44**	**325,4**	**435,41**	**387,14**

According to the Agency "Moldsilva" data, the reddening of needles is 1561.39 ha. Foci with intensity of infestation: very weak (5-20%) account for 26.5% (413.4 ha), weak (21-30%) - 20.8% (325.4 ha), medium (31-50%) - 27.9% (435.41 ha) and strong (more than 50%) - 24.9% (35.6 ha).

To assess the pathogen, affected branches were taken from three samples and prepared for pathogen identification using the method described above.

Results showed that the majority of damages were caused by fungi. A majority of fungal diseases were associated with shoots and needles. The symptoms included stunted growth, discoloration and loss of needles, and dieback of the shoots. In many cases, fungal mycelia and fungal fruiting bodies were also observed on damaged tissue.

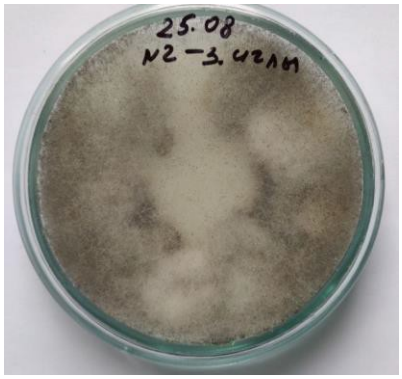
During the study, a number of pathogenic fungi were isolated and identified (at the genus level). Results of microbiological examination of pine samples (needles, shoots, wood) are presented in the Table 2.

Table 2

List of identified pine phytopathogens

Sample	No.	Pathogenic agent
		Fungi
Needles	**1**	*Rhizopus sp.; Penicillium sp.; Alternaria sp. Apergillus sp.. Fusarium sp.; Sphaeropsis sp.* *NB! Trichoderma sp.*- non-pathogenic
	2	*Rhizopus sp.; Apergillus sp.; Alternaria sp.; Penicillium sp.; Fusarium sp.; Trichoderma sp.*
	3	*Rhizopus sp.; Alternaria sp.; Penicillium sp.; Fusarium sp. Trichoderma sp.*
	4	*Alternaria sp.; Penicillium sp. Fusarium sp., Sphaeropsis sp., Trichoderma sp.*
Wood/ shoot	**1-4**	*Rhizopus sp.; Aspergillus sp.; Fusarium sp.; Sphaeropsis sp.*

In *Pinus sp.* the most common fungal pathogens were *Alternaria sp., Aspergillus sp.* and *Rhizopus sp., Fusarium sp.* and *Sphaeropsis sp.* (Figure 4).



Rhizopus sp. (needles)



Sphaeropsis sp. (needles)



Rhizopus sp.,Fusarium sp., Sphaeropsis sp., Aspergillus sp. (pine shoots)

Figure 4. **Growth of pine phytopathogen colonies on solid media**

Results demonstrated that fungal pathogens remain the major threat in *Pinus sp.* in Moldovan forest nurseries.

Thus, the immediate cause of the death of pines in the centers of desiccation is damage by pathogenic organisms that are introduced including by bark beetles when populating living trees.

But, given the geography of this phenomenon, it can be assumed that the massive drying out of pine stands in many European countries, including Moldova, may be associated with climate change. Possible causes of shrinkage can be divided into:

- natural: dry events of recent years, violation of the hydrological regime of soils, massive damage to pine plantations;
- anthropogenic: accumulation in the forest fund of a large number of artificial pine stands of the same age, refusal to utilize pine felling residues by fire in accordance with the requirements of forest certification, low efficiency of forest pathological monitoring, very low funding for forest protection work and scientific research in this area.

No funding for research does not allow speaking about a more complete picture of the reasons for the phenomenon of mass drying of pine forests in Moldova at the moment.

Clearly, there is a great need for research on such invasions, which could help minimize their negative effects in the future. Unfortunately, so far the measures taken to combat these growing threats are not systematic and effective, although in many cases technologies have already been developed to accurately identify invasive phytopathogenic fungi, there is an understanding of their pathways of entry and spread, and control methods have been developed.

Acknowledgements. These researches were carried out within the project 22.80015.7007.261T, Intellectual Solutions and Biotechnologies for the Sustainable Development of Green Spaces in the Urban Environment funded by National Agency for Research and Development.

References

1. Marie-Laure Desprez-Loustau., Cécile Robin., Marc Buée., Régis Courtecuisse., Jean Garbaye., Frédéric Suffert., Ivan Sache., David M. Rizzo., *The fungal dimension of biological invasions,* 2007, *22(9), 0–480 pp.* doi:10.1016/j.tree.2007.04.005.
2. Santini, A., Ghelardini L., De Pace C., Desprez-Loustau M. L., Capretti P., Chandelier A., Cech, T., Chira D., Diamandis S., Gaitniekis T., Hantula J., Holdenrieder O., Jankovsky L., Jung, T., Jurc D., Kirisits T., Kunca A., Lygis V., Malecka M., Marcais B., Schmitz S., Schumacher J., Solheim H., Solla A., Szabò I., Tsopelas P., Vannini A., Vettraino A. M., Webber J., Woodward S., Stenlid J., *Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. New Phytologist, 197(1),* 2013. *238–250 pp.* doi:10.1111/j.1469-8137.2012.04364.x
3. Yukhnovskyi V., Urliuk Yu., Khryk V., Levandovska S., *Sanitary state of water-protection pine plantations in the interfluve of Dnieper and Desna. Agribiology, 2, 2019, 88-95.* doi: 10.33245/2310-9270-2019-153-2-88-95
4. Bulgakov T.S., Invasions of alien plant pathogenic fungi in forest ecosystems of the southern European Russia: Modern state and potential threats in the near future. Modern problemsof forest protection and ways of their solution Materials of the II International research-to-practice conference in commemoration of 95th anniversary of Professor Nikolai Ilyich Fedorov, and the 90th anniversary of the Department of Forest Protection and Wood Science. Minsk: BSTU, 2020, 62-68 pp. ISBN 978-985-530-864-6
5. Mariusz Szymaneka, Wojciech Tanaś, Maciej Sprawka, Alexander Pugachevsky, Alexander Sazonov, Sergey Kostyukevich, Mikhail Kudin, Anatoly Puchilo, Oleg Semyonov, Vladimir Shukanov. Assessment of the Pine Forests Condition Using Forest Factors, Physiological Characteristics and Remote Detection Data. *Agricultural Engineering.* 2021, 25(1), pp. 29-49.
6. Moldova în cifre: Breviar statistic / Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova; colegiul de redacţie: Oleg Cara (preşedinte) [et al.]. Chişinău: [S. n.], 2024
7. В.И. Билай, Методы экспериментальной микологии. Издательство Наукова Думка, Киев, 1982, 550 p.
8. G.H. Boerema, J. de Gruyter. Phoma identification manual. Differentiation of specific and infra-specific taxa in culture, 2004.

UDC: 632.38:633.11:551.588.7(478+477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.111

WHEAT VIRUSES DON'T KNOW BORDERS: IDENTIFICATION IN UKRAINE, MOLDOVA AND THEIR IMPACT ON YIELD UNDER GLOBAL WARMING

Mishchenko Lidiya[1,*], *https://orcid.org/0000-0003-0697-6971*
AndronicLarisa[2], *https://orcid.org/0000-0002-2761-9917*
Rahmatov Mahbubjon[3, **], *https://orcid.org/0000-0001-7491-2836*
Molodchenkova Olga[4] , *https://orcid.org/0000-0003-2511-0866*
Armonienė Rita[5], *https://orcid.org/0000-0002-8792-8156*
Mishchenko Ivan[6], *https://orcid.org/0000-0002-2919-8546*
Pozhylov Illia[1], *https://orcid.org/0000-0002-6259-3740*
Motsnyi Ivan[4], *https://orcid.org/0000-0002-1812-9481*
Dashchenko Anna[6], *https://orcid.org/0009-0000-9943-0710*
Fanin Yaroslav[4] *https://orcid.org/0000-0003-3129-7583*
[1]*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine*
[2]*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova*
[3]*Department of Plant Breeding, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden*
[4]*Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigations, 3 Ovidiopolska doroga str., Odessa, Ukraine*
[5]*Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Instituto, Lithuania*
[6]*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
** e-mail: lmishchenko@ukr.net, ** e-mail: olgamolod@ukr.net*

Summary. The early spring of 2024 contributed to emergence of viruses both in Ukraine and in neighboring Moldova. Already in April, wheat plants with signs of virus damage were selected in Vinnytsia and Dnipropetrovsk regions, and almost at the same time in Moldova. In May, the *Wheat stripe mosaic virus* (WSMV) was also discovered in Poltava. WMSV was detected in both countries, which has a significant epidemic potential, leading to a decrease in yield. In addition, in Ukraine, we continued to observe the manifestation of cold stress due to a daily temperature drop of more than 20ºC, which led to the appearance of symptoms such as purple leaves and the development of chlorotic and yellowish-brown stripes, which are very similar to viral damage. The absence of viruses in such stressed wheat plants has been conclusively proven. A reliable decrease in wheat yield was established not only under the influence of a viral infection, but also in variants with a daily temperature difference in May-June, that is, the phase of emergence into the tube and the beginning of earing.

Keywords: Wheat, *Wheat streak mosaic virus*, symptoms, crop, Moldova, Ukraine.

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.), as the main food crop in Ukraine, is of great economic importance, while serving as a critical contributor to global food security. However, climate change affects water availability, temperature, and atmospheric CO_2 concentration, which, in turn, directly affects plant growth processes and, finally, the ability of plants to efficiently produce protein, starch, and other plant products that are valuable for human nutrition [1]. The issue of climate change is also relevant for our country, because in recent years, abnormal climatic phenomena have been observed, which create a number of significant problems for grain production. Thus, late spring frosts in 1999, 2001 and 2004, a long-term ice crust in 2003, waterlogging in June 2001, 2006, and moisture deficit in September-October 2005, 2007 [2] and 2011, 2023 years led to a catastrophic crop condition winter wheat and significant financial losses due to grain shortage. Modern warming causes a significant change in the agroclimatic conditions for the growth,

development and productivity of agricultural crops. It is accompanied by a significant increase in air temperature in the winter months, an increase in the number of prolonged thaws, a temporal shift in the development of natural processes, changes in the duration of the seasons, an extension of the frost-free period and the duration of the growing season of agricultural crops, and an increase in the heat supply of the growing season. More than 30% of the territory of Ukraine with the most fertile lands, where the production of about 65% of commercial grain is concentrated, is in the zone of insufficient hydration. The main feature of the warming period was the unevenness of precipitation within the year and in individual years, which led to an increase in the number of drought events. It was shown that the climate of Ukraine is highly sensitive to global climate change. It was found that annual temperature changes towards warming over a century period are 0.7–0.9 °C in Polissia and Forest Steppe, and 0.2–0.3 °C in the Steppe. Therefore, the problem of assessing the impact of expected climate changes on agroclimatic conditions of cultivation, productivity and gross harvest of agricultural crops is extremely relevant [3].

It is known that such climate changes can significantly affect crop yield. Thus, the productivity of grain crops is closely related to the presence of precipitation and temperatures during the growing season. It has been established that precipitation during the vegetation period is a positive factor for grain yield, while the influence of high temperatures leads to its decrease [4, 5]. An increase of temperature above the optimum for every 1 °C negatively affects wheat yield with a predicted 5.3% [6] and 6% [7] reduction in yield. In wheat, exposure to frost or high temperatures during pollination significantly affects yield [8, 9].

Climate change affects the level of losses from plant diseases, because the environment significantly affects not only plants, but also pathogens and their vectors. The appearance, prevalence, harmfulness of phytoviral diseases, as well as the subsequent co-evolution of plants and their pathogens, which leads to changes in the species composition of viruses in a certain region, the appearance of differences in the properties of virus isolates, the occurrence of epiphytotia directly depend on changes associated with global warming (increasing temperature, changes in the amount of atmospheric precipitation, increasing the level of CO_2 and ozone, drought, etc.) [10, 11, 12]. However, only a few of them are devoted to viruses of cereals [13, 14, 15, 16]. It should be noted that these pathogens are transmitted by vectors*: Barley yellow dwarf virus* (BYDV) – aphids, *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) by microscopic mites, and *Wheat dwarf virus* (WDV) by leafhoppers. In this regard, changes in climate impacts may indirectly affect the intensity and prevalence of WSMV, VYDV and WDV diseases through effects on the reproduction/survival of their vectors. Thus, in the conditions of a mild winter, a high intensity of aphid migration in spring and a high frequency of cases of plant damage are noted. In this regard, climate changes impacts may indirectly affect the intensity and prevalence of WSMV, VYDV and WDV through effects on the reproduction/survival of their vectors. Thus, in the conditions of a mild winter, a high intensity of aphid migration in spring and a high frequency of cases of plant damage are noted. The harmfulness of viral diseases is largely determined by the amount of inoculum and the duration of infection, which are affected by the winter survival of its hosts. For some viruses, increased temperatures also cause more severe symptoms. The survival rate of aphids increases with a milder winter, and higher spring and summer temperatures increase their development and reproductive level and lead to a greater intensity of the disease. Mild winters increase the survival of weeds, which are virus reservoirs. A raise of the frequency and intensity of summer storms with high winds, rain and hail will increase plant damage, leading to an enhancing in mechanical and livestock transmission of viruses.

In recent years, in Ukraine, and in particular, in the Poltava region, it has become very noticeable that winter wheat practically does not freeze, but suffers from significant temperature changes in the phases of emergence into the tube and the beginning of earing [17, 18, 19], which leads to significant economic losses. New WSMV diagnostic approaches are also shown (Mishchenko et al, 2021) [20]. Innovation may be the biggest challenge in developing crop varieties to win the race between climate change and food security [21].

In connection with climate changes, it is often difficult to distinguish the symptoms of viral infections from other abiotic factors. Therefore, the diagnosis of wheat viral infections is an old and at the same time a new topic

The goal of our research was the identification of viruses on wheat crops in Ukraine and Moldova in 2024 and the influence of the *Wheat streak mosaic virus* and the biotic factor (daily temperature difference in May-June) on the yield of the crop (wheat).

Material and methods

Double-antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) and triple antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (TAS-ELISA) were employed to identify viruses in wheat leaf sap, using specific antibodies to wheat streak mosaic virus (WSMV), wheat dwarf virus (WDV), barley yellow dwarf virus (BYDV-PAV), brome mosaic virus (BMV), wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV), barley stripe mosaic virus (BSMV) (all Loewe, Germany) and High Plains wheat mosaic virus (HPWMoV) (Agdia, USA). Wheat leaf tissue was ground in PBS buffer (pH 7.4) in a ratio of 1:2 (w/v) to prepare antigen samples. Leaf samples from healthy wheat plants were used as negative controls, and commercial samples from Loewe, Germany, as positive controls. The results were recorded with an Opsis MR reader (Termo Labsystems, USA) and Dynex Revelation Quicklink software, at a wavelength of 405 nm. Samples were considered positive when their absorbance values at 405 nm were at least three times higher than those of the negative controls [22].

RNA extraction, RT-PCR.

Total RNA was extracted from fresh leaves using the RNA kit from Thermo Scientific (https://www.thermofisher.com/se/en/home/life-science/dna-rna-purification-analysis/rna-extraction/rna-types/total-rna-extraction.html). Reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) was conducted in two steps. First, reverse transcription was performed with RevertAid Reverse Transcriptase (Thermo Scientific, USA), which incorporates genetically modified Moloney Murine leukaemia virus reverse transcriptase (MMuLV RT), following the manufacturer's protocol. Amplification was then carried out using a thermocycler (Genetic Research Instrumentation LTD, Great Britain) and specific oligonucleotide primers targeting a portion of the WSMV CP gene (WS-8166F (5′ GAGAGCAATACTGCGTGTACG 3′) and WS-8909R (5′ GCATAATGGCTCGAAGTGATG 3′) [23]. This resulted in amplification of a 750 bp DNA product. The amplification reaction contained 12.5 μL Dream Taq PCR Master Mix (2x) buffer (comprising Dream Taq DNA polymerase, 2x Dream Taq buffer, 0.4 mmol/L of each dNTP, 4 mmol/L MgCl2), 7.5 μL nuclease-free water, 1 μL of each primer (10 mol/L) and 3 μL cDNA. The temperature profile of the amplification reaction was as follows: initial denaturation for 3 min at 95°C, followed by 35 cycles of denaturation at 95°C for 30 s, annealing at 55°C for 30 s, and extension at 72°C for 1 min. The final extension step was performed at 72°C for 10 min. The PCR products were separated on a 1.5% agarose gel alongside DNA markers (MassRuler DNA Ladder Mix, ready-to-use, SM 0311, Thermo Scientific, USA), stained with ethidium bromide and visualised under UV light. Following gel electrophoresis, the PCR products were purified from the agarose gel using the QIAquick Gel Extraction Kit (Qiagen, UK).

Five biological replicates, each containing leaves pooled from five individual plants, were used in each ELISA measurement. Three technical replications were conducted for each biological replicate and, when appropriate, the mean value was calculated for each biological replicate. DAS-ELISA was performed in three replicate runs. Yield structure was measured on 10 replicates, while all biochemical measurements were performed on six replicates. Data processing was performed using Microsoft Office Excel v.14.7.3 (Microsoft, Redmond, WA, USA) or Prism Graph 8 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Differences between mean values of traits were evaluated by the Student's t-test at probability level $p \leq 0.05$.

Results and discussion

Phytopathological monitoring of wheat crops in Ukraine and Moldova in April - May 2024 revealed symptoms of viral diseases in both countries (Fig. 1, A-D). Infected plants had symptoms of light green and yellow stripes of various lengths extending parallel to the venation and characteristic chlorotic. Especially classical symptoms of WSMV were observed in Moldova and Poltava region. WSMV was identified by DAS-ELISA. In May in the Poltava region there were clearly visible symptoms on different genotypes and lines of wheat, yellow-brown stripes and spots that resembled viral or fungal diseases (Fig. 1, E-H). The conducted studies (light microscopy for fungi) and immunological (DAS-ELISA) did not reveal fungi and none of the 7 viruses listed in the methods. PCR analysis confirmed this (Fig. 2). WSMV was detected in Moldovan and Vinnytsia isolates of of winter wheat.



Figure 1. Symptoms of WSMV on wheat: A–C – Moldova, 24.04.2024; D – Vinnytsia region, 17.04.2024; E – G – lines and variety Patras (H) in the Poltava region, 15.05.2024

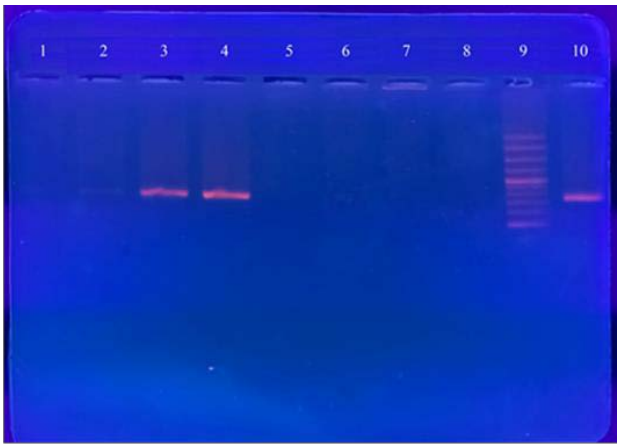


Figure 2. Detection of WSMV in infected wheat leaves by RT-PCR. Electrophorogram showing PCR DNA fragments of 750 bp in size, amplified using Dream Taq PCR Master Mix (2X) (Thermo Scientific); Tracks 1–4 – isolates from Moldova; 5 – lines No. 22, 6 – 32, 7 – 41; 8 – variety Patras; 9 – DNA markers (O'GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder, Thermo Scientific), 10 – Vinnytsia region.

The conducted harvest studies showed that the mass of 1,000 grains in the WSMV-infected wheat plants of the Bohdana variety (Poltava region) decreased by 25% compared to the control (healthy plants) and by 32% under the action of cold stress. It is 54.6 g for healthy plants, 40.9 g for virus-infected plants, and 36.8 g under conditions of cold stress. For the Odesa line in the field experiment of the Poltava region the mass of 1,000 grains in healthy plants is 46.2 g, and with the effect of a daily temperature drop of more than 20º C – only 38.1 g.

Conclusions

Conducted researches of wheat plants of various genotypes, affected by the WSMV in Ukraine and Moldova, confirmed that viruses really do not have borders. The PCR analysis revealed amplicons of 750 bp size, corresponding to the expected WSMV product for wheat from neighboring Moldova and Vinnytsia region. The next step will be to study the phylogeny of the detected viruses. A reliable decrease in wheat yield was established not only under the influence of a viral infection, but also in variants with a daily temperature difference in May-June, that is in the phase of emergence into the tube and the beginning of earing. The symptoms of the these plants are very similar to viral and fungal infections of wheat. Therefore, diagnosis is extremely necessary for decision-making.

Acknowledgements. This research has been funded by the National Research Foundation of Ukraine (grant No. 2023.03/0244 «Mechanisms controlling of resilience of economically important crops to viral diseases under war conditions and global warming».

References

1. Hatfield J.L. Agroclimatology and Wheat Production: Coping with Climate Change / J.L. Hatfield, C. Dold // Front. Plant Sci. // 2018. – Vol. 9. – P. 224. doi: 10.3389/fpls.2018.00224
2. Kyrylenko VV. [Based on a wide selection]. Karantyn i zahyst roslyn=Quarantine and Plant Protection. 2008; 6:4- 6. Ukrainian
3. Stepanenko SM, Polyovyi AM, Shkolnyi EP, et al. [Assessment of the impact of climate change on the economy of Ukraine]. Stepanenko SM, Polyovyi AM, editor. Odesa: Ekologia; 2011. Ukrainian
4. Hatfield JL, Boote KJ, Kimball BA, Ziska LH, Izaurralde RC, Ort D, et al. Climate impacts on agriculture: implications for crop production. Agron. J. 2011; 103: 351–370. doi: 10.2134/agronj2010.0303
5. Yu Q, Li L, Luo Q, Eamus D, Xu S, Chen C, et al. Year patterns of climate impact on wheat yields. Int. J. Climatol. 2014; 34:518–528. doi: 10.1002/joc.3704
6. Innes PJ, Tan DKY, Van Ogtrop F, Amthor JS. Effects of high-temperature episodes on wheat yields in New South Wales, Australia. Agricultural and Forest Meteorology. 2015; 208: 95–107. doi: 10.1016/j.agrformet.2015.03.018
7. Asseng S, Ewert F, Martre P, Rötter RP, Lobell DB, Cammarao D, et al. Rising temperatures reduce global wheat production. Nature Clim. Change. 2015; 5: 143–147. doi: 10.1038/nclimate2470
8. Prasad PVV, Djanaguiraman M. Response of floret fertility and individual grain weight of wheat to high temperature stress: sensitive stages and thresholds for temperature and duration. Funct. Plant Biol. 2014; 41: 1261–1269. doi: 10.1071/FP14061
9. Rezaei EE, Siebert S, Ewert F. Intensity of heat stress in winter wheat-phenology compensates for the adverse effect of global warming. Environ. Res. Lett. 2015; 10:024012. doi: 10.1088/1748-9326/10/2/024012
10. Habekuß A, Riedel C, Schliephake E, Ordon F. Breeding for resistance to insect-transmitted viruses in barley – an emerging challenge due to global warming. Journal für Kulturpflanzen. 2009; 61: 53–61.

11. Jones RAC. Plant virus emergence and evolution: Origins, new encounter scenarios, factors driving emergence, effects of changing world conditions, and prospects for control. Virus Research. 2009; 141:113–130.
12. Ruszkowska M, Lipa JJ, Walczak F, Wójtowicz A. Current and future crop protection problems in Poland in a changing climate. Proceedings of the Conference on Climate change and agricultural production in the Baltic Sea region. Focus on effects, vulnerability and adaptation; 2010 May 4-6; Uppsala, Sweden. NJF Report. 2010; 6(1): 63-64.
13. Bowen KL, Burch K. Influence of weather on barley yellow dwarf severity and yields of wheat in Alabama. Phytopathology. 2001, 91:S10.
14. Nancarrow N, Constable F, Finlay K, Freeman A, Rodoni B, Trebecki P, Vassiliadis S, Yen A, Luck J. The effect of elevated temperature on Barley yellow dwarf virus-PAV in wheat. Virus Research. 2014; 186:97–103.
15. Trębicki P, Nancarrow N, Cole E, Bosque-Pérez NA, Constable FE, Freeman AJ, et al. Virus disease in wheat predicted to increase with a changing climate. Global Change Biology. 2015; 9: 3511–19.
16. Trębicki P, Nancarrow N, Bosque-Pérez NA, Rodoni B, Aftab M, Freeman A, Yen A, Fitzgerald GJ. Virus incidence in wheat increases under elevated CO2: A 4-year study of yellow dwarf viruses from a free air carbon dioxide facility. Virus Research. 2017; 241:137-144. doi: 10.1016/j.virusres.2017.06.02
17. Mishchenko L. [Reasons and consequences of reddening of winter wheat leaves at the beginning of earing in the Ukrainian forest-steppe]. Scientific and technical bulletin of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. 2007; 6-7:262-277. Ukrainian
18. Mishchenko LT. [Species composition of viruses on winter wheat crops in the forest-steppe of Ukraine under climate change conditions]. Proceedings of the International Conference ‘Implementation of the potential of grain crop varieties is the way to address food security’ dedicated to the 110th anniversary of the birth of academician-breeder V.M. Remeslo; 2017 Oct 20; Centralne, Ukraine; 2017. Ukrainian
19. Mishchenko L, Dunich A, Mishchenko I, Berlizov V, Petrenkova V, Molchanets O. Influence of climate changes on wheat viruses variability in Ukraine. Agriculture and Forestry. 2017; 63(4):43-50. doi:10.17707/AgricultForest.63.4.04
20. Mishchenko, L., Nazarov, T., Dunich, A., Mishchenko, I., Ryshchakova, O., Motsnyi, I., Dashchenko, A., Bezkrovna, L., Fanin, Y., Molodchenkova, O., Smertenko, A., 2021. Impact of wheat streak mosaic virus on peroxisome proliferation, redox reactions, and resistance responses in wheat. Int J Mol Sci. 22(19), 10218. http://doi.org/10.3390/ijms221910218
21. Redesigning crop varieties to win the race between climate change and food security. September 2023; Molecular Plant 16(10). 16(10). DOI: https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.09.003
22. Crowther J. R. (1995). ELISA. Theory and Practice. N.Y., USA
23. Kúdela, O., Kúdelová, M., Nováková, S., Glasa, M., 2008. First report of Wheat streak mosaic virus in Slovakia. Disease Notes. 92, 1365. https://doi.org/10.1094/PDIS-92-9-1365C

UDC: 634.8.04:632.7:632.11(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.112

GRAPEVINE PESTS AND DISEASES UNDER CLIMATE CHANGE IN UKRAINE

Muliukina Nina *, *https://orcid.org/0000-0003-3176-9827*
Liashenko Halyna, *https://orcid.org/0000-0003-2069-8971*
Kovalova Iryna, *https://orcid.org/0000-0002-1117-9750*
Buzovska Maryna, *https://orcid.org/0000-0003-1334-4171*
Melnik Ella, *https://orcid.org/0000-0002-9272-4625*
Leshchenko Alla, *https://orcid.org/0000-0002-3048-0143*
Nenartovych Andriy, *https://orcid.org/0009-0002-9471-5148*
National Scientific Center " Tairov Institute of Viticulture and Winemaking", National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa region, Ukraine
** Corresponding author e-mail: tairmna2005@ukr.net*

Summary. An attempt to assess the meteorological factors and climate changes influence on grape pests and diseases was made. Using the example of grape berry moth, it is shown that temperature changes over a period of approximately 25 years (1988-1989 and 2014-2015 periods) affect the biophenology of the pest, changes in the dates of the indicators amount to an average of 7-10 days. The existence of a correlation between the number of days with a temperature above 25 °C and the grape berry moth flight duration was shown (r=0.66). Detection of grapevine virus disease leafroll symptoms on the 'Odesa Black' variety in 1987-1991 and 2001-2005 showed a number of diseased plants increase from 1.5 to 7.2 %. Correlation analysis showed that the main factor that most affects the manifestation of leafroll symptoms is the amount of precipitation during the vegetation period. Positive correlation between the development of grape trunk disease esca symptoms on the 'Dobrynya' rootstock and wine variety 'Cabernet Sauvignon' and the average monthly temperature during the growing season (June-August, (r = 0.77 and r = 0.595) was observed

Keywords: climatic changes, weather conditions, grape berry moth, grapevine esca, grapevine leafroll disease, vineyards protection.

Introduction

The influence of climatic changes on grapevine pests and diseases proven by the works of scientists from many wine-growing countries of the world [1, 2]. In relation to grape pests, these changes concern mainly the size of the population, biophenology changes, levels of damage etc. [3]. The specified changes were detected for such objects as grape berry moth, grape mites and leafhoppers. Regarding grape diseases, it is about the prevalence of the disease and the degree of damage, the objects include the most common fungal diseases (mildew, oidium), fungal diseases of perennial grape wood and some viral diseases. Very often, the effects of climate change are recorded in the case of pathogens affecting grapevine vascular system (virus disease – grapevine leafroll and rugose wood) and among diseases caused by fungal pathogens – grapevine trunk diseases - esca, eutyposis, excoriosis) [4, 5]. One of the most common diseases of this group is esca, which, like most diseases of grapevine perennial wood, causes vascular lesions. The disease development and the time of its symptoms manifestation are influenced by abiotic conditions, primarily humidity and air temperature [6]. If in the case of virus and fungal diseases of grapevine perennial wood, the control measures are mainly focused on obtaining healthy planting material, then the spread of downy mildew and powdery mildew is limited by improving the schemes for the vineyards protection [7]. This includes techniques for monitoring of disease manifestations dynamics, reducing the number of treatments while increasing the effectiveness of the pesticides

used, and including biologically active substances and their complexes in protection schemes, in addition to the actual protective substances.

The purpose of the research was to assess the impact of weather conditions and climate change on grape pests (grape berry moth example), fungal diseases (esca example), grapevine virus diseases (grapevine leafroll disease).

Material and methods

Monitoring of grapevine diseases development, visual sanitary control of grapevine leafroll and esca symptoms, ELISA detection of the grapevine leafroll 1 and 3, PCR and sequencing to detect the complex of grapevine esca pathogens.

Results and discussion

Grape berry moth. Annual observations of grapevine pests make it possible to draw a conclusion about the influence of the year weather conditions on their population (mites, leafhoppers), and in the case of multi-year observations (grape berry moth) also about the climatic changes influence. In relation to grape berry moth, the differences in biophenology (time of flight duration, date of biophenology periods were observed (Table 1).

Table 1

Biophenology of grape berry moth (Lobesia botrana Den. et Schiff.), ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», порівняння періодів 1988 – 1989 та 2014 - 2015 рр

Year of obzervation	Biophenology indicators	Generation		
		I	II	III
1988 - 1989	Beginning of grape moth flight	April 27th May 9th	June 02 – July 10	July 29 – August 05
	Beginning of larvae hatching	May 12 th - May 21 -	July 8 – August 03	August 27 – Septembet 4th
	Grapevine moth flight duration (days)	29	31	30
2014 -2015	Beginning of grape moth flight	19.04 - 02.05	09.06 – 26.06	03.08 – 09.08
	Beginning of larvae hatching	01.05 – 14.05	21.06 – 08.07	16.08 – 21.08
	Grapevine moth flight duration (days)	38	37	38

The data changes of grape moth biophenology indicators analysis (1988 – 1989 and 2014 – 2015 periods) demonstrates that all the indicators (start of flight, start of larvae hatching and flight duration) differ by at least 7 – 10 days. As an example, first progeny of grape berry moth flight in 1988 – 1989 period began on 27th of April – 9th of May, but in 2014 – 2015 a bit earlier, 19th of April – 2th of May. Approximately the same differences in dates (seven days or a little more) was found to flight beginning indicator of the second and third generation of grape berry moth.

Figure 1 and 2 demonstrate an increase of average decadal temperatures and days with temperatures above 25°C during periods of observations (May – August).

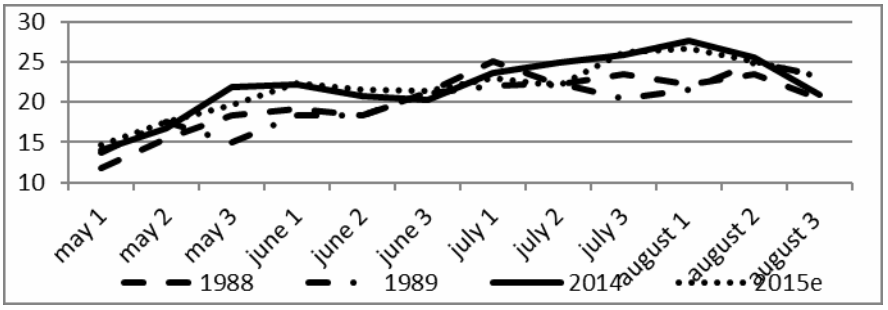


Figure 1. Average decadal temperatures for 1988 – 1989 and 2014 – 2015 periods of observations (May – August) (OX – month, OY - °C)

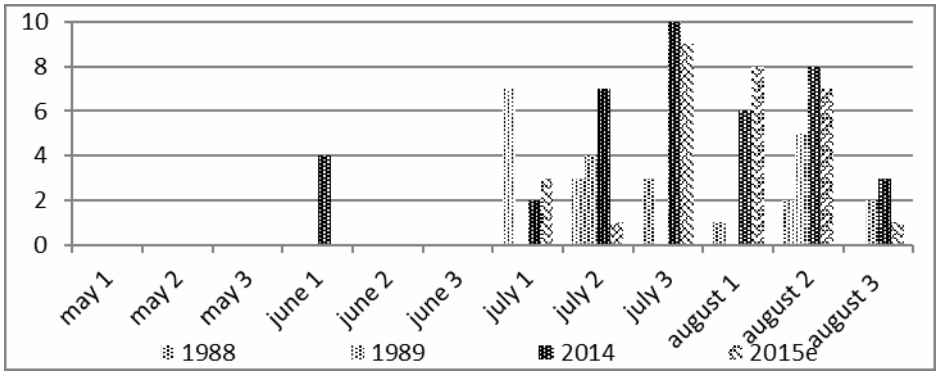


Figure 2. Days with temperatures above 25°C (May – August 1988-1989 and 2014 – 2015) (OX – month, OY – days)

The existence of a correlation between the number of days with temperatures above 25 °C and the duration of flight of cluster leafhopper butterflies was shown (r=0.66).

Grapevine trunk diseases (esca). With regard to grapevine trunk diseases, dependencies of temperature and precipitation influence on disease symptoms can be more complex. For example, the level of esca manifestation on the 'Dobrynya' rootstock variety (by the number of affected vines) in the vineyard from 2014 to 2016 was recognized as a slight fluctuation. Spatio-temporal observation of the esca symptoms manifestation demonstrated that over 3 years the number of vines with pre-esca symptoms increased from 10 to 17, with esca symptoms - from 25 to 28. In the growing season of 2017, a sharp decrease in the number of vines with pre-esca and esca symptoms, as well as the degree of symptoms manifestation were observed.

Since esca is characterized by fluctuations in the symptoms manifestation both during the growing season and in different years (growing seasons), an analysis of meteorological conditions during the study period was conducted to identify potential reasons for the increase/decrease in the levels of damage and symptom manifestation. For the analysis, the factors that, according to the literature, have the greatest influence on the appearance of esca - temperature and humidity were chosen. The conducted correlation analysis showed that the closest relationship is observed between the development of esca symptoms on the 'Dobrynya' rootstock variety and wine variety 'Cabernet Sauvignon' and the average monthly temperature during the growing season (June-August). Correlation coefficients were (r = 0.77) and (r = 0.595), respectively.

Grapevine virus disease (Grapevine leafroll disease, GLRaV). Grapevine leafroll belongs to diseases whose manifestation is significantly influenced by meteorological conditions of the current year, in particular, hot and dry weather. Detection of leafroll on the Odesa Black variety in 1987-1991 and 2001-2005 showed a gradual increase in the number of diseased plants in the vineyards of the “Tairovske” Experimental State Enterprise (NAAS) from 1.5 to 4.6% with symptoms of color change - redness between veins - and twisting the edges of the leaf downwards. In the period from 2010 to 2015, this increase reached 7.2%, however, the specified changes in color were partly related to perennial wood damage by disease. Correlation analysis showed that the main factor that most affects the manifestation of leafroll is the amount of precipitation during the period of disease symptoms manifestation. It is known that leafroll virus primarily affects grapevine vascular system (phloem) of grapes. A decrease in the amount of precipitation additionally worsens its functioning, which is manifested in leaf functioning changes, the external manifestation of which is leaf rolling and colour change from green to red. The effect of the thermal regime on leafroll is much smaller, which is manifested in a slight correlation between the level of symptoms manifestation and the number of days with an average daily temperature above 25 ˚C.

Improvement of protection and prevention measures

The spread of grapevine fungal diseases, which has been observed in recent years (downy mildew, powdery mildew and rots) and grapevine pests development are limited by improving schemes for the vineyards protection at NSC “Tairov Research Institute of Viticulture and Wine-Making” In addition to constant monitoring of symptoms development, especially in rainy vegetation seasons, highly effective pesticides of the latest generation (Topaz, Pergado, Dinali) are used, but the number of treatments against diseases, compared to European systems, is reduced by 2-3 treatments (Table 2.). Protection system also includes Izabion - a biofertilizer and stimulator that contains amino acids, macro- and microelements and promotes the full development of the grape plant. In relation to chronic grapevine diseases, the main method of prophylactic and protection remains the use of healthy planting material for vineyards establishing and limiting the spread of diseases within the plot (due to the limit of grape virus vectors etc).

Conclusions

The impact of temperature changes (increase in the average decadal temperature and the number of days with temperatures above 25 °C) on the grape berry moth biophenology was revealed, namely on the change in the dates of the flight beginning, the larvae hathing beginning by approximately 7-10 days (earlier in the period of 2014 - 2015 compared to the period 1988 - 1989) and change of flight duration by approximately 7 days. The existence of a correlation between the number of days with a temperature above 25 °C and the grape berry moth flight duration was shown (r=0.66).

Changes in temperature and humidity contribute to the progression of diseases that affect grapevine vascular system. Positive correlation is observed between the development of grape trunk disease esca symptoms on the 'Dobrynya' rootstock and wine variety 'Cabernet Sauvignon' and the average monthly temperature during the growing season (June-August, ($r = 0.77$ and $r = 0.595$). Detection of grapevine virus disease leafroll symptoms on the ‘Odesa Black’ variety in 1987-1991 and 2001-2005 showed a gradual increase in the number of diseased plants in the vineyards (from 1.5 to 7.2 %).. Correlation analysis showed that the main factor that most affects the manifestation of leafroll symptoms is the amount of precipitation during the vegetation period.

References

1. Rienth M., Walker R., Castellarin S. et al. (2021). Modifications of grapevine berry composition induced by main viral and fungal pathogens in a climate change scenario. Sec. Plant Metabolism and Chemodiversity, Volume 12. , https://doi.org/10.3389/fpls.2021.717223.
2. Perrone I., Chitarra W., Bocccacci P., Gambino G. (2017). Grapevine -virus-environment interactions: an intriguing puzzle to solve. Volume 213, Issue 3, p. 938 – 987. https://doi.org/10.1111/nph.14271.
3. Gutierrez A., Ponti L., Gilioli G., Baumgärtner J. (2017).Climate warming effects on grape and grapevine moth (*Lobesia botrana*) in the Palearctic region. Agric and forest enthomology, 20, 255 – 271 https://doi.org/10.1111/afe.12256
4. Beris E., Selim M., Kechagia D. and Evangelou A. (2022). Overview of the esca complex as an increasing threat in vineyards worldwide: climate change, control approaches and impact on grape and wine quality. DOI: 10.5772/intechopen.105897.
5. Podosu A., Mihu G., Stoian, I. (2008). Research concerning the biology of the grapevine excoriosis (Phomopsis viticola SACC.) under the conditions of the vineyards in Vrancea. Lucr. S, tiint, ifice USAMV Ias, i Ser. Hortic., 51, p. 1197–1204.
6. Fischer M., Ashnaei S. P. (2019). Grapevine, esca complex, and environment: The disease triangle. *Phytopathol. Mediterr.* Vol. 58 (1). P. 17–27. DOI:10.13128/Phytopathol_Mediterr-25086.
7. Pugliese M., Gullino M., Garibaldi A. (2011). Effect of climate change on infection of grapevine by downy and powdery mildew under controlled environment. Commun Agric Appl Biol Sci, 76(4), p.579-82.

UDC: 632.951:665.52/.54:632.76 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.113

EFFECT OF SOME ESSENTIAL OILS ON *Acanthoscelides obtectus* SAY (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) AND *Tetranychus urticae* KOCH, (ACARI: TETRANYCHIDAE) ADULTS

Muntyan Elena[1], *https://orcid.org/0009-0002-1756-7858*
Ciocarlan Alexandru[2], *https://orcid.org/0000-0002-0776-5095*
Kulcitki Veaceslav[2], *https://orcid.org/0000-0002-9363-1615*
Batco Mihail[1], *https://orcid.org/0000-0002-3711-4429*
Aricu Aculina[2], *https://orcid.org/0000-0001-7201-2519*
Lungu Lidia[2], *https://orcid.org/0000-0002-9495-2621*
Blaja Svetlana[2], *https://orcid.org/0000-0002-4336-6809*
Popescu Violeta[2], *https://orcid.org/0000-0001-7805-2087*
[1]*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau, Republic of Moldova*
[2]*Institute of Chemistry, MSU, Chisinau, Republic of Moldova*
e-mail: elena.muntean@sti.usm.md

Summary. In search of new and safe pesticides, the toxicity of volatile oils obtained from three plant species against *Acanthoscelides obtectus* and *Tetranychus urticae* adults was studied. The essential oils of peppermint (*Mentha piperita* L), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) and coriander (*Coriandrum sativum* L) showed higher toxicity on mites than on weevils. The peppermint and rosemary essential oils demonstrated efficacy against *A. obtectus* in both fumigant and acute contact toxicity tests. The peppermint and coriander essential oils had the most pronounced fumigant toxicity to mites, with LT_{50} of 2.5 and 3.7 h, respectively, at 5 µg/cm³ air and are the most promising sources of natural substances with acaricidal properties.

Keywords: insecticidal and acaricidal effects, essential oils, *Acanthoscelides obtectus, Tetranychus urticae.*

Introduction

The bean weevil, *Acanthoscelides obtectus*, and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, are two dangerous pests causing a great economic damage to agricultural crops in the Republic of Moldova. The larvae of *A. obtectus* cause damage by continuous cyclic feeding both in storage and in legume seeds in the field. *T. urticae* is a polyphagous that causes severe damage to various crops in greenhouses.

The bean weevils and mites control is still based primarily on the use of synthetic contact insectoacaricides (ANSA, 2023). However, these chemicals pose a risk of rapid development of insecticide and acaricide resistance in the pests. They are highly toxic to the environment and human health. So, there is a need for new insecticides and acaricides for use in both greenhouse crops and stored products. Some plant essential oils are known as natural pesticides which degrade rapidly in nature and are virtually non-toxic to warm-blooded organisms (Regnault-Roger et al, 2012). Therefore, much attention is paid to the toxicological evaluation of plant essential oils with high pesticidal activity in the context of developing new environmentally safe pest control agents.

The aim of the work was to study the insecticidal and acaricidal effect of essential oils from *Mentha piperita* L., *Rosmarínus officinális* L. (the family Lamiaceae), and *Coriandrum sativum* L. (the family Apiaceae) on adults of *A. obtectus* and *T. urticae* under laboratory conditions.

Materials and methods

Essential oils *Mentha piperita* L. (EO_{Mp}) and *Rosmarínus officinális* L. (EO_{Ro}) essential oils were purchased from "*Dullberg Konzentra*", and "Sigma-Aldrich", (Germany), respectively. *Coriandrum sativum* L. (EO_{Cs}) essential oil was obtained industrially in the Republic of Moldova.

Insect and mite cultures Laboratory cultures of bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*, Say) and two spotted spider mite, (*Tetranychus urticae* Koch.) were maintained in the laboratory at 28 ±1 °C, 80% relative humidity and 16:8 h light:dark photoregime without insecticides exposure. The weevils were reared in 0.6 L glass jars containing bean grain (seeds). *T. urticae* adults were reared on bean plants. *A. obtectus* and *T. urticae* adults, 1–3 days old, were used for evaluation fumigant and contact toxicity of essetial oils.

Fumigant toxicity of essential oils To determine the fumigant toxicity of essential oils and the thionated form of coriander oil on adult individuals of *A. obtectus*, low-density "White Ribbon" paper filters (4.5 cm diameter) were impregnated with samples of EO_{Cs} and S-EO_{Cs} dissolved in acetone at precalculated doses to obtain an equivalent fumigant concentration of 100-550 μg/cm^3 air. The treated filters were held in the open air for 1 min before being clamped to the bottom of the glass jar lid (volume 0.27 L). In the control sample, only acetone was applied to the filter. To prevent direct insect contact with the substances, the filtere were protected with a wire mesh. Twenty to thirty adults were placed in glass jars, which were covered with lids and incubated for 48 hours. Each experiment was performed in triplicate. After exposure to test substance vapors, the insects were transferred to clean jars (volume 0.5 L) with bean seeds (one bean seed per two individuals of *A. obtectus*), water, and covered with a cotton cloth. Mortality was determined 3-5-7 days after treatment. If, when touched with a brush, the insects showed no signs of life, i.e. no movement of limbs or antennae, the individuals were considered dead.

To determine the fumigant effect of essential oils on *T. urticae*, 20-25 females were transferred to bean leaves placed on moist cotton disks in glass Petri dishes 6 cm in diameter 24 hours prior to the experiment. White Ribbon paper filters (5.5 cm diameter) were impregnated with a solution of essential oil in acetone at doses calculated to obtain equivalent fumigant concentrations of 5 μg/cm^3 for EO_{Mp} and EO_{Cs} and 30 μg/cm^3 of air for EO_{Ro}. The solvent was allowed to evaporate for 30 s, after which the treated filters were attached to the underside of the lid of a 1.5 L glass desiccator. Petri dishes containing females of *T. urticae* were placed in the desiccators, tightly covered, and incubated for 24 hours at 28 ±1 °C. Control groups of mites were kept under the same conditions, but the filters were treated with acetone. Death of adult mites was recorded after 1, 3, 6 and 24 hours. Mites were considered to be dead if they did not move when touched with fine hairbrush. All experiments were performed in four replications for each concentration of essential oils.

Acute contact toxicity of essential oils To evaluate the contact toxicity of essential oils and the thionated form of coriander oil, twenty adult *A. obtectus* specimens were immersed for 30 sec in 0.375-3.0% solutions of the test substances dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO, 10%). The insects were then transferred to 0.5 L glass jars with beans. Mortality was determined 3-5-7 days after treatment.

Data analysis The data on pest mortality were processed in consideration of the mortality of individuals in the control group and were analyzed by ANOVA. The mean lethal time of action of essential oils (LT_{50}) on mites was calculated using the Finney-Miller-Tainter probit analysis (Gar, 1963).

Results and discussion

Fumigation is the primary method of controlling insect pests of stocks and is acknowledged as the most effective method of applying acaricides in greenhouses.

Fumigant toxicity of essential oils on *A. obtectus* As evidenced by comparative research, the rapid death of adults (within four hours) occurs at a vapor concentration of the peppermint and rosemary oils <200 μg/cm^3 air. The coriander essential oil was found to be significantly less toxic to adult *A. obtectus* than the other oils tested. A higher concentration of volatile oil vapors of at least 400 μg/cm^3 air and a longer treatment time of 48 hours were required to achieve 50% mortality of the pests (Figure 1).

Sulfur-containing compounds are widely known for their biological activity. It is demonstrated that the thionation can enhance the insecticidal efficacy of certain essential oils. To

illustrate, the insecticidal activity of essential oil derived from *Ruta montana* plants to be markedly elevated (up to 8-fold) following thionation, when tested against *Sitophilus oryzae* (Fekhar at al, 2017). However, our research has shown that the vapour toxicity of EO_{Cs} to bean weevils did not increase after oil thionation (Figure 1). After fumigation with S-EO_{Cs}, individuals were actively moving, flying, mating and laying eggs and their lifespan was similar to that of the control group.

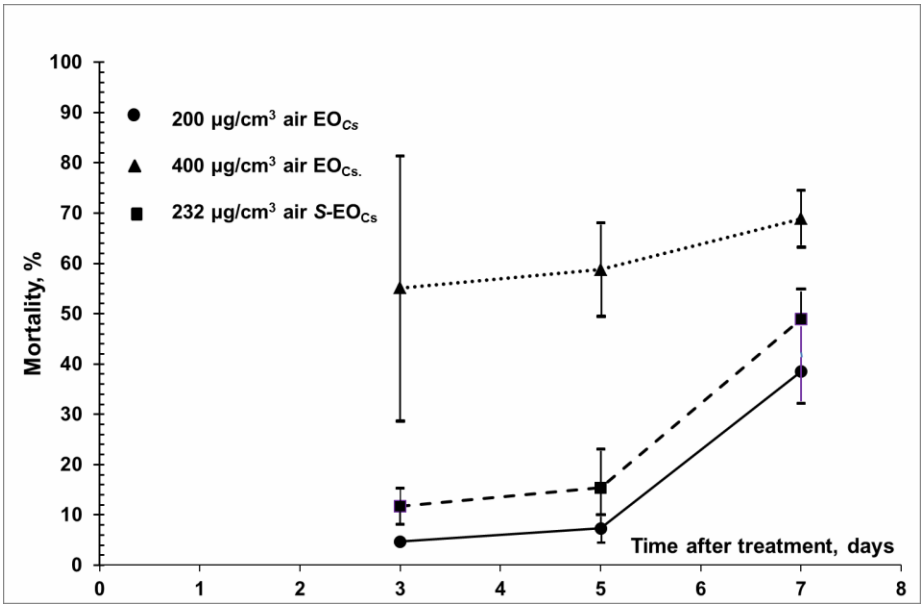


Figure 1. Dynamics of adult mortality of *A. obtectus* after fumigation with coriander essential oil for 48 hours

Acute contact toxicity of essential oils on *A. obtectus* In order to determine the insecticidal properties of essential oils as contact insecticides, the acute direct toxicity of these substances against the bean beetle was studied. Mortality rates of *A. obtectus* individuals exposed to different vapor concentrations of EO_{Ro} and EO_{Cs} in 10% DMSO solution are shown in Figure 2. After treatment of adulte beetles with 0.75-1.5% solutions of EO_{Ro}, the pests did not emerge from the nokdaun state and died within two days. Pest mortality rate increases significantly with increasing concentrations of $EO_{Cs.}$ But it should be noted that EO_{Cs} showed lower insecticidal toxicity compared to EO_{Ro} (Figure 2). A 3.73% S-EO_{Cs} solution in DMSO had no insecticidal contact activity against bean weevils.

Fumigant toxicity of essential oils on *T. urticae* Volatile components of peppermint, rosemary and coriander had a significant toxic effect on adults of *T. urticae*. The oils toxicity was contingent upon the duration of contact of mites with oils vapours as evidenced by the data represented in Figure 3. LT_{50} values of EO_{Ro}, EO_{Mp}, EO_{Cs} were 2.2, 2.5 and 3.7 h, respectively, indicating that these oils have rapid acaricidal action. The rapid lethal effect of oil vapours on spider mites indicates a neurotoxic mechanism of action. Nevertheless, vapours of peppermint and coriander were the most toxic for mites, because the acaricidal properties of these oils apperead at a lower concentration (5 µg/cm^3 air) compared to rosemary oil (30 µg/cm^3 air) vapour concentration. The biological activity of essential oils depends on the chemical constitution of these oils, which are composed of a varietyof hydrocarbon and belong to disparate chemical classes, and the ratio of these components and their relationship to one another are of particular importance. The results obtained are consistent with the relative fumigant toxicity of essential oils obtained from different plants and are attributed to the different chemical composition of these oils. According to available literature data, the greatest acaricidal activity is possessed by essential oils of plants from the Lamiaceae family (various species of mint, *Rosmarinus officinalis*), which are enriched with terpene hydrocarbons and especially monoterpenoids: menthol, *α*-pinene, 1,8-cineole, *α*-terpineole

(Rincon et al., 2019; Ebadollahi et al., 2014; Amizadeh et al., 2013; Regnault-Roger et al., 2012).
Acaricidal properties

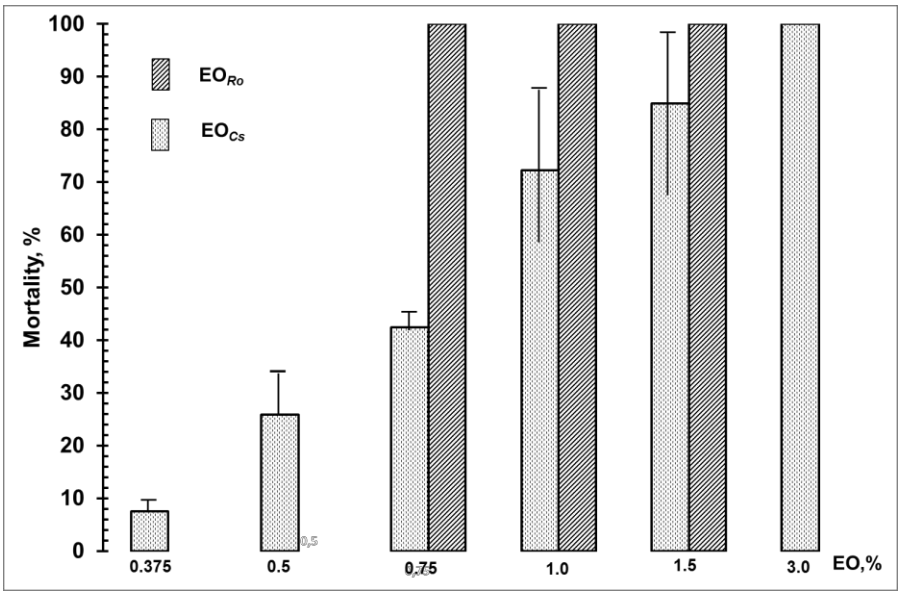


Figure 2. Mortality of *A. obtectus* adults following direct contact exposure to EO$_{Ro}$ and EO$_{Cs}$ (after 48 hours)

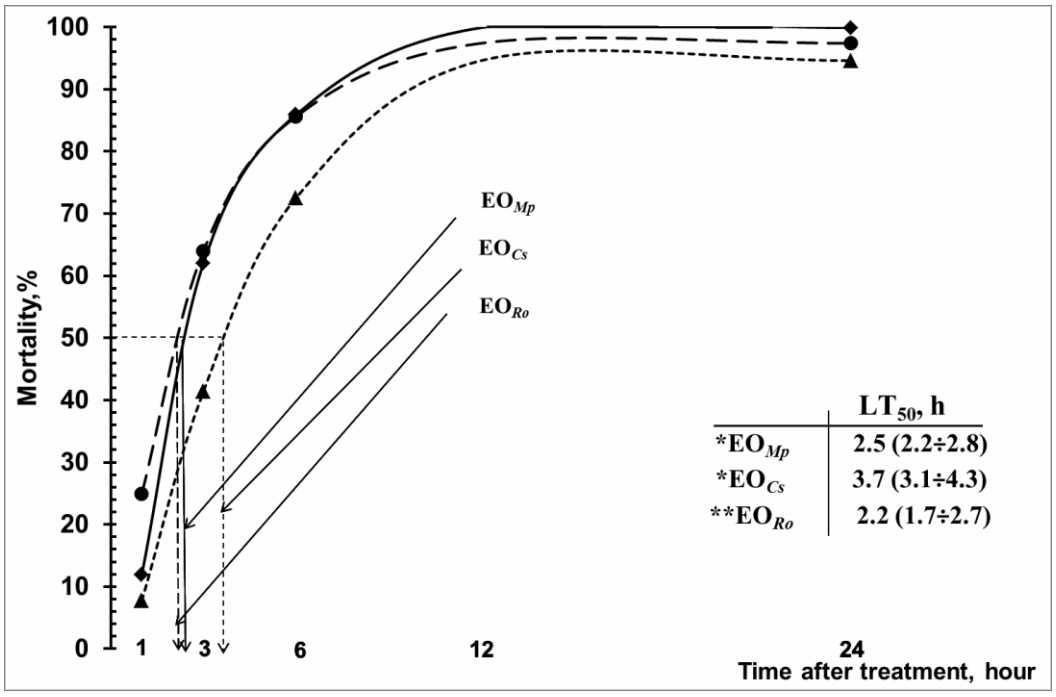


Figure 3. Mean lethal time (LT$_{50}$) of the effect of essential oils on *T. urticae* females
Note: *5µg /cm^3 air, **30 µg/cm^3

of essential oils of plants of the Apiaceae family (fennel, cumin, coriander) are determined by such components of these oils as anetol, limonene, linalool, camphor and others (Al-Khayri, 2023).

Conclusion

The present results suggest that all tested essential oils have the pesticides activity against *A. obtectus* and *T. urticae* adults.

The peppermint and rosemary eesential oils vapors have high toxicity against bean weevils because within four hours occured 100% *A. obtectus* adults' death. The coriander essential oil was significantly less toxic to *A. obtectus* adult, when it was used as fumigant or contact insecticide. The sulphur-derivative of coriander essential oil obtained as a result of the thionation procedure is not toxic to beetles. These data suggest that ketones play a prominent role in the insecticidal properties of the oil.

Toxicological indices show that essential oils are more toxic to mites compared to adults of bean weevil. Among the oils, peppermint and coriander essential oil vapours were the most toxic to *T. urticae* adults. However, coriander essential oil was less effective (LT_{50}=3.7 h) compared to peppermint essential oil (LT_{50}=2.5 h) in terms of the rate of lethal effect on mites. Rapid mite eradication, based on the LT_{50}=2.2 h value, is also possible with rosemary essential oil vapours. However, the vapour concentration of rosemary essential oil must be six times higher than for peppermint or coriander oils.

Thus, peppermint essential oil can be used to develop potentially new insecticides against *A. obtectus*, and peppermint and coriander oils - a new acaricides. However, more research is needed to evaluate the cost-effectiveness of these essential oils for a wider range of greenhouse and storage pests.

Acknowledgments. The research was carried out under the State Programme Projects 20.80009.5107.27 "*Development of alternative methods of pest arthropod control in different agrocenoses based on environmentally friendly means and procedures*" and 20.80009.8007.03 "*New substances with preventive and therapeutic potential based on natural compounds of plant origin and modern methods of organic synthesis*", funded by the National Research and Development Agency.

References

1. Al-Khayri J.M., Banadka A., Nandhini M., Nagella P., Al-Mssallem M.Q., Alessa F.M. 2023. Essential oil from *Coriandrum sativum*: A review on its phytochemistry and biological activity. In: *Molecules* 28: 696. DOI: https://doi.org/10.3390/ molecules28020696.
2. Amizadeh M., Hejazi M.J., Saryazdi G.A. 2013. Fumigant toxicity of some essential oils on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). In: *International Journal of Acarology* 39(4): 285–289. DOI: https:// doi.org/10.1080/01647954.2013.777782.
3. ANSA National Agency for Food Safety (The Republic of Moldova) 2024. Electronic resource. [Available on: // https://www.ansa.gov.md/ro][Accessed: 5 July 2024] (e.g. in Romanian)
4. Ebadollahi A., Sendi J.J., Aliakbar A., Razmjou J. 2014. Chemical composition and acaricidal effects of essential oils of *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiales:Apiaceae) and *Lavandula angustifolia* Miller (Lamiales: Lamiaceae) against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). In: Psyche: *A Journal of Entomology* 2014: 424078. DOI: https://doi. org/10.1155/2014/424078.
5. Fekhar N., Boutoumi H., Krea M., Moulay S., Asma D., Benmaamar Z. 2017. Thionation of essential oils from algerian *Artemisia herba-alba* L. and *Ruta montana* L.: Impact on their antimicrobial and insecticidal activities. In: *Chemistry Journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry* 12(2): 50–57. DOI: https://dx.doi.org/10.19261/cjm.
6. Gar K.A. Methods of testing toxicity and efficacy of insecticides. 1963. Agro literature, Moscow, USSR, 288 pp. (in Russian)
7. Kheradmand K., Beynaghi S., Asgari S., Sheykhi G.A. 2015. Toxicity and repellency effects of three plant essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). In: *Journal of Agriculture, Science and Technology* 17:1223–1232
8. Rincón R.A., Rodríguez D., Coy-Barrera E. 2019. Botanicals against *Tetranychus urticae* Koch under laboratory conditions: a survey of alternatives for controlling pest mites. In: *Plants* 8(8): 272 p. DOI: https://doi.org/10.3390/plants8080272.

9. Regnault-Roger C., Vincent C., Arnasson J.T. 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high stakes world. In: *Annual Review of Entomology* 57: 405–424. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554.

UDC: 632. 6:632.936.1:634.22 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.114

EVALUAREA COMPONENTULUI MINOR ASUPRA ATRACTIVITĂȚII FEROMONULUI SEXUAL AL VIERMELUI PRUNELOR

Musleh Mohammed *, *https://orcid.org/0009-0005-1696-9398*
Odobescu Vasilisa, *https://orcid.org/0009-0006-6827-9126*
Erhan Tatiana, *https://orcid.org/0009-0008-2538-0368*
Jalbă Svetlana, *https://orcid.org/0009-0007-9756-2059*
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova, Chişinău, Republica Moldova
**e-mail: mohammed.musleh@sti.usm.md*

Summary. In this work, the effect of adding the minor component to the basic components of the sex pheromone of the plum fruit moth was evaluated in field trials in plum orchard. The addition of 75% of the minor component to the pheromonal composition increases the male capture of the plum fruit moth *Grapholita funebrana* Tr. by up to 25.8%, a result comparable to the one obtained the previously.

Keywords: minor component, plum orchard, plum fruit moth (*Grapholita funebrana* Tr.*)*, sex pheromone.

Introducere

Prunul constituie una din culturile pomicole de bază a Republicii Moldova. Condiţiile climatice sunt prielnice pentru dezvoltarea culturii prunului, dar şi pentru dezvoltarea în sânul ei a dăunătorilor, printre cei mai periculoşi este și viermele prunelor, *Grapholitha funebrana* Această specie atacă fructele prunului, dar și fructele de cireş, vişin, cais, piersic, corcoduş, producînd daune cantitative şi calitative [1].

Acest dăunător iernează ca larva într-un cocon mătăsos, în crăpăturile scoarței tulpinilor, sub scoarță sau în resturile vegetale. Primăvara, în martie-aprilie, larvele se transformă în pupă. Primii adulți apar pe parcursul lunii mai și devin activi la temperaturi medii de peste 10°C. Împerecherea are loc imediat, cu depunerea pontei imediat. În cele 5-7 săptămâni, în care își realizează adulții zborul, femelele depun în decurs de o lună aprox. 40-80 de ouă. Ouăle sunt depuse pe frunze, pe partea inferioară a lor și deasemena și pe fructele tinere. Incubarea durează între 6 și 8 zile. Viermele prunelor are de obicei 2 generații pe an. Larvele generației a-II-a aduc distrugeri masive producției de prune deoarece pătrund în fructele coapte şi rod pulpa. Fructele atacate, rămîn mici, cad timpuriu. Utilizarea preparatelor chimice în combaterea acestuia a dus la apariția rezistenței dăunătorilor. Cu scopul reducerii tratamentelor chimice se utilizează cu succes metode ecologic inofensive cu capcane feromonale care permit monitorizarea apariției dăunătorilor cât și aprecierea densității populației. Această metodă este folosită des de către agricultori pentru aprecierea timpului pentru începerea tratamentelor, permițând utilizarea rațională a produselor de uz fitosanitar. În această metodă se utilizează capcane de tip Delta, dispensere impregnate cu feromon sexual și placă cu clei entomologic. Componenții activi ai feromonului sexual al viermelui prunului: acetat de Z-8-dodecenil și acetat de E-8-dodecenil. Pe lângă componenții de bază, feromonului sexual natural sitetizat de către femele, mai conține și alți componenți minori. În anul 2022 a fost efectuat studiul compozițiilor cu adaos de component minor de +25%,+50%,+75% la componenții de bază. Aceasta a arătat o creștere a atractivității masculilor în capcana feromonală ce conținea un adoas de+75%. În anul 2023 a fost demarat experimentul pentru a evalua capacitatea de atracție a variantei cu adoas de+75% față de feromonului sexual standart al viermelui prunelor.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate în livada de prun a Institutului Ştiinţifico-Practic de Horticultură şi Tehnologii Alimentare „Codru” pe soiul de prune Stanley. La monitorizarea

dezvoltării dăunătorilor s-au folosit capcane feromonale de tip Delta, dotate cu dispensere ce conțin componenții activi ai feromonului sexual sintetic al viermelui prunului: acetat de Z-8-dodecenil și acetat de E-8-dodecenil, cât și cu adaos de component minor, care au fost sintetizați în cadrul Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. Substanțele au fost impregnate, pe dopuri de cauciuc, în raport de 96:4, la care a fost adăugat un component minor +75%. A fost aplicată următoarea schemă a experiențelor:

1. V1-Martor-F.S. standart
2. V2-F.S. comercial
3. V3 -Componenții de bază + 75% comp. minor

Capcanele au fost amplasate la fiecare 6 rânduri, la o înălțime de 1-1,5 m de la sol în fiecare al 7-lea pom. Evidența capturărilor masculilor s-a efectuat la fiecare a-7-10-a zi. Dispenserii cu feromon sexual au fost schimbați la fiecare 30 de zile, plăcile adezive au fost schimbate la fiecare 15-a zi. Evidențele capturărilor pe variante au fost efectuate după metode general acceptate. Prelucrarea matematică a datelor obținute a fost efectuată după metoda lui B.A. Dospehov (2005).

Rezultate și discuții

In anul 2023, a fost efectuată evaluarea dezvoltării pomilor fructiferi de prun prin observarea evoluției fazelor fenologice în livada experimentală de prune al Institutului Ştiinţifico-Practic de Horticultură şi Tehnologii Alimentare „Codru” (tab. 1). Faza fenologică - umflarea mugurilor s-a început la data de 05.04.23, mai devreme comparativ cu anul 2022[1], deoarece temperatura medie a aerului în timpul primăverii a constituit +9,7..+11,2ºC, iar luna martie a fost mai caldă ca de obicei, când temperatura medie lunară a aerului a fost cu respectiv 2,5-3,5ºC, mai ridicată față de normă, iar luna aprilie și mai s-a menținut această tendință[3].

Tabelul 1

Dinamica evoluării fazelor de dezvoltare a pomilor fructiferi de prun, soiul *Stanley*, mun. Chișinău (or. Codru), Republica Moldova

Data	Faza de dezvoltare	Temperatura, grade Celsius
05.04.2023	Umflarea mugurilor	4
15.04.2023	Butonul alb	18
24.04.2023	Începutul înfloririi	17
06.05.2023	Sfârșitul înfloririi	22
10.05.2023	Căderea petalelor	17
28.05.2023	Formarea fructelor	25
27.07.2023	Coacerea fructelor	19
10.09.2023	Recoltarea	15

În urma efectuării evidențelor regulate a capcanelor feromonale instalate, s-a constatat că zborul fluturilor masculi ai viermelui prunelor în livada de prune s-a început pe data de 05.05.23, pe când în anul 2022 zborul a început pe data de 10.05.22 [1]. Perioada de zbor activ a masculilor viermelui prunelor pe parcursul perioadei de vegetație a pomilor de prun a fost din mai pînă în septembrie. Zborul primei generații s-a observat în luna mai-iunie, iar zborul celei dea doua generații în luna iulie-august. Vara anului 2023 a fost caniculară şi cu deficit de precipitații ce a dus la creșterea densității populației și respectiv la mărirea numărului de capturări în capcanele feromonale. Evidența numărului de masculi capturați în capcane pe varianteeste dată în tabelul 2. În capcanele feromonale au fost capturați în V1- 368 masculi, în V2-393 masculi, în V3- 463 masculi în mediu pe 3 capcane.

În figura 1, este dată dinamica capturării fluturilor masculi ai viermelui prunelor în mediu de pe 3 capcane/per variantă.

Tabelul 2

Evidența numărului de masculi capturați în capcane pe variante

Data evidenței	V1- FS st	V2- FS comercial	V3- FS+c.m.75%
05.05.23	4	5	8
10.05.23	12	13	17
16.05.23	18	23	25
24.05.23	24	25	27
30.05.23	21	28	23
06.06.23	31	30	35
14.06.23	24	18	33
22.06.23	19	19	28
27.06.23	26	21	25
05.07.23	28	25	31
13.07.23	30	24	24
18.07.23	18	25	25
27.07.23	19	26	34
03.08.23	25	32	33
08.08.23	29	30	31
16.08.23	17	21	29
22.08.23	10	15	13
29.08.23	11	9	15
06.09.23	2	3	5
12.09.23	0	1	2
Suma	368	393	463

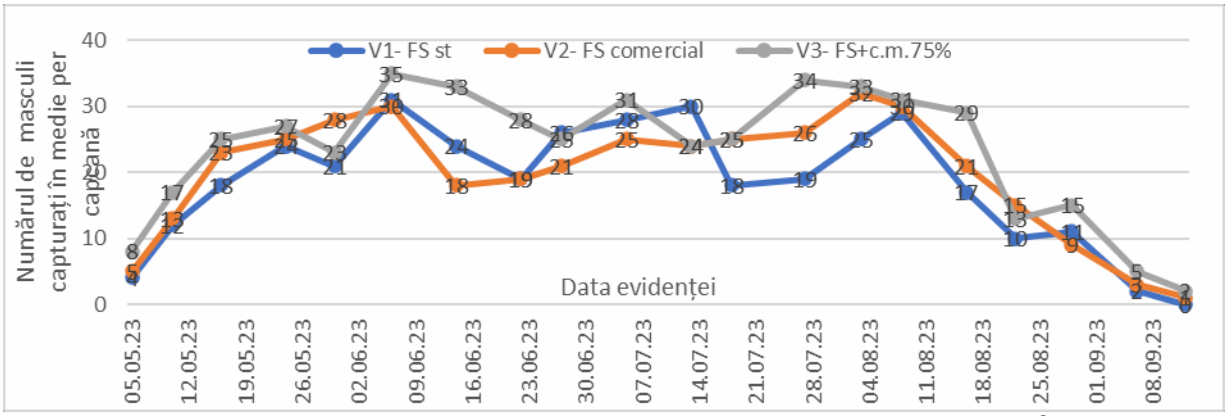


Figura 1. Dinamica capturării fluturilor masculi ai viermelui prunelor în livada experimentală de prun ISPHTA, Zonă Centrală a Republicii Moldova

Rezultatele analizei statistice a datelor obținute a fost redată în tabelul 3.

Tabelul 3

Analiza statistică a rezultatelor obținute în urma evidențelor

Nr d/r	Variante	Repetări			Suma	Medie	m-M
		1	2	3			
1	V1-Martor-F.S. standart	423	390	291	1104	368	-----
2	V2-F.S. comercial	437	403	339	1179	393	25
3	V3 -Componenții de bază + 75% comp. minor	428	487	473	1388	463	95
$DEM_{0.95}$					107,5		

Conform rezultatelor obținute, atractivitatea capcanelor feromonale din Varianta V3 cu adaos de component minor de + 75%, a crescut în comparație cu cele a variantei standard și a variantei comercial și a dus la creșterea numărului de masculi capturați în mediu cu 123 masculi.

Rezultatele sunt validate de analiza statistică.Analiza datelor obținute a permis evaluarea eficacității biologice care este redată în tabelul 4.

Tabelul 4

Evaluarea eficacității biologice a variantei cu adaos de component minor *al Grapholitei funebrana* Tr.

Nr d/r	Variante	Medie/capcana	Diferența	Eficacitatea biologică, %.
1	V1-Martor-F.S. standart	368	----------	----------
2	V2-F.S. comercial	393	25	6,3
3	V3 -Componenții de bază + 75% comp. minor	463	95	25,8

Eficacitatea biologică a compoziției cu adaos de 75% de component minor al feromonului viermelui prunului (*Grapholita funebrana* Tr.) s-a dovedit a fi cu 25,8% mai mare decât a variantei martor ce conținea F.S. standart.

Concluzii

În anul 2023, evoluarea fazelor fenologice a dezvoltării pomilor de prun în zona Centrală a Moldovei a început mai devreme decât în anii precedenți, la 05.05.23.

Viermele prunului (*Grapholita funebrana* Tr.) în anul 2023 în zona Centrală a Republicii Moldova s-a dezvoltat în două generații, prima apariție a dăunătorului fiind datată din 05.05.23.

Adaosul de 75% a componentului minor la compoziția feromonală mărește capturarea fluturilor masculi ai viermelui prunelor *Grapholita funebrana* Tr. cu până la 25,8%, rezultat comparabil cu cel primit anul precedent.

Referințe bibliografice

1. Jalba, S., Odobescu, V., Erhan, T., Musleh, M., Voineac, V. Analiza fizico-chimică și activitatea biologică a z- și e-8-dodecen-1-il acetat, componenți principali a feromonului sexual al viermelui prunului. In: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*, Ed. 7, 19-20 mai 2023, Bălți, Republic of Moldova: Bons Offices, 2023, Ediția 7, pp. 639-643.ISBN 978-9975-81-128-6.
2. Iordosopol, E., Maevscaia, V., Feodor, G. Dinamica moliei orientale, moliei prunului și diagnoza speciilor capturate la capcana cu feromon.. In: *Horticultură, Viticultură şi vinificaţie, Silvicultură şi grădini publice, Protecţia plantelor*: Simpozionului Ştiinţific Internaţional „Horticultura modernă – realizări şi perspective”, 1-2 octombrie 2018, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 2018, Vol. 47, pp. 605-609. ISBN 978-9975-64-296-5.
3. Serviciul hidromoteorologic de Stat. Caracterizarea condiţiilor meteorologice şi agrometeorologice din anul 2023.. http://www.meteo.md/images/uploads/clima/anul_2023.pdf

UDC: 582.998.2:632.11:631.559(498) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.115

IMPACTUL MONOCULTURII ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII FLORII-SOARELUI ÎN ZONA DE SUD A REPUBLICII MOLDOVA

Paladi Ion*, *https://orcid.org/0009-0009-4398-9481*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Chișinău, Republica Moldova
**E-mail: ion.paladi@sti.usm.md*

Summary. The climatic and economic circumstances that surround agriculture in the Republic of Moldova, impose drastic deviations on farmers and the non-compliance with some well-established postulates in good agricultural practices, such as non-compliance with crop rotation and the practice of monoculture. But the practice of sunflower monoculture leads to drastic decreases in the harvest and its quality. At least this statement is true for the southern part of the Republic of Moldova, where monoculture is practiced against the background of lack of moisture.

Keywords: monoculture, climatic and economic circumstances, crop rotation, agriculture.

Introducere

Evoluția prețurilor la semințele de floarea-soarelui pe bursă și apogeul din perioada noiembrie 2021-aprilie 2022, cu valori de 850-900 euro/t, au determinat sporirea interesului fermierilor față de această cultură îndemnîndu-i pe unii să ignore bunele practici în agricultură. Din anii 90 până în prezent se accepta cota ridicată a plantelor tehnice în asolament de la valorile recomandate 25% la 50%, în zona de sud principala plantă tehnică fiind floarea-soarelui. O paletă largă de hibrizi de floarea-soarelui de la cele mai renumite companii Corteva, Syngenta, LG, Strube. cu genetică bună cu rezistență la lupoaie, posibilitate de control eficient al buruienilor vrînd ne vrînd duce la idea practicării monoculturii [5-8].

Monocultura florii-soarelui în prezent nu este o noutate și se practică în așa țări ca Rusia, Ucraina, Argentina pe scară largă și pe suprafețe considerabile și generează profituri [1, 2].

În tehnologia clasică și norme fitotehnice vechi, floarea-soarelui revine într-un interval de 5-7 ani pentru a nu acumula agenți fitopatogeni și dăunători specifici precum și lupoie considerată pe vremuri principalul factor limitativ al unei agrofitocenoze de floarea-soarelui, deși noțiunea de ,,monocultură,, în tehnologia acestei culturi nu este ceva nou sau ieșit din comun. De acea se evita nerespectarea recomandărilor pentru a nu compromite recolta în general [3].

De acea se pot duce polemici și părerile se vor împărți în cea ce ține de practicarea monoculturii de floarea-soarelui, însă utimul cuvînt va fi după eficacitatea economică al acestei ramuri. Iar intensificarea tehnologiilor de cutivare și evoluția diversificării genetice și tehnologice permite practicarea monoculturii de floarea-soarelui [4, 5, 9].

Materiale și metode

Cercetările s-au efectuat în perioada 2022-2024 într-o repetiție de 3 ani consecutivi pe același teren situat în zona de sud a Republicii Moldova, s. Iujnoe, r. Cahul.

Pentru amplasarea experienței s-a realizat pe un lot din cadrul câmpului cu bonitatea medie de 80 puncte, tipul de sol fiind cernoziom obișnuit cu o textură lutoasă.

Asolamentul a constituit o perioadă de 6 ani până la revenirea florii-soarelui, iar în acest interval alte plante oleaginoase nu s-au cultivat, de aceea în primul an al experienței se presupune să avem o invazie joasă a dăunătorilor și agenților fitopatogeni asupra culturii. Apoi se practică monocultură consecutivă de trei ani pe fundalul cantității medii anuale de precipitații respectiv 2021- 480 mm, 2022-350 mm, 2023-380 mm, 2024- 210 mm pînă în data de 1 august [6].

Schema experienței include trei variante în trei repetiții, ca variante s-au utilizat sistemul de protecție convențional, sistemul de protecție ecologic și martorul.

Drept repetiție s-au evaluat trei hibrizi de floarea-soarelui cei mai renumiți pe piață, care se cultivă după trei tehnologii diferite și anume: repetiția 1 tehnologia Express, hibridul P64LE25,

repetiția 2 tehnologia Clearfield, hibridul P64LP130 și repetiția 3 tehnologia clasică, hibridul LG5377.

Aceste trei tehnologii se diferențiază prin metoda de control al buruienilor pentru menținerea câmpului curat.

Recolta s-a stabilit în mod gravimetric unde s-au luat a cîte o sută de calatidii pe diagonală pe fiecare variantă și repetiție în parte semințele extrase s-au cîntărit și sau raportat la nr de calatidii per hectar, la fel s-a asigurat precizia prin stabilirea teoretică a recoltei și anume prin enumerarea elementelor de producție.

Rezultate și discuții

Astfel în urma datelor obținute și procesate sa obținut următorul tabel cu date statistice.

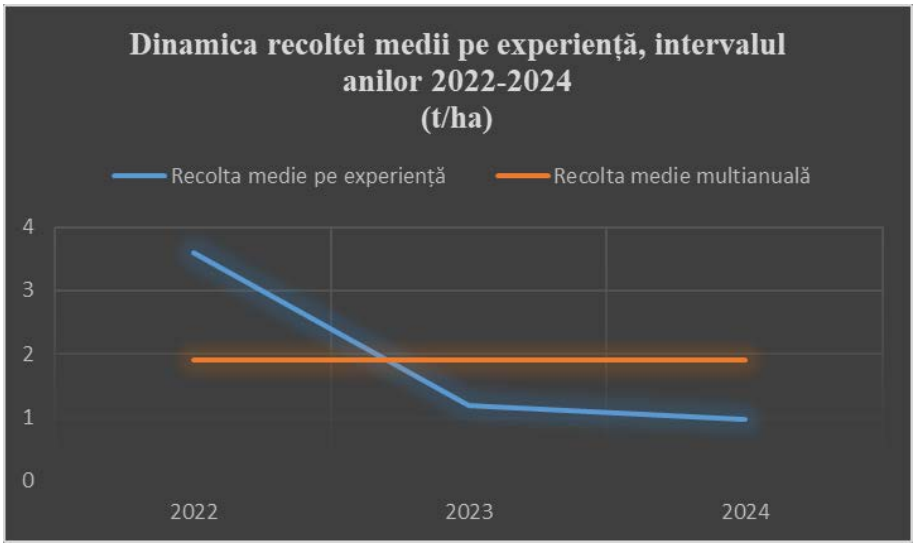
Tabel

Evoluția recoltei florii-soarelui în condiții de monocultură

Varianta	Repetiția	Recolta (t/ha)			
		2022	2023	2024	Media multianuală
V_1 control	R_1 P64LE25	3,2	1,05	0,85	1,7
	R_2 P64LP130	3,2	1,16	0,95	1,77
	R_3 LG5377	3,78	0,52	0,52	1,6
Recolta medie pe variantă		***3,39***	***0,91***	***0,77***	**1,66**
V_2 convențional	R_1 P64LE25	3,82	1,45	1,25	2,17
	R_2 P64LP130	4,24	1,68	1,38	2,43
	R_3 LG5377	4,15	0,95	0,85	1,98
Recolta medie pe variantă		***4,07***	***1,36***	***1,16***	***2,19***
V_3 ecologic	R_1 P64LE25	2,69	1,3	1,05	1,68
	R_2 P64LP130	3,73	1,65	1,15	2,17
	R_3 LG5377	3,65	0,87	0,77	1,76
Recolta medie pe variantă		**3,35**	***1,27***	***0,99***	**1,87**
Recolta media pe experiență		**3,60**	**1,18**	**0,97**	**1,91**

Deci putem observa o diminuare și oscilație drastică a recoltei pe fundalul monoculturii, și anume oscilația între valoarea maximă 4,24 t/ha la valoarea minimă 0,52 t/ha adică o diferență de 3,72 t/ha sau 87%.

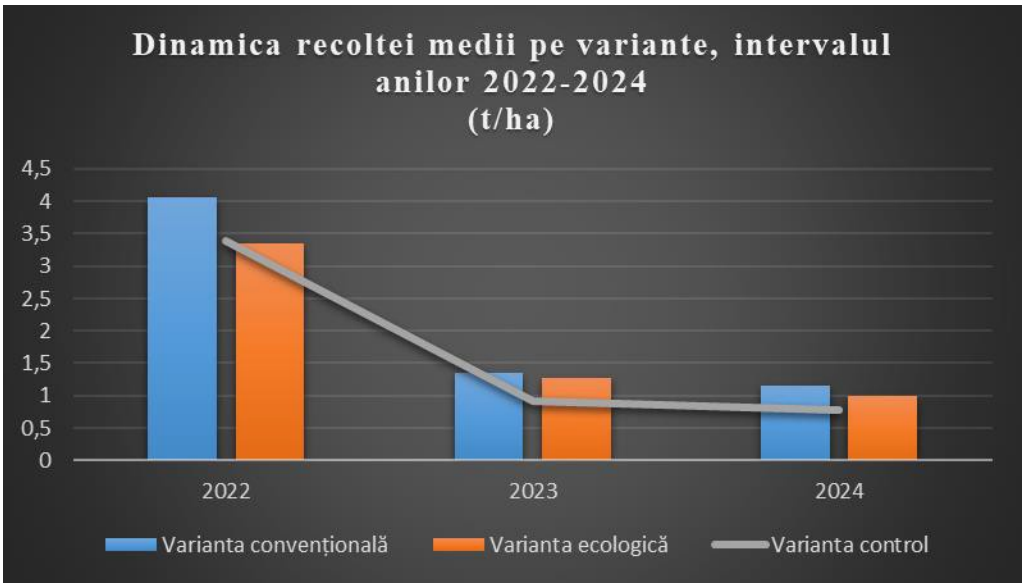
Recolta medie pe experiență variază de la valoarea maximă de 3,60 t/ha în anul 2022 apoi diminuînduse la 1,18 t/ha în anul 2023 și tot mai mult în anul 2024 cu valoare minimă de 0,97 t/ha.



Se constată că comportamentul fiecărui hibrid în condițiile de monocultură este diferit și anume cel mai rezistent se poate considera hibridul P64LP130 cu valori de recoltă net superioare, urmat de hibridul P64LE25, cel mai afectat se poate considera hibridul LG5377. Însă toți hibrizii arată o tendință drastică de diminuare a recoltei în aceste condiții.

Astfel pentru o percepție mai bună a dinamicii recoltei putem vedea tendințele obținute pe graficele de mai jos.

Se observă o tendință de diminuare a recoltei în comparație cu valoarea de referință numită ,,recolta medie multianuală,, dar se observă tendința de stabilizare a recoltei în următorii ani cea mai drastică scădere fiind observată în anul doi de monocultură cu perdere de 2,42 t/ha, iar pierderile de recoltă în anul următor constituie doar 0,21 t/ha, fiind considerate nesemnificative.



Și în acest grafic putem observa o diminuare a recoltei în anul doi de monocultură urmat de o scădere nesemnificativă din anul trei indiferent de variantă, dar se observă tendința de superioritate a tehnologiilor clasice de protecție a culturii.

Concluzii

Se consideră posibil de practicat monocultură de floarea-soarelui în zona de sud a Republicii Moldova, deși scade recolta cantitativă schimbările pe partea calitativă nu sunt considerabile.

Nu se recomandă practicarea monoculturii de floarea-soarelui în condițiile de insuficiență de umiditate și pe terenuri cu rezerve de umiditate epuizate.

Pe fundalul dificitului de umiditate se pot obține pierderi de recoltă 87% în cazul practicării monoculturii.

În caz de practicare a monoculturii de floarea-soarelui trebuie acordată mare atenție alegerii hibridului pretabil și anume hibrizi timpurii sau semitimpurii cu specific de talie mică.

Practicarea monoculturii de floarea-soarelui determină mărirea încărcăturii chimice asupra agrofitocenozei, generînd costuri suplimentare.

Notă. Cercetările au fost realizate în format de colaborare dintre , programului de doctorat 411.09 Protecția plantelor ,,*Protecția integrată a florii-soarelui în agricultura convențională și ecologică”***.**

Referințe bibliografice

1. Voloşciuc L.T. Cu privire la securitatea mediului ambiant // Academos. 2014. p. 69-72.
2. Баздырев Г.И., Третьяков Н.Н., Белошапкина О.О. Интегрированая защита растений от вредных организмов.-М.: ИНФРА-М, 2014. 245 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М.Агропромиздат, 1989. 300 с.
4. https://ru.investing.com/commodities/sunflower-seed-historical-data
5. https://newsmaker.md/rus/novosti/rynok-podsolnechnika-v-moldove-i-v-mire-kak-i-pochemu-rosli-tseny/
6. https://vniimk.ru/press/news/biologicheskie-osobennosti-podsolnechnika-/
7. https://agroexpert.md/rus/rastenievodstvo/sovremennye-sevooboroty-s-podsolnechnikom
8. https://evrosem.ua/ru/sonjashnik-p%D1%96slja-sonjashniku-chi-s%D1%96vozm%D1%96na-ru/
9. https://www.meteo.md/

UDC: 582.998.2:632.2/.9 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.116

PARTICULARITĂȚILE PROTECȚIEI INTEGRATE A FLORII-SOARELUI ÎN CONDIȚII DE MONOCULTURĂ

Paladi Ion*, *https://orcid.org/0009-0009-4398-9481*
Voloșciuc Leonid, *https://orcid.org/0000-0002-7475-4310*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Chișinău, Republica Moldova
**E-mail: ion.paladi@sti.usm.md*

Summary. The importance of the theme is determined by the value of the sunflower as a strategic oil plant. starting from the permanent expansion of the areas sown with sunflowers which reached 385 thousand ha, constituting 23.7% of the total agricultural areas sown. The double exceeding of the norms recommended by the specialists, the deterioration of the phytosanitary status of this culture is recorded. The seriousness of phytosanitary problems caused by the action of harmful organisms on the background of the worsening of the ecological situation determined by the application of pesticides, the need to develop ecologically harmless alternative means and the implementation of integrated plant protection systems becomes increasingly urgent.

Keywords: strategic oil plant, agricultural area, phytosanitary status, harmful organisms.

Introducere

Importanța temei este determinată de valoarea florii-soarelui ca plantă oleaginoasă strategică, deosebit de valoroasă din punct de vedere strategic, economic și alimentar. Extinderea permanentă a suprafețelor însămînțate cu această cultură atingînd valorile 385 mii ha, constituind 23,7% din totalul suprafețelor agricole însămînțate. Astfel se înregistrează agravarea stării fitosanitare a acestei culturi, caracterizînduse de un grad înalt de sensibilitate înaltă la atacul diferitor organisme dăunătoare: agenți patogeni de natură virală, fitoplasmică, bacteriană, micotică, artropode, insecte, acarieni și nu în ultimul rînd buruieni, toate acestea pot diminua cantitativ recolta pînă la 40-60% [1].

Luînd în considerare gravitatea problemelor fitosanitare provocate de acțiunea organismelor dăunătoare pe fundalul agravării situației ecologice determinate de aplicarea pesticidelor pentru combaterea lor, actualmente tot mai strigentă devine necesitatea elaborării mijloacelor alternative , ecologic inofensive și implimentarea sistemelor integrate de protecția plantelor.

Elaborarea și aplicarea sistemelor de protecție integrată a florii-soarelui cu aplicarea largă a mijloacelor biologice de protecție, îndeosebi a preparatelor microbiologice care vor sta la baza reglării densității populațiilor de organisme dăunătoare în agricultura convențională și cea ecologică, reducînd impactul ecologic [2].

Astfel fundamentarea ecologică a elaborării și aplicării sistemului de protecție integrată a florii-soarelui înaintează obiective precum: Determinarea stării fitosanitare a florii-soarelui și impactul cauzat de organismele dăunătoare la diferite faze de dezvoltare, pentru stabilirea diversității biologice a agenților biologici care participă la reglarea densității populațiilor de organisme dăunătoare. Constituirea sechemei optimale a sistemului integrat de combatere a organismelor dăunătoare cu aplicarea mijloacelor ecologice și reducerea impactului folosirii mijloacelor chimice [4].

Ca un obiectiv aparte se propune testarea schemei eficiente de protecție integrată a florii-soarelui și determinarea indicatorilor tehnologici precum numărul tratamentelor, norma și doza de consum, condițiile de aplicare. Pentru constatarea ulterioară a diminuării reziduurilor de pesticide, monitorizarea frecvenței și densității populațiilor organismelor utile [3].

Materiale și metode

Metodologia și metodele elaborate constituite pe parcursul ultimilor ani de către colaboratorii diferitor centre științifice internaționale, antrenate în aplicarea metodelor

contemporane de cercetare din domeniul protecției plantelor și aplicării mijloacelor ecologic inofensive de control a densității populațiilor de organisme dăunătoare. Ca perspectivă se pot evidenția metodele de identificare a agenților fitosanitari și agenților biologici utili de în perspectivă precum analiza stării fitosanitare a agrofitocenozei agricole.

Cercetările din perioada 2024 amplasate într-o repetiție de 3 ani consecutivi pe același teren situat în zona de sud a Republicii Moldova, s. Iujnoe, r. Cahul. Amplasarea experienței s-a realizat pe un lot din cadrul câmpului cu bonitatea medie de 80 puncte, tipul de sol fiind cernoziom obișnuit cu o textură lutoasă.

Schema experienței include trei variante în trei repetiții, ca variante s-au utilizat sistemul de protecție convențional, sistemul de protecție ecologic și martorul.

Drept repetiție s-au evaluat trei hibrizi de floarea-soarelui cei mai renumiți pe piață, care se cultivă după trei tehnologii diferite și anume: repetiția 1 tehnologia Express, hibridul P64LE25, repetiția 2 tehnologia Clearfield, hibridul P64LP130 și repetiția 3 tehnologia clasică, hibridul LG5377.

În varianta convențională pentru protecția integrată s-au folosit fungicidul Unical EC, 1:l /ha (tebuconazol 250 g/l) aplicat prin două tratamente în faza de 6 frunze și la butonizare.

În varianta ecologică s-a administrat fungicidul ecologic Trichodermin, suspensie de 1% la fel aplicat prin două tratamente în fazele respective plus la tratarea semințelor.

Pe toată durata perioadei de vegetație s-au efectuat evidențe, privind dezvoltarea bolilor și apariția dăunătorilor, iar la sfârșitul perioadei s-a determinat recolta.

La calcularea intensității și frecvenței atacului sau folosit următoarele formule:

Frecvența atacului F= (n*100)/N

n - nr. de plante bolnave

N - nr. Total de plante luate în examinare.

Intensitatea atacului I=(a+b)*100/N*K

a- Nr. de plante infectate cu aceleași simptome

b- Nota de atac corespunzătoare acelorași simptome

N- Nr de plante luate în evidență

K- Nota maximă a scării de evidență

Rezultate și discuții

În condițiile anului 2024, s-au manifestat cel mai intensiv bolile provocate de agenții fitopatogeni *Botrytis cinerea, Plasmophara halstedi,* similar condițiilor anului 2023 fiind vizibil factorul limitativ pe care îl reprezintă pentru recoltă. Putregaiul cenușiu sa manifestat în fazele finale de dezvoltare a culturii după înflorit avînd caracter apical, iar cel mai afectat organ fiind calatidiul.

Mana florii-soarelui s-a manifestat la plante începând din faza de răsărire mai mult ca boală criptogamică dezvoltându-se pe etajele inferioare, în schimb în fazele finale de dezvoltare sa impus pe calatidiu atacînd achenele. Multe plante infectate preponderent în varianta martor cu talia mică caracteristică formei a-5-a acestei boli având ca origine infecția seminală. La fel în comparație cu anul precedent se constată creșterea numărului de plante piticite în toate variantele pe fundalul monoculturii de trei ani.

Necătînd la faptul unui fundal fitopatologic puternic și sporirea numărului de plante atacate în comparație cu anii unul și doi, se observă eficacitatea preparatelor administrate.

Datele privind informația de manifestare a frecvenței și intensității atacului sunt prezentate în tabel.

Conform datelor prezentate în tabel am constatat, că cea mai mare frecvență a atacului 45% cu intensitatea corespunzătoare 12,25% a manifestat-o agentul patogen al putregaiului cenușiu (*Botrytis cinerea)* în varianta martor V_1 repetiția R_3, tendința păstrându-se pe toată varianta martor indiferent de hibridul cultivat.

Cele mai mici valori s-au obținut în varianta ecologică V_2 în repetiția R_2 respectiv 15%,-4,5%. În linii generale diferențele dintre valorile obținute la V_2 și V_3 pe fiecare repetiție separat sunt

semnificative, demonstrând eficacitatea fungicidului Unical EC, 1 l /ha (tebuconazol 250 g/l) la nivel mai înalt decît fungicidul ecologic Trichodermin, suspensia 1%.

Tabel

Frecvența și intensitatea atacului agenților fitopatogeni

Varianta	Repetiția	*Botrytis cinerea*		*Plasmophara halstedi*	
		Frecvența atacului, (%)	Intensitatea atacului, (%)	Frecvența atacului, (%)	Intensitatea atacului, (%)
V_1 control	**R_1** P64LE25	42,0	11,25	26,0	7,5
	R_2 P64LP130	29,0	8,0	22,0	6,5
	R_3 LG5377	45,0	12,25	28,0	8,0
V_2 convențional	**R_1** P64LE25	19,0	5,5	12,0	4,25
	R_2 P64LP130	15,0	4,5	10,0	3,25
	R_3 LG5377	19,0	5,75	14,0	4,5
V_3 ecologic	**R_1** P64LE25	31,0	8,5	19,0	5,75
	R_2 P64LP130	20,0	5,75	19,0	5,5
	R_3 LG5377	33,0	9,25	25,0	7,25

Aceeași tendință s-a atestat și în cazul manei florii-soarelui cu cele mai mari valori în V_1 respectiv 28% și 8,0% și valori cele mai mici în V_2 respectiv 10,0% și 3,25%. Necătînd la superioritatea valorilor din varianta V_2 față de valorile din varianta V_3, se păstrează tendința de superioritate a variantei V_3 față de varianta V_1.

Concluzii

S-a demonstrat eficacitatea inferioară a fungicidului ecologic inofensiv Trichodermin pe bază de ciupercă autohtonă din sol Trichoderma ssp., utilizat în scopul tratării preventive în concentrație de 1%, în comparație cu tratanți chimici, pe fundalul monoculturii de trei ani.

S-a demonstrat eficacitate inferioară a biofungicidului administrat foliar în două etape în comparație cu fungicid chimic administrat în termeni identici.

Necătând la inferioritatea ecofungicidului față de fungicid chimic, s-a evidențiat eficacitatea biologică economică al acestui fungicid mai ales asupra maladiilor manifestate pe organe generative precum *Botrytis cinerea, Plasmophara halstedii*, comparativ cu varianta martor.

Eficacitatea fungicidului Trichodermin determină creșterea și lărgirea spectrului de utilizare,

S-a determinat eficacitate înaltă a fungicidului Unical EC, 1 l/ha (tebuconazol 250 g/l) în sistemul convențional de protecție a florii-soarelui pe fundalul monoculturii de 3 ani.

Protecția ecologică a florii-soarelui devine tot mai dificilă cu practicarea monoculturii, dar nu și imposibilă dacă se mărește numărul de tratamente în perioada de vegetație.

Notă. Cercetările au fost realizate în format de colaborare dintre , programului de doctorat 411.09 Protecția plantelor ,,*Protecția integrată a florii-soarelui în agricultura convențională și ecologică”***,** și Subprogramului 011102 „*Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Baicu T., Săvescu A. Combaterea integrată în protecția plantelor. –București: Editura Ceres, 1978. -240 p.
2. BĂDĂRĂU, S. Fitopatologie. Chușinău, 2012. -112 p
3. Voloșciuc L.T. Probleme ecologice în agricultură. –Chișinău: Bons Offices, 2009. – 220 p.
4. Voloșciuc L.T. Soluționarea problemelor de protecție a plantelor în agricultura ecologică// Noosfera. -2014. p.151-158. ISSN 1857-3517
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М. Агропромиздат, 1989.- 300 с.

UDC: 632.934:582.998.2:665.347.8″2023″ https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.117

PROTECȚIA INTEGRATĂ A FLORII-SOARELUI ÎN AGRICULTURA CONVENȚIONALĂ ȘI ECOLOGICĂ ÎN CONDIȚII DE MONOCULTURĂ ÎN ANUL 2023

Paladi Ion*, *https://orcid.org/0009-0009-4398-9481*
Voloșciuc Leonid, *https://orcid.org/0000-0002-7475-4310*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Chișinău, Republica Moldova
**E-mail: ion.paladi@sti.usm.md*

Summary. Lipids being always used by humans as a sustainable source of energy, they have always been the basic source of calorie consumption. Vegetable oils and especially olive oils could not cover the market demand, being considered not for the lower class. Only from the second half of the 19th century, when the sunflower became cultivated in Europe, it became a source of vegetable oil accessible to all. The cheap alternative to olive oil, and the proof is the names of the first sunflower variety in Romania, "Măslinica". Inexhaustible source of oil and well-being especially of Eastern Europeans. If since ancient times the main export commodity of the Black Sea basin was wheat, today it is sunflower and wheat, satisfying the demand for vegetable oil generates another demand for organic vegetable oils, after we have satiated we want and healthy.

***Keywords**:* vegetable oils, sunflower variety, inexhaustible source of oil, healthy.

Introducere

Ca urmare a multiplelor avantaje de ordin agrofitotehnic, organizatoric dar și economic se constată o extindere continuă a suprafețelor ocupate de floarea-soarelui. Iar prin suprafețele imense pe care se cultivă această cultură, prin producțiile pe care le realizează la o unitate de suprafață, omenirea este dependentă de floarea-soarelui în asigurarea caloriilor [4,5]. Ca o remarcă se poate spune că floarea-soarelui a meritat dragostea fermierilor deoarece este cea mai productivă plantă oleaginoasă anuală, nici o altă plantă oleaginoasă nu dă recolte asa de ridicate și mai ales asa conținut de ulei peste 50%.

Ponderea florii-soarelui în structura suprafețelor agricole ajunge la 35%, iar riscurile de înrăutățire a stării fitosanitare sunt tot mai mari, diminuând fertilitatea solului prin export de elemente nutritive și exploatării rezervelor de umiditate din sol [1].

Fertilizare cu îngrășăminte minerale este și ea o metodă de ameliorare a solului în cazul cultivării excesive a florii-soarelui, dar ca urmare a creșterii prețurilor, potențialul solului și al culturii vin în ajutorul fermierilor, iar scăderea fertilității solului deocamdată nu se discută. Beneficiile și problemele create de această cultură se egalează prin remunerarea financiară a producătorului, această cultură merită investigarea și promovarea în vederea sporirii eficienței economice.

Dar interesul cel mai major în limita circumstanțelor contemporane prezintă elaborarea tehnicilor și instrumentelor de diminuare a organismelor dăunătoare (agenți patogeni ai bolilor, dăunători, buruieni) din agrocenoza acestei culturi ca impediment asupra realizării potențialului de producție și a calității, cît pe cale chimică atît și ecologică [1, 2].

Tendințele crescende a diminuării încărcăturii chimice care generează reziduuri în agrofitocenoză, cu scopul protecției mediului ambiant și necesitatea obținerii unui produs agroalimentar care poate fi considerat ecologic, generează vectorul de dezvoltare a protecției ecologice a florii-soarelui [5].

Materiale și metode

Cercetările s-au efectuat în perioada anului agricol 2023 într-o repetiție de 2 ani consecutivi pe același teren situat în zona de sud a Republicii Moldova, s. Iujnoe, r. Cahul. Experiența este una trifactorială ce include trei variante în trei repetiții, primul factor fiind schema ecologică de

protecție cel de al doilea schema chimică de protecție și cel de al treilea rezistența hibridului (factor genetic).

Drept primul factor sa folosit ecofungicidul Trichodermin suspensie de 1%, administrat în trei etape și anume la tratarea semințelor, stropirea plantelor în faza de 6 frunze și faza de butonizare. Ca al doilea factor sa folosit fungicidul Unical EC (tebuconazol 250 g/l) administrat prin stropire în două etape și anume faza de 6 frunze și faza de butonizare. Cel de al treilea factor și anume factorul genetic a fost reprezentat prin alegerea a trei hibrizi de floare-soarelui cei mai actuali pe piață hibrizi P64LE25, P64LP130, LG5377.

Pe toată durata perioadei de vegetație s-au efectuat evidențe privind dezvoltarea culturii și evoluția bolilor, cît și apariția dăunătorilor. În cadrul fiecărei variante sau ales a cîte o sută de plante care urmau a fi evidențiate pentru stabilirea intensității și frecvenței atacului de agent fitopatogen. La sfârșitul perioadei de vegetație cînd umiditatea achenelor a ajuns la 9% conform STAS s-a determinat recolta prin colectarea probelor pe diagonală a cîte o sută calatidii pe fiecare variantă. Datele privind recolta obținută au fost raportate la 1:400 adică la 40 mii plante per hectar.

Rezultate și discuții

Deși condițiile de monocultură consecutivă de doi ani au determinat prezența unui fundal fitopatologic intensiv determinînd scăderea semnificativă de recoltă în comparație cu anul precedent, se manifestă un efect considerabil în ambele variante de protecție (chimică și ecologică) în comparație cu varianta de control unde intensitatea și frecvența atacului sunt mai mari indiferent de factorul genetic.

În condițiile anului 2023 precum și în condițiile anului precedent 2022, s-au manifestat cel mai intensiv bolile provocate de agenții fitopatogeni *Botrytis cinerea, Plasmophara halstedi,* fiind vizibil factorul limitativ pe care îl reprezintă pentru recoltă, deși pare paradoxal că pe fundal de secetă se manifestă intensitate și frecvență de atac. Se argumentează cu instalarea secetei în perioada finală de vegetație, începînd cu faza înfloritului, iar pînă atunci condițiile pentru infecției erau prielnice. Putregaiul cenușiu s-a manifestat în fazele finale de dezvoltare a culturii pînă și după înflorit, iar cel mai afectat organ fiind calatidiul iar infecția și evoluția bolii are un caracter apical agresiv.

Mana florii-soarelui s-a manifestat la plante începând din faza de 4 frunze și de 8 frunze mai mult ca boală criptogamică dezvoltându-se pe etajele inferioare, însă în comparație cu anul precedent apare un număr mai mare de plante piticite cu achene seci, plantele infectate din varianta martor cu talia mică caracteristică formei a-5-a acestei boli având ca origine infecția seminală sau manifestat mult mai intensiv decît în anul precedent 2022.

Tabel

Frecvența și intensitatea atacului agenților fitopatogeni

Varianta	Repetiția	*Botrytis cinerea*		*Plasmophara halstedi*	
		Frecvența atacului, (%)	Intensitatea atacului, (%)	Frecvența atacului, (%)	Intensitatea atacului, (%)
V_1 control	**R_1** P64LE25	23,0	6,5	13,0	4,25
	R_2 P64LP130	16,0	4,75	10,0	3,25
	R_3 LG5377	25,0	7,25	14,0	4,5
V_2 convențional	**R_1** P64LE25	8,0	2,75	6,0	2,25
	R_2 P64LP130	7,0	2,50	5,0	1,75
	R_3 LG5377	10,0	3,5	7,0	2,75
V_3 ecologic	**R_1** P64LE25	9,0	3,00	7,0	2,5
	R_2 P64LP130	8,0	2,5	7,0	2,5
	R_3 LG5377	13,0	4,25	10,0	3,5

În decursul vegetației s-a observat prezența și altor boli micotice cu manifestare pe frunze începînd din faza a 08 BBCH, caracterul infectării și evoluției este bazal pe etajele inferioare în cazul agenților fitopatogeni (*Septoria helianthi, Alternaria helianthi*) și în unele cazuri și pe tulpini

în cazul atacului de (*Phoma macdonaldii*). Însă nici unul din agenți nu a depășit pragul economic de dăunare, fapt ce determină ignorarea acestor agenți fitopatogeni.

Datele privind informația de manifestare a frecvenței și intensității atacului agenților fitopatogeni sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Astfel s-a constatat, că cea mai mare frecvență a atacului 25% cu intensitatea corespunzătoare 7,25% a manifestat-o agentul patogen al putregaiului cenușiu (*Botrytis cinerea)* în varianta martor V_1 repetiția R_3, tendința păstrându-se pe toată varianta martor indiferent de hibridul cultivat.

Cele mai mici valori s-au obținut în varianta convențională V_2 în repetiția R_2 respectiv 7%,-2,5%. În linii generale diferențele dintre valorile obținute la V_2 și V_3 pe fiecare repetiție separat nu sunt semnificative, demonstrând eficacitatea fungicidului Unical EC, 1 l /ha (tebuconazol 250 g/l) la nivel cu fungicidul ecologic *Trichodermin,* suspensia 1%.

Aceeași tendință s-a atestat și în cazul manei florii-soarelui cu cele mai mari valori în V_1 în repetiția R3 cu o frecvență de 14% și intensitate 4,5% valori mai mici în V_2 și V_3, în schimb cea mai mică valoare s-a obținut în varianta convențională în repetiția R_2 cu o frecvență de 5% și o intensitate de 1,75%.

Concluzii

S-a demonstrat eficacitatea fungicidului ecologic inofensiv Trichodermin pe bază de ciupercă autohtonă din sol Trichoderma ssp., utilizat în scopul tratării preventive a materialului semincer în concentrație de 1%.

La fel ecofungicidul Trichodermin în concentrație de 1% administrat foliar în fazele de 6 frunze și butonizare, determină diminuarea de două ori a intensității și frecvenței putregaiului cenușiu și manei florii-soarelui.

S-a evidențiat eficacitatea biologică economică al acestui fungicid mai ales asupra maladiilor manifestate pe organe generative precum *Botrytis cinerea,*

Eficacitatea fungicidului Trichodermin determină creșterea și lărgirea spectrului de utilizare în etapa 3 de cercetare anul 2024 pentru ajustarea și completarea datelor obținute.

S-a determinat eficacitatea fungicidului Unical EC, 1 l/ha (tebuconazol 250 g/l) în sistemul convențional de protecție a florii-soarelui.

S-a observat creșterea semnificativă a intensității și frecvenței atacului agenților fitopatogeni *Botrytis cinerea* și *Plasmophara halstedi* în condiții de monocultură de doi ani consecutivi.

Notă. Cercetările au fost realizate în format de colaborare dintre , programului de doctorat 411.09 Protecția plantelor „*Protecția integrată a florii-soarelui în agricultura convențională și ecologică”* și Subprogramului 011102 „*Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Băltăreţu, A. Floarea soarelui - o cultură profitabilă. Cereale şi plante tehnice. Bucureşti, 2011.
2. Bădărău, S. Fitopatologie. Chușinău, 2012.
3. Săvulescu, Tr., Săvulescu O. Tratat de patologie vegetală. București: Editura Academiei Republicii Populare Române, 1959.
4. Volоșciuc L.T. Probleme ecologice în agricultură. –Chișinău: Bons Offices, 2009. – 210 p.
5. Volоșciuc L.T. Cu privire la securitatea mediului ambiant // Academos. – 2014. –P 69-75.
6. Баздырев Г.И., Третьяков Н.Н., Белошапкина О.О. Интегрированая защита растений от вредных организмов.-М.: ИНФРА-М, 2014.- 205 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М.Агропромиздат, 1989.- 312 с.

UDC: 632.951:595.782:634.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.118

EFICIENȚA BIOLOGICĂ A UNOR PRODUSE CU CONȚINUT DE *CLORANTRANILIPROL 200 G/L*, ÎN COMBATEREA DĂUNĂTORILOR MĂRULUI

Panuța Sergiu[1,*], Croitoru Nichita[1], Tălmăciu Mihai[2]
[1]*Univeristatea Tehnică a Moldovei, Chişinău, Republica Moldova*
[2]*Universitatea de Ştiinţele Vieţii "Ion Ionescu de la Brad", Iaşi, România*
***https://orcid.org/0000-0003-4540-7149, e-mail: sergiu.panuta@spp.utm.md*

Sumary. During the vegetation period, apple plantations are attacked by various species of insects, mites and other groups of pests. Within the technological links, the integrated protection measures of the apple have an important role against harmful organisms and especially pests. The most effective in combating apple pests is the insecticide Kodear Life, SC, with a consumption rate of 0.18 l/ha, which ensures a reduction of leaf attack by mining moths at the level of 92,37% and fruit attack by larvae of codling moth from 96.79 to 98.98%, tortricide moths – from 94,69 to 98,21%.

Keywords: *Apple orchards, Tortricidae,* insecticide, biological and control particularities.

Introducere

Cultura mărului are o pondere importantă în cadrul patrimoniului pomicol al republicii. Importanţa culturii se datorează valorii alimentare şi gustative, terapeutice şi profilactice a fructelor, însuşirilor lor tehnologice specifice, particularităţilor agrobiologice ale pomilor şi valorii economice mari. Conform datelor F.A.O. mărul se cultivă în 84 de ţări, pe o suprafaţă de peste 56 mln. ha. Producţia mondială de mere constituie aproximativ 58677 mii t. Mărul ocupă în lume locul trei după banane (62572 mii t.) şi portocale (62512 mii t.). În zonele cu climă temperată el reprezintă specia cea mai importantă, deoarece dă o producţie cu peste 10 mln. t. mai mare decât a tuturor celorlalte specii pomicole luate împreună.

Plantațiile de măr, pe parcursul perioadei de vegetaţie, sunt atacate de diferite specii de insecte, acarieni şi alte grupe de dăunători care atacă mugurii, butonii florali, inflorescenţele, frunzele, lăstarii, fructele, ramurile, tulpina şi rădăcina[2]. Obţinerea de producţii mari, stabile şi de calitate superioară impune aplicarea tuturor realizărilor obţinute în ştiinţa şi practica pomiculturii. În cadrul verigilor tehnologice un rol important îl au măsurile de protecţie integrată a mărului împotriva organismelor nocive şi în special a dăunătorilor. Pierderile de recoltă cauzate de dăunători în unii ani ajung până la 100% [1, 3].

La depăşirea pragului economic de dăunare pentru combaterea dăunătorilor sunt recomandate produse cu diverse substanţe active şi mecanism de acţiune. Reieşind din cele menţionate mai sus scopul şi obiectivele cercetărilor au fost:

- studierea particularităţilor bioecologice a principalilor dăunători ai culturii mărului, în anul 2023;
- particularităţile evoluţiei factorilor ecologici în perioada de cercetare;
- stabilirea epocii optime de aplicare a tratamentelor chimice;
- montarea experienţelor pentru testarea insecticidelor;
- studierea eficacităţii biologice a insecticidului Kodear Life, SC, în combaterea complexului de dăunători ai mărului.

Materiale şi metode

Investigațiile referitoare la determinarea eficienței biologice a insecticidului Kodear Life, SC, au fost îndeplinite în anul 2023 în zona de Nord a RM, în plantaţiile de măr a SRL „Agroselect Vasilcău", din satul Vasilcău, raionul Soroca. Pentru experiențe a fost selectată plantaţia de măr,

unde în anul precedent atacul fructelor a depăşit limita de 2%, soiul Golden şi Idared. Schema de plantare este de 4,5m x 3,0m. În aşa mod suprafaţa oferita unei plante alcătuieşte 13,5 m^2. Experienţa a fost montată în 4 repetiţii. Amplasarea pe teren a fost randomizată, compactă. Fiecare parcelă a avut forma dreptunghiulară, alcătuită din 6 pomi, cu suprafaţa de 81,0 m^2. Pentru izolare între parcele a fost lăsat câte un pom, iar fâşia de protecţie a alcătuit un rând întreg.

În experienţă au fost incluse 4 variante: Varianta 1 – martor netratat; Varianta a 2-a – etalon, Coragen 20 SC - 0,15 l/ha; Varianta a 3-a – Kodear Life, SC – 0,15 l/ha; Varianta a 4-a – Kodear Life, SC – 0,18 l/ha. Tratamentele chimice a lotului experimental s-au îndeplinit manual cu stropitoarea portativă. În scopul respectării principiului unicei deosebiri şi pentru preîntâmpinarea apariţiei arsurilor pe plante, tratamentele s-au înfăptuit în aceiaşi zi, dimineaţa pe timp liniştit.

Determinarea eficienţei biologice a insecticidelor s-a înfăptuit conform cerinţelor şi elaborărilor metodice pentru testarea produselor de uz fitosanitar (Chişinău, 2002).

Rezultate şi discuţii

Ţinând cont de faptul că, molia cojii fructelor iernează în stadiul de larvă de vârsta a 3-a, iar primele larve apar la mijlocul lunii aprilie, evidenţa s-a început înainte de înflorire şi s-a prelungit pe parcursul înfloririi şi după căderea petalelor.

În faza de răsfirare a inflorescenţelor şi „boboc roz” s-a efectuat evidenţa larvelor la 100 rozete. După înflorire s-au luat în evidenţă frunzele roase şi cele răsucite, fructele roase precum şi cele puternic atacate ce au căzut. În fiecare variantă au fost analizate câte 100 muguri, inflorescenţe, frunze sau fructe la 5 pomi model (câte 20 la fiecare pom model). Rezultatele evidenţelor sunt redate în tabelul 1. Din tabel se vede că, în martor frecvența atacului mugurilor şi frunzelor a atins 4,14%. De aceia tratamentul s-a efectuat la 13 iunie şi a fost direcționat în combaterea moliei cojii fructelor şi a viermelui merelor.

Calculul eficienței biologice a demonstrat că, în rezultatul tratării chimice în varianta a 4-a s-a primit o reducere esențială a numărului de omizi şi a fructelor atacate de molia cojii fructelor, iar frecvența atacului frunzelor a constituit 0,19; 0,17 şi 0,22%. Rezultatele marcate în varianta a 3-a au demonstrat că, acești indici au alcătuit 0,57; 0,43 și 0,49% și cedează variantei a 4-a, aflându-se la nivelul etalonului.

Tabelul 1

Eficienţa biologică a insecticidului Kodear Life, SC, în combaterea moliei cojii fructelor

Nr. de ord.	Variantele experienţei	Norma de consum, kg, l/ha	Frecvenţa atacului, % a			Reducerea în raport cu martorul, %, a			
			fructelor		frunze-lor	numărului de omizi la 100 rozete	atacului		
			căzute	în coroană			fructelor		frunze-lor
							Căzute	în coroană	
1	Martor	Fără tratament	6,89	6,50	4,14	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Etalon, Coragen 20 SC	0,15	0,59	0,45	0,52	92,90	91,44	93,08	87,44
3	Kodear Life, SC	0,15	0,57	0,43	0,49	93,20	91,73	93,38	88,16
4	Kodear Life, SC	0,18	0,19	0,17	0,22	97,43	97,24	97,38	94,69
DEM 95%, p. - 5 %						4,07	4,97	3,85	5,91

Calculul reducerii numărului de omizi, la 100 rozete, în raport cu martorul a demonstrat că, în varianta a 4-a acest indice a alcătuit 97,43%. Rezultatele primite în variata a 3-a – 93,20%, cedează esențial variantei a 4-a, aflându-se la nivelul etalonului.

Calculul reducerii atacului fructelor a demonstrat că, cei mai înalți indici au fost atinși în varianta a 4-a (97,24 şi 97,38%). În varianta a 3-a acești indici au alcătuit 91,73 şi 93,38 %, şi cedează esențial variantei a 4-a, aflându-se la nivelul etalonului (91,44 și 93,08%). Aceeași legitate

a fost atinsă şi la reducerea atacului frunzelor. Deci, în baza cercetărilor efectuate s-a constatat că, cele mai înalte rezultate, în combaterea moliei cojii fructelor, au fost primite în varianta a 4-a.

Pentru testarea insecticidelor în combaterea moliilor miniere, la măr, s-a selectat lotul, unde în anul precedent densitatea acestor dăunători, a depăşit pragul economic de dăunare.

Concomitent cu evidenţa moliei cojii fructelor şi a altor dăunători, s-a efectuat şi evidenţa moliilor miniere. Evidenţa dăunării frunzelor s-a efectuat pe 4 pomi model, în fiecare parcelă, pe parcursul perioadei de vegetaţie, la sfârşitul dezvoltării omizilor fiecărei generaţii. Rezultatele evidenţelor sunt redate în tabelul 2. Din datele tabelului se vede că, numărul mediu al minelor, la o frunză, a variat de la 3,75 mine în varianta a 4-a, până la 33,00 mine în varianta martor.

Comparând după acest indice variantele tratate se vede că, în varianta a 4-a s-a depistat un număr mult mai redus de mine şi acest indice se deosebeşte esenţial atât faţă de etalon, cât şi faţă de varianta a 3-a, care se află la nivelul etalonului. Calculul gradului de afectare al frunzelor ne-a dat posibilitate să constatăm că, cel mai redus grad de atac al frunzelor s-a primit în varianta a 4-a, care se deosebeşte esenţial de etalon şi varianta a 3-a, care se află la nivelul etalonului. Analizând frecvenţa de atac a frunzelor se vede că cel mai redus indice a fost primit în varianta a 4-a, care se deosebeşte esenţial de varianta a 3-a, aflându-se la nivelul etalonului.

Tabelul 2

Eficienţa biologică a insecticidului Kodear Life, SC, în combaterea moliilor miniere (2023)

Nr. ord.	Variantele experienţei	Norma de consum, l/ha	Frecvenţa de atac a frunzelor, %	Numărul mediu al minelor, la o frunză, mine	Gradul de atac a frunzelor, %	Reducerea atacului frunzelor, în raport cu martorul, %
1.	Martor	Ne tratat	100,00	33,00	24,13	0,0
2.	Etalon, Coragen 20 SC	0,15	14,25	9,25	5,75	85,75
3.	Kodear Life, SC	0,15	15,83	9,13	5,63	84,17
4.	Kodear Life, SC	0,18	7,63	5,75	2,13	92,37
DEM, 95%, p-5%			4,50	3,56	2,68	3,63

Calculul eficienţei biologice ne-a dat posibilitate să constatăm că cea mai înaltă reducere a atacului frunzelor, în raport cu martorul, a fost atinsă în varianta a 4-a şi acest indice depăşeşte esenţial atât etalonul, cât şi varianta a 4-a, care se află la nivelul etalonului.

Deci, se poate de constatat că cel mai efectiv, în combaterea moliilor miniere, este insecticidul Kodear Life, SC, cu norma de consum 0,18 l/ha. Preparatul KodearLife, SC, în doză de 0,15 l/ha, asigură reducerea moliilor miniere la nivelul de 84,17% şi se află la nivelul etalonului.

În combaterea omizilor viermelui merelor o mare însemnătate are determinarea corectă a începutului eclozării larvelor şi înfăptuirea în termeni optimi a tratamentelor chimice. Din cele patru metode bine apreciate, în anul de cercetări au fost folosite capcanele cu feromoni pentru capturarea masculilor. În lotul experimental au fost lansate două capcane cu feromoni. Rezultatele evidenţei sunt redate în tabelul 3.

În anul 2023 începutul zborului adulţilor primei generaţii a avut loc la sfârşitul lunii aprilie – începutul lunii mai, ce a coincis fenologic cu înflorirea în masă a culturii mărului. În prima decadă a lunii mai s-a înregistrat o creştere a adulţilor, valoarea medie alcătuind de la 28,5 până la 46,0 masculi la o capcană. Zborul în masă a adulţilor primei generaţii a fost înregistrat la 15 mai, ce mărturiseşte că în anul de cercetări zborul viermelui merelor s-a început mai devreme şi a avut un caracter mai accelerat. În această perioadă au fost capturaţi în mediu câte 68,0 masculi la o capcană. Evidenţele efectuate demonstrează că, de la 25 până la 30 mai numărul adulţilor a scăzut brusc (3,0-2,5 masculi la o capcană). În perioada da la 30 mai şi până la 29 iunie în capcanele cu feromoni au fost înregistraţi 1,5-7,0 masculi la o capcană. Prezenţa în această perioadă a unui număr redus de

adulți a viermelui merelor se explică prin particularitățile biologice a acestui dăunător şi a celor devieri a factorilor climatici, care au avut loc în această perioadă.

Zborul adulților generației a doua s-a început în perioada de la 4 până la 19 iulie, unde pe parcursul acestei perioade numărul masculilor capturați a atins valoarea de 41,5-45,5 exemplare la o capcană. Zborul în masă a adulților a avut loc la 14 iulie. În această perioadă valoarea maximă a masculilor capturați a alcătuit 61,0 exemplare la o capcană. După aceasta s-a marcat o scădere lentă a numărului masculilor capturați, atingând valoarea minimă (5,0 exemplare la o capcană) la 8 august.

Tabelul 3

Rezultatul captării masculilor viermelui merelor la capcanele cu feromoni (2023)

Numărul capcanelor	Numărul de masculi la o capcană pe perioada de vegetație												
	Mai							Iunie					
	1	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29
1	41	53	23	79	52	4	2	2	6	9	2	6	7
2	16	39	21	57	39	2	3	3	5	8	1	7	7
Media	28,5	46,0	22,0	68,0	45,5	3,0	2,5	2,5	5,5	8,5	1,5	6,5	7,0
	Iulie						August						Septembrie
	4	9	14	19	24	29	3	8	13	18	23	28	1,09
1	43	48	60	46	32	24	7	5	27	41	10	6	0
2	40	42	62	45	34	20	7	5	20	36	10	6	0
Media	41,5	45,0	61,0	45,5	33,0	22,0	7,0	5,0	23,5	38,5	10,0	6	0,0

În a doua jumătate a lunii august s-a marcat o creștere a masculilor capturați (13 -18 august), ce au alcătuit corespunzător 23,5 şi 38,5 exemplare la o capcană. Deci se poate de constatat, că în anul 2023 s-au creat condiții favorabile pentru dezvoltarea viermelui merelor şi testarea produselor împotriva acestui dăunător.Concomitent cu evidenţa masculilor la capcanele cu feromoni, s-au dus observații asupra stadiului de ou şi particularităţile dezvoltării embrionare şi a perioadei de incubație. S-a stabilit că sfârșitul dezvoltării embrionare va avea loc la 28-30 mai, de aceea primul tratament, în combaterea viermelui merelor, s-a realizat la 30 mai. A doilea tratament împotriva omizilor primei generații s-a efectuat la 15 iunie. Următorul tratament s-a efectuat la 2 iulie.

Concomitent cu evidenţa fluturilor la capcanele cu feromoni s-au efectuat cercetări asupra stadiului embrionar, în rezultatul căror s-a constatat că, începutul ieclozării larvelor generației a doua se preconizează pe 13-14 iulie. Reieşind din rezultatele evidenţelor primul tratament pentru combaterea omizilor generației a doua a fost înfăptuit la 12 iulie. Următoarele două tratamente au fost îndeplinite la 27 iulie şi 11 august.

Pentru determinarea eficienţei biologice a insecticidelor, în combaterea viermelui merelor, cel mai reprezentativ şi obiectiv indice este nivelul de atac a fructelor. Pentru determinarea acestui indice, după valul de cădere a surplusului de fructe, sub coroana pomilor s-au înlăturat toate buruienile şi fructele căzute anterior. S-a nivelat solul pentru a facilita evidenţa fructelor.

Pe parcursul vegetației odată la 5 zile s-au colectat toate fructele căzute şi s-au analizat pentru determinarea celor atacate de viermele merelor. Ultima evidență s-a efectuat cu o zi înainte de cules, apoi s-a determinat numărul total de fructe căzute. S-a determinat procentul mediu de atac al fructelor în pomii model.

Înainte de colectare s-a determinat procentul fructelor atacate de viermele merelor în recolta culeasă. Ca indice de bază a eficienţei biologice s-a calculat procentul reducerii vătămării fructelor în comparaţie cu martorul. Rezultatele evidenţelor şi calculul eficacităţii biologice sunt redate în tabelul 4. Din tabel se vede că, numărul total de fructe la un pom a variat de la 296,31 exemplare – în etalon, până la 306,80 fructe în varianta a 4-a.

Tabelul 4

Eficienţa biologică a insecticidului Kodear Life, SC, în combaterea viermelui merelor (2023)

Nr. d.o	Variantele	Norma de consum, l/ha	Numărul de fructe la un pom, bucăți						Atacarea fructelor, %				Reducerea atacării fructelor, % comparativ cu martorul în recolta	
			recolta			căzute	din acestea.		din recolta		căzute			
			totală	culeasă	din acestea atacate de viermele merelor		atacate de viermele merelor	afectate de alţi factori	totală	culeasă	atacate de viermele merelor	afectate de alţi factori	culeasă	totală
1.	Martor	netratat	297,89	91,75	16,77	205,14	169,23	35,91	62,44	18,08	82,49	87,51	0,0	0,0
2	Etalon, Coragen 20 SC	0,15	296,31	291,17	4,03	5,14	0,99	4,15	1,69	1,38	19,26	80,74	92,37	97,29
3	Kodear Life, SC	0,15	297,65	292,56	3,97	5,09	0,96	4,13	1,66	1,36	18,86	81,14	92,48	97,34
4	Kodear Life, SC	0,18	306,80	304,33	1,78	2,47	0,17	2,30	0,64	0,58	6,88	93,12	96,79	98,98
DEM 95 %, p. - 5 %													4,18	1,58

Cel mai mare număr de fructe culese a fost marcat în varianta a 4-a (304,33 exemplare) şi a 3-a (292,56 exemplare), care depăşesc varianta martor de 3,28 şi 3,15 ori corespunzător.Analizând cantitatea fructelor căzute se vede că, acest indice a fost mai redus în varianta a 4-a (2,47 exemplare), care în comparaţie cu martorul este de 83,05 ori mai mic. Este de menţionat faptul că, din numărul total a fructelor căzute cele mai puțin atacate de viermele merelor au fost depistate în varianta a 4-a (0,17 exemplare) şi în varianta a 3-a (0,96 exemplare). În martor acest indice constituie 169,23 exemplare. În etalon acest indice constituie 0,99 exemplare.

Calculul reducerii atacării fructelor în comparaţie cu martorul ne-a dat posibilitate să constatăm că, cele mai bune rezultate, atât în recolta culeasă cât şi în recolta totală, au fost primite în varianta a 4-a (96,79; 98,98%).

Rezultatele obținute în varianta a treia au demonstrat că, Kodear Life, SC, cu norma de consum 0,15 l/ha, asigură o reducere a atacului fructelor față de martor la nivelul de 92,48 şi 97,34%, şi cedează esențial variantei a 4-a, aflându-se la nivelul etalonului.

Reieşind din cele relatate se poate de constatat că, cel mai efectiv, în combaterea viermelui merelor, este insecticidul Kodear Life, SC, cu norma de consum 0,18 l/ha, care asigură o reducere mai înaltă, a fructelor atacate atât faţă de varianta a 3-a, cât și față de etalon.

Concluzii

În perioada de vegetație a anului 2023, în cultura mărului s-au creat condiții favorabile pentru dezvoltarea moliilor tortricide, moliilor miniere și a viermelui merelor.

Cel mai efectiv în combaterea dăunătorilor mărului este insecticidul Kodear Life, SC, cu norma de consum 0,18 l/ha, care asigură o reducere a atacării frunzelor de către moliile miniere la nivelul de 92,37% și a atacării fructelor, de către omizile viermelui merelor de la 96,79 până la 98,98%, moliilor tortricide – de la 94,69 până la 98,21%,

Preparatul Kodear Life, SC, cu norma de consum 0,15 l/ha cedează esențial variantei a 4-a și se află la nivelul etalonului.

Insecticidul Kodear Life, SC, poate fi inclus în sistemul de protecție integrată a culturii mărului, cu norma de consum 0,15-0,18 l/ha, pentru combaterea moliilor miniere, viermelui merelor și moliilor tortricide, prin efectuarea a 2-3 tratamente, la depășirea PED.

Referințe bibliografice

1. Croitoru, N., Panuța, S., Magher, M. Noi contribuții în sistemul integrat de protecție a plantațiilor de măr. În: *Lucrări ştiinţifice*, UASM, Chișinău 2022, Vol. 56. Materialele Simpozionului Științific Internaţional: "Sectorul agroalimentar – realizări și perspective", pp. 242-247. ISBN 978-9975-64-271-2.
2. Panuța S., Croitoru N. Efficiency of some insecticides based on the active substance lambda-cihalotrin 50 g/l, in the control of apple tree pests, in the conditions of the republic of moldova. În materialele Simpozionului Științific International „Modern trends in the agricultural higher education” 5 - 6 octombrie 2023”, Chișinău 2023, p. 66. ISBN 978-9975-64-360-3.
3. Tălmăciu M., Tălmăciu N., Herea M., Croitoru N., Panuța S. Cercetări asupra populației de carabide din plantațiile pomicole de măr în funcție de agrotehnica aplicată. În: *Știința agricolă*, UASM, Chișinău, 2020 (2), pp. 41–46. ISSN 6.31.162:657.3(478).

UDC: 631.541.1:631.543/.547:634.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.119

INFLUENȚA PORTALTOAIELOR DIN GRUPA GENEVA ASUPRA DEZVOLTĂRII ȘI FRUCTIFICĂRII POMILOR DE MĂR DUPĂ PRIMUL AN DE PLANTARE

Peşteanu Ananie
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chişinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-8985-7101, e-mail: ananie.pesteanu@h.utm.com

INFLUENCE OF GENEVA ROOTSTOCKS ON THE DEVELOPMENT AND FRUITING OF APPLE TREES AFTER THE FIRST YEAR OF PLANTING

Summary. The investigations were carried out in the apple plantation of "Viorix-Agro" Ltd., in the spring of 2022. The trees, planted at a distance of 3.5x0.8 m and trained after the crown vertical axis, were grafted on rootstocks M9, G11 and G41 for Gala Nikangie cultivar and on rootstock G11 for Fuji King Grofn variety. The results showed that in order to obtain early apple yields and to maintain a rational relationship between vegetative macrostructure and yield microstructure, as well as to prevent soil fatigue in replanted land, it is recommended to use the vegetative rootstocks G11 and G41 in association with the perspective varieties.

Keywords: apple, association, rootstock; replanting, development, production.

Introducere

Până în anul 2025, se preconizează ca cultura mărului să ocupe aproximativ 36% din patrimoniul pomicol al țării, cu o pondere de peste 70% în producția globală de fructe. Din suprafața totală ocupată de măr, aproximativ 70% este amplasată în zona de nord a țării. În prezent, la fondarea livezilor de măr sunt utilizați pe scară largă portaltoii M9, 62-396, M26, MM106. Deoarece livezile intensive existente, fondate cu diverse combinații soi/portaltoi și producția globală înregistrată, nu mai satisfac cerințele cultivatorilor și consumatorilor, este necesară înființarea de plantații noi cu soiuri și portaltoaie moderne [1, 2, 3].

Disponibilitatea redusă a terenurilor noi pentru fondarea livezilor de măr în zona de nord a țării, specia dată se replantează pe terenuri unde anterior a fost cultivată fără a se lua în considerare fenomenul „oboseala solului” [1, 3]. Replantarea terenurilor cu pomi altoiți pe portaltoaiele M9, 62-396, M7, M26, MM106, fără a ține cont de acest fenomen, duce la diminuarea dezvoltării pomilor noi plantați, reducerea productivității plantației și calității fructelor, precum și la accentuarea bolilor precum putregaiul alb al rădăcinilor, putregaiul coletului, focul bacterian și păduchele lânos [5].

La nivel mondial, cultura mărului a suferit mari schimbări în privința noului sortiment de portaltoaie în ultimii de 20 ani, atingând astăzi performanțe remarcabile datorită acestor caracteristici în tehnologia de cultivare [4, 6, 7].

Programul de ameliorare a portaltoaielor noi din cadrul Universității Cornell din SUA propune producătorilor de fructe o gamă largă de biotipuri din seria CG, caracterizate prin creșteri stabile, recolte înalte, constante și de calitate, unghiuri largi de inserție a ramurilor, rezistență la bolile de replantare și afecțiune a insectelor [4, 7].

Materiale şi metode

Investigaţiile au fost efectuate în plantația de măr a întreprinderii SRL „Viorix-Agro”, satul Trebisăuți, raionul Briceni. Plantarea pomilor s-a realizat în primăvara anului 2022, pe un teren unde, în toamna anului 2021, după recoltarea fructelor, livada de măr cu vârsta de 8 ani a fost defrișată. Pentru studierea comportamentului pomilor din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoaiele M9, G11, G41 și a celor din soiul Fuji King Grofn pe biotipul G11, pe un teren replantat, în zona de nord a Republicii Moldova, s-a înființat un experiment pentru a analiza dezvoltarea asociațiilor soi/portaltoi sub influența fenomenului de „oboseală a solului”. Pomii de

măr au fost importați din Olanda. Materialul săditor utilizat la plantare a fost de tipul "knip boom", având vârsta de doi ani, cu coroana formată din ramuri anticipate. Distanţa de plantare a fost de 3,5x0,8 m, iar pomii sunt conduși după coroana ax vertical.

Pe parcursul cercetărilor, s-au determinat înălțimea și lățimea coroanelor, macrostructura vegetativă, microstructura roditoare și productivitatea plantaţiei. Fiecare variantă a inclus 4 repetiții amplasate pe teren randomizat, cu câte 8 pomi în fiecare repetiție. Investigaţiile au fost efectuate în condiţii de câmp şi de laborator, utilizând metode recomandate pentru experiențele cu speciile pomicole.

Prelucrarea statistică a principalilor indicatori s-a realizat prin metoda de analiză de dispersie monofactorială, utilizând pachetul de programe STATGRAPHICS 18.0, testul ANOVA.

Rezultate şi discuții

În livezile moderne de măr, parametrii coroanelor sunt echilibrați prin intermediul asociațiilor soi/portaltoi, sistemului de formare şi tăiere a macrostructurii vegetative [3, 4, 6].

Rezultatele prezentate în tabelul 1 evidențiază că structura tulpinii pomilor de măr la finele primului an de vegetație a fost influențată de biotipul portaltoiului și de particularitățile biologice ale soiului.

Pomii din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoiul M9 au prezentat cea mai mare înălțime a trunchiului, atingând 50 cm. În cadrul asociațiilor Gala Nikangie/G11, Fuji King Grofn/G11 și Gala Nikangie/G41, acest indicator a variat între 44 și 45 cm. Înălțimea trunchiului a fost influențată de lucrările efectuate în câmpul II al pepinierii pomicole, unde trunchiul pomilor de măr a fost degajat.

Înălțimea axului tulpinii a fost corelată mai evident cu particularitățile biologice ale soiului, comparativ cu cele ale portaltoaielor luate în studiu. Pentru pomii din soiul Gala Nikangie, înălțimea axului a variat între 97 și 100 cm, în timp ce pentru cei din asociația Fuji King Grofn/G11, aceasta a constituit 110 cm, marcând o creștere de 10,0-13,4% față de celelalte combinații soi/portaltoi.

Tabelul 1

Parametrii bioconstructivi a pomilor de măr în funcţie de particularităţile biologice ale asociaţiei soi/portaltoi, cm

Portaltoi	Soi	Înălțimea				Lățimea coroanelor
		trunchiului	axului	săgeții	tulpinii	
M9(m)	Gala Nikangie	50	100	55	205	113
G11	Gala Nikangie	44	100	45	189	110
	Fuji King Grofn	45	110	76	231	150
G41	Gala Nikangie	45	97	66	208	119

Înălțimea trunchiului şi axului sunt elemente care reflectă dezvoltarea pomilor în câmpul II din pepiniera de pomi, în timp ce săgeata tulpinii reprezintă un indice relevant pentru primul an de vegetație în plantația pomicolă. Rezultatele obținute arată că cea mai mare valoare a săgeții tulpinii a fost obținută în cadrul asociației soi/portaltoi Fuji King/G11, cu 76 cm. Pomii din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoiul G11 au avut o săgeată a tulpinii de 45 cm, iar cei altoiți pe biotipurile M9 și G41 au prezentat valori medii de 55 și, respectiv, 66 cm.

Lungimea săgeții tulpinii este direct corelată cu vigoarea de creștere a asociației soi/portaltoi, variantele cu vigoare mai mare înregistrând și valori mai mari. Studiind influența asociației soi/portaltoi asupra înălțimii tulpinii, observăm că acest indice variază în funcție de vigoarea de creștere a soiului și portaltoiului. Înălțimea cea mai mare a pomilor în variantele studiate a fost înregistrată la asociația Fuji King/G11, cu 231 cm. Valori similare au fost obținute la pomii din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoiul M9 (205 cm) şi pe biotipul G41 (208 cm). Pomii din soiul Gala Nikangie altoiți pe portaltoiul G11 au prezentat valori mai mici ale înălțimii tulpinii (189 cm).

Numărul, lungimea medie și însumată a ramurilor constituie o serie de indicatori esențiali pentru determinarea activității proceselor de creștere în coroana pomilor de măr, influențate de

asociația soi/portaltoi (tab. 2). Numărul ramurilor anuale formate în primul an de vegetație în plantația de măr a variat între 18 și 27 buc/pom. Cele mai puține ramuri anuale au fost formate de pomii din asociația Fuji King Grofn/G11 (18 buc) și Gala Nikangie/M9 (19 buc), iar cele mai multe ramuri anuale au fost obținute în cadrul asociațiilor Gala Nikangie/G41 (26 buc) și Gala Nikangie/G11 (27 buc), reprezentând o creștere cu 42,1-44,4%.

Numărul ramurilor anuale obținute în cadrul coroanei pomilor la finele primului an de dezvoltare a influențat și lungimea medie a acestora la toate soiurile studiate. Cele mai mici valori ale acestui indicator au fost înregistrate în cadrul asociației Gala Nikangie/M9 - 16,5 cm, unde și numărul de ramuri anuale în cadrul coroanei a fost mai redus. În asociația Gala Nikangie/G11, lungimea medie a ramurilor anuale a fost de 21,8 cm, înregistrând o creștere de 32,1% comparativ cu varianta martor.

Tabelul 2

Numărul, lungimea medie şi însumată a ramurilor de diferită vârstă în coroana pomilor de măr în funcţie de particularităţile biologice ale asociaţiei soi/portaltoi

Portaltoi	Soi	Numărul ramurilor, buc/pom		Lungimea medie, cm		Lungimea însumată, m/pom	
		anuale	doi ani	anuale	doi ani	anuale	doi ani
M9(m)	Gala Nikangie	19	13	16,5	33,8	313	439
G11	Gala Nikangie	27	18	21,8	22,3	588	401
	Fuji King Grofn	18	16	47,8	35,9	860	574
G41	Gala Nikangie	26	16	23,6	26,0	613	416
DL 5%		1,34	0,65	1,47	1,02	1,02	10,6

Creșterea vigorii de dezvoltare a portaltoiului (Gala Nikangie/G41) a influențat semnificativ lungimea medie a ramurilor anuale, care a ajuns la 23,6 cm, reprezentând un spor de 32,1% comparativ cu asociația Gala Nikangie/G11 și de 43,0% comparativ cu varianta martor.

Lungimea medie mai mare a ramurilor anuale a fost înregistrată în cadrul asociației Fuji King Grofn/G11 (47,8 cm), aceasta fiind de 2,89 ori mai mare comparativ cu varianta martor. Asociațiile Gala Nikangie/G11 și Gala Nikangie/G41 au avut lungimi medii ale ramurilor de 1,32 și respectiv 1,43 ori mai mari decât varianta martor. Rezultatele prezentate evidențiază că asociația soi/portaltoi și numărul ramurilor din cadrul coroanei pomilor influențează lungimea medie a acestora, obținută în primul an după plantare pe un teren replantat.

Lungimea însumată a ramurilor anuale joacă un rol important în garnisirea rapidă a tulpinii pomilor cu macrostructură vegetativă, care ulterior se va transforma în microstructură roditoare, contribuind la obținerea unor recolte înalte, constante și competitive.

Indicele studiat este direct corelat cu numărul creșterilor anuale obținute în coroana pomilor și lungimea medie a acestora înregistrată pe parcursul primului an de gestionare. Valori mai mici au fost obținute în cadrul asociației Gala Nikangie/M9 (martor) - 313 cm.

Lungimea însumată mai mare a ramurilor anuale a fost înregistrată la pomii din soiul Gala Nikangie pe portaltoaiele G11 și G41, cu valori de 588 cm și, respectiv, 613 cm, ceea ce reprezintă o creștere de 87,8, și respectiv, 95,8% comparativ cu asociația Gala Nikangie/M9. În cadrul asociației Fuji King Grofn/G11, lungimea însumată a ramurilor anuale a fost de 860 cm, marcând o creștere de 2,75 ori comparativ cu varianta martor. Deși numărul ramurilor anuale a fost mai mic în această asociație, datorită lungimii medii anuale mai mari, valoarea finală a înregistrat niveluri net superioare față de celelalte asociații soi/portaltoi studiate.

Interes major în pomicultura practică are și valoarea ramurilor de doi ani, pe care parțial s-a format recolta în primul an după plantare și unde se preconizează obținerea fructelor în anul viitor. Ramurile de doi ani formate în coroana pomilor încă din câmpul doi al pepinierei pomicole denotă că numărul lor a variat de la 13 până la 18 bucăți. Număr mai mic de ramuri cu vârsta de doi ani în coroana pomilor de măr a fost înscris în cadrul asociației Gala Nikangie/M9 - 13 bucăți. Asociațiile Fuji King Grofn/G11 și Gala Nikangie/G41 se caracterizează printr-un număr mai mare de ramuri pe ax (16 bucăți), o majorare cu 23,3% comparativ cu varianta martor. În cadrul pomilor din

asociația Gala Nikangie/G11, indicele studiat a înscris valori mai mari (18 bucăți), o creștere cu 38,4% comparativ cu varianta martor și cu 12,5% comparativ cu asociațiile Fuji King/G11 și Gala Nikangie/G41.

Valori mai mici ale lungimii medii a ramurilor de doi ani au fost înscrise în cadrul asociației Gala Nikangie/G11 (22,3 cm), urmate de combinațiile Gala Nikangie/G41 (26,0 cm), Gala Nikangie/M9 (33,8 cm) și Fuji King Grofn/G11 (35,9 cm). Lungimea însumată a ramurilor de doi ani din cadrul pomilor din asociațiile studiate Gala Nikangie/G11 și Fuji King Grofn/G11 a variat de la 401 până la 574 cm. Pomii din asociațiile Gala Nikangie/G41 și Gala Nikangie/M9 au înregistrat valori medii, constituind 416 și, respectiv, 439 cm.

Pe lângă particularitățile biologice ale portaltoiului, și soiul influențează numărul de formațiuni de rod din coroana pomilor. Numărul formațiunilor de rod obținute în cadrul pomilor din asociația Fuji King Grofn/G11 a fost de 33 buc./pom, iar a celui din Gala Nikangie/G11 de 49 buc., ceea ce reprezintă o creștere de 48,5% comparativ cu varianta precedentă.

Pe lângă numărul formațiunilor de rod din cadrul macrostructurii vegetative, tipul acestora are o importanță majoră. Tipul formațiunilor de rod din microstructura vegetativă a pomilor este direct corelat cu particularitățile biologice ale asociațiilor soi/portaltoi studiate.

Un număr mai mare de pinteni inelați (tab. 3) a fost înregistrat în cadrul coroanei pomilor de măr din asociația Fuji King Grofn/G11 (20 buc/pom), reprezentând 60,6% din numărul total de formațiuni de rod. În asociațiile Gala Nikangie/M9 și Gala Nikangie/G11, numărul de pinteni inelați a fost aproximativ același, cu 13 și, respectiv, 12 buc/pom, reprezentând 35,2% și, respectiv, 24,5%. Cel mai mic număr de pinteni inelați a fost înregistrat în cadrul pomilor din asociația Gala Nikangie/G41, cu 8 buc/pom, ceea ce a constituit 25,8%.

Numărul țepușelor din coroana pomilor din asociațiile Fuji King Grofn/G11 și Gala Nikangie/G41 a fost de 4 buc/pom, reprezentând 12,1% și, respectiv, 12,9%. Pomii din asociația Gala Nikangie/M9 au format 8 țepușe, reprezentând 21,6%, iar cei din asociația Gala Nikangie/G11 au format 14 țepușe, reprezentând 28,6% din totalul formațiunilor de rod.

Particularitățile biologice ale asociației soi/portaltoi influențează și numărul de nuieluțe formate în coroana pomilor de măr. Cel mai mic număr de nuieluțe s-a înregistrat în cadrul pomilor din asociația Fuji King Grofn/G11 (2 buc/pom), reprezentând 6,1%, iar cel mai mare număr în cadrul asociației Gala Nikangie/M9 (6 buc/pom), reprezentând 16,2%. Mai rațional, macrostructura vegetativă a fost garnisită cu nuieluțe în cadrul asociațiilor Gala Nikangie/G41 și Gala Nikangie/G11, unde numărul lor a fost de 9 și, respectiv, 11 buc/pom, constituind 29,0% și, respectiv, 22,4% din totalul formațiunilor de rod a coroanei.

Tabelul 3

Tipul formațiunilor de rod din coroana pomilor de măr în funcţie de particularităţile biologice ale asociaţiei soi/portaltoi

Portaltoi	Soiul	Pinteni inelați		Țepușe		Nuieluțe		Burse de rod	
		buc/pom	%	buc/pom	%	buc/pom	%	buc/pom	%
M9 (m)	Gala Nikangie	13	35,2	8	21,6	6	16,2	10	27,0
G11	Gala Nikangie	12	24,5	14	28,6	11	22,4	12	24,5
	Fuji King Grofn	20	60,6	4	12,1	2	6,1	7	21,2
G41	Gala Nikangie	8	25,8	4	12,9	9	29,0	10	32,3

Numărul formațiunilor de rod de doi ani, reprezentate prin burse de rod, a variat între 7 și 12 buc/pom, reprezentând 21,2%-32,3% din ponderea totală a formațiunilor. În cadrul asociației Fuji King Grofn/G11, numărul de burse de rod a fost de 7 buc/pom (21,3%), iar în asociațiile Gala Nikangie/M9 și Gala Nikangie/G41, a constituit 10 buc/pom, reprezentând 27,0% și, respectiv, 32,3%. Cel mai mare număr de burse de rod s-a înregistrat în cadrul pomilor din asociația Gala Nikangie/G11, cu 12 buc/pom, constituind 24,5%.

Garnisirea mai rațională cu formațiuni de rod pe parcursul cercetărilor a fost observată în coroana pomilor din asociația Gala Nikangie/G11, unde ponderea pintenilor inelați a fost de 24,5%, țepușele 28,6%, nuieluțele 22,4% și bursele de rod 24,5%.

Formațiunile de rod formate în coroana pomilor de măr din asociațiile soi/portaltoi studiate s-au format predominant pe lemn de doi ani, adică pe ramurile anticipate formate în câmpul II al pepinierei pomicole și pe axul pomului.

Productivitatea este un indice corelat cu măsurile agrotehnice din livadă și particularitățile biologice ale asociațiilor soi/portaltoi investigate [1; 3; 6]. Pomii de tipul „knip boom" plantați cu ramificații anticipate formate în pepinieră au permis obținerea de recoltă încă din primul an după plantare, influențând pozitiv procesele de dezvoltare a pomilor.

Numărul de fructe format în cadrul pomilor din asociațiile studiate a fost mai mare, dar s-a decis păstrarea a aproximativ 5-6 fructe pe pom pentru a exclude fenomenul alternanței de fructificare, frecvent întâlnit la pomii din soiul Fuji și clonele lui. Numărul de fructe în coroană a variat de la 4 până la 7 bucăți. Cel mai mic număr de fructe a fost înregistrat la pomii din asociația Gala Nikangie/G41 (4 buc.), urmat de Fuji King Grofn/G11 (5 buc.), Gala Nikangie/M9 (5 buc.), iar cel mai mare număr a fost la Gala Nikangie/G11 (7 buc.) (tab. 4).

Tabelul 4

Productivitatea plantației de măr după primul an după plantare la cultura măr în funcție de particularitățile biologice ale asociației soi/portaltoi

Portaltoi	Soiul	Numărul de fructe, buc/pom	Greutatea medie, g	Producția		Decalaj cu varianta martor, kg
				kg/pom	kg/ha	
M9 (m)	Gala Nikangie (m)	5	174	0,87	3110	0
G11	Gala Nikangie	7	168	1,18	4205	+1095
	Fuji King Grofn	5	238	1,19	4250	+1140
G41	Gala Nikangie	4	195	0,78	2780	-330
DL 5%		0,15	8,1	0,04	13,2	-

Greutatea medie mai mare a unui fruct a fost înregistrată în cadrul asociației Fuji King Grofn/G11 (238 g), comparativ cu Gala Nikangie altoit pe portaltoiul G11 (168 g), unde s-a obținut cel mai mic indice. Această diferență semnificativă se explică prin particularitățile biologice ale soiurilor studiate și numărul de fructe păstrate în coroană.

Particularitățile biologice ale portaltoiului influențează și greutatea medie a fructului. Valori mai mari ale indicelui luat în studiu au fost înregistrate în cadrul asociației Gala Nikangie/G41 (195 g), urmate de Gala Nikangie/M9 (178 g) și Gala Nikangie/G11 (168 g).

Producția de fructe din cadrul unui pom a fost corelată cu numărul de fructe obținut în coroană și greutatea medie a fiecărui fruct. Producții mai mari au fost obținute de pomii din soiurile Fuji King Grofn (1,19 kg) și Gala Nikangie (1,18 kg) altoiți pe portaltoiul G11. În funcție de portaltoi, valori mai mari ale indicelui studiat s-au obținut în cadrul asociației Gala Nikangie/G11 - 1,18 kg, urmată de Gala Nikangie/M9 - 0,87 kg și Gala Nikangie/G41 - 0,78 kg, constituind o majorare cu 35,6% și, respectiv, 66,1% comparativ cu ultimele două combinații.

Producția globală în cadrul plantației a variat de la 2780 până la 4250 kg/ha. Valori mai mari ale producției de fructe la o unitate de suprafață au fost obținute în variantele Fuji King Grofn/G11 (4250 kg/ha) și Gala Nikangie/G11 (4205 kg/ha), diferența fiind confirmată și prin date statistice. Producția globală mai mică a fost înregistrată în cadrul asociațiilor Gala Nikangie/G41 (2780 kg/ha) și Gala Nikangie/M9 (3110 kg/ha).

Investigațiile efectuate asupra producției de fructe obținute pe parcursul cercetărilor au arătat că aceasta este corelată cu particularitățile biologice ale portaltoiului, iar acțiunea soiului nu a fost evidențiată în mod semnificativ.

Concluzii

Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale după primul an de vegetație ne permit să menționăm că, pentru a avea un raport rațional în coroană între macrostructura vegetativă și microstructura roditoare, a obține recolte precoce de mere, și pentru a exclude fenomenul

„oboseala solului" pe terenurile unde s-a efectuat replantate, este recomandată utilizarea portaltoaielor vegetative Geneva 11 și Geneva 41 în asociație cu soiurile de perspectivă.

Referințe bibliografice

1. Babuc, V., Peşteanu, A., Gudumac, E., Cumpanici, A. Producerea merelor. Chişinău, 2013. 240 p.
2. Balan, V. Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producţiei de fructe. In: Akademos, 2009. nr. 4(15), pp. 82-90.
3. Cimpoieş, Gh. Cultura mărului. Chişinau, Editura „Bons Offices", 2012. 380 p.
4. Fazio, G., Wan, Y., Kviklys, D., Romero, L., Adams, R., Strickland, D., Robinson T. Dw2 a New Dwarfing Locus in Apple Rootstocks and its Relationship to Induction of Early Bearing in Apple Scions. In: Journal of the American Society for Horticultural Science. 2014. Vol. 139 (2), pp. 87-98.
5. Hewavitharana, S., Dupont, T., Mazzola, M. Apple replant disease, WSU tree fruit IPM strategies, In: Washington State tree fruit extension fruit matters. 9 Dec., 2019. http://treefruit.wsu.edu/crop-protection/disease-management /apple-replant-disease/.
6. Peşteanu, A. Pretabilitatea soiurilor de perspectivă pentru sistemul superintensiv de cultură a mărului. In: Lucrări ştiinţifice. UASM. 2008. vol. 16, pp. 77-80.
7. Robinson, T.L., Fazio G., Aldwinckle, H.S. Characteristics and performance of four new apple rootstock from the Cornell-USDA apple rootstock breeding program. In: Acta Hort. 2014. vol. 1058, pp. 651-656.

UDC: 595.7:638:574 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.120

MODELING OF AIR TREATMENT PROCESSES IN ENERGY-EFFICIENT SYSTEMS FOR ENSURING ABIOTIC FACTORS IN ENTOMOCULTURE PRODUCTION

Pishchanska Nonna[1, *], *https://orcid.org/0000-0002-5337-4538*
Belchenko Volodimir[1,**], *https://orcid.org/0000-0002-6117-6363*
Podmazko Olexandr[2], *https://orcid.org/0000-0001-8488-8606*
[1]*Engineering and Technology Institute "Biotekhnika", National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa*
[2]*Odessa National University of Technology, Ukraine*
**e-mail: pishchanskay@gmail.com, **e-mail: belchenkovm@gmail.com;*
****e-mail: apodmazko@ukr.net*

Summary. The aim of the research is to develop methodological foundations for creating energy-efficient systems that ensure abiotic factors in adaptive technologies for cultivating uterine entomocultures. The relevance of the research lies in the need to create a mathematical description of the object to model air treatment processes in energy-efficient systems that ensure abiotic factors in adaptive technologies for cultivating uterine entomocultures. In this description, each state characteristic is presented as a function of input and control parameters, considering the objectively existing constraints on the range of changes in control parameters and process state characteristics. The task was to develop a mathematical model of an optimized air preparation system for the implementation of adaptive technologies.

Keywords: entomoculture production, air conditioning, air treatment process modeling, mathematical model, air humidification, polytropic processes.

Introduction

To develop the foundations of energy-efficient systems that ensure abiotic factors and to solve the tasks of optimizing air preparation technology for entomological production, it is necessary to create a mathematical model. It is known that the sequence of building a mathematical model begins with the formulation of the problem, selecting parameters, defining the goal, and identifying the efficiency criteria.

For solving optimization problems of air preparation technology for entomological production, it is necessary to develop a mathematical model. The sequence of building mathematical models is presented in Figure 1.

Formulation of the modelling problem	
Formulation of the problem, selection of parameters	Defining the goal and performance criteria
Drawing up a mathematical description of an object	
Statistical description	Deterministic description
Programming the task	
Choosing a numerical method	Creating an algorithm
Adequacy check	
Using a mathematical model to solve practical problems	

Figure 1. The Sequence of Building a Mathematical Model

Materials and methods

The task of the modelling is the development of a mathematical model of the air preparation system for implementing adaptive technologies. The method of analysing polytropic air humidification processes in dense regular packing layers with a crossflow scheme of contact between streams was chosen for the research.

Results and discussion

The description of the processes of cross-contact between water and air is based on an idealized model of flow structure - the model of complete displacement, which assumes the uniform distribution of flows and constancy of parameters across the width of the apparatus. However, the task of determining the average driving force of the process, unlike counterflow, is much more complicated. The crossflow process organization scheme in conditions of variable flow parameters along the height (Y) and length (X) of the apparatus necessitates solving a two-dimensional problem.

The physical foundations of air preparation processes are determined as follows:
The water vapor mass flow carried for a surface element *dF* is determined according to the Lewis equation at moisture content values *d* up to 20 g/kg, characteristic of contact apparatuses:

$$dW = \sigma \cdot (d'' - d) \cdot dF,$$

where σ is the moisture exchange coefficient, kg/(m²·s).

The total heat flow, assuming the Lewis relation *le* = 1 holds true:

$$dQ_{\Sigma} = \sigma(h'' - h)dF,$$

where h – is the air enthalpy in kJ/kg;

h'' – is the enthalpy of saturated air at temperature t_w, kJ/kg

$$le = \alpha / (\sigma \cdot c_v),$$

c_v – is the heat capacity of moist air, kJ/(kg·K);

integral characteristic of the process intensity - Merkel number

$$Me = \sigma F / G_w = C_w \int d\, t_w / (h'' - h).$$

A classification of the processes of preparation of the air medium in contact apparatus with a cross-flow flow contact scheme is carried out: polytropic process of air cooling and dehumidification,

$$-Q_{\sum} = -(Q_{real} + Q_{hid});$$

humidity process of air cooling along the line *d* = const,

$$-Q_{\sum} = -Q_{real},\ Q_{hid} = 0;$$

Polytropic air cooling and humidification,

$$Q_{\sum} = Q_{real} - Q_{hid};$$

Isoenthalpic air cooling and humidification along the line *h*=const,

$$Q_{\sum} = 0,\ Q_{real} = Q_{hid};$$

Polytropic air humidification and cooling,

$$Q_{\sum} = Q_{hid} - Q_{real};$$

Isothermal humidification along the line *t*=const,

$$Q_{\sum} = Q_{hid},\ Q_{real} = 0;$$

Polytropic air humidification and heating,

$$Q_{\sum} = Q_{hid} + Q_{real}.$$

The next stage of the mathematical model development involved describing the processes in a crossflow apparatus for thermal-humidity air treatment.

Air humidification processes in contact apparatuses are described by heat balance and heat transfer equations for the respective phases:

$$dQ_{\Sigma,i} = \frac{c_w G_w}{m} dt_{w,i},\ dQ_{\Sigma,i} = \alpha_w (t_w - t^*)_i dF_i,$$

$$\rightarrow N_w = \alpha_w \frac{c_w G_w}{m F} = \int dt_{w,i} / (t_w - t^*)_i;$$

$$dQ_{\Sigma,i} = -\frac{G_g}{n} dh_i, dQ_{\Sigma,i} = \beta_h (h^* - h)_i F_i, \rightarrow N_g = \frac{\beta_h G_g}{n F} = \int dh_i/(h^* - h)_i;$$

and the equation of the kinetics of the total heat transfer:

$$dQ_{\Sigma,i} = k_h \left(h^{"} - h\right)_i F_i, \qquad \rightarrow \quad N_\Sigma = \frac{k_h G_g}{n F} = \int dh_i/\left(h^{"} - h\right)_i.$$

The empirical kinetic dependences were obtained:

$$Sh = c \cdot Re_г^n \cdot Re_ж^m$$

Where *c, n, m* – proportionality factors;

$Re_g = w_g \cdot d_g / \nu_g$ – Reynolds number in the gas phase;

$Re_w = w_w \cdot d_v / \nu_w$ – Reynolds number in the liquid phase;

n_g, ν_w – are the kinematic viscosity coefficients of the gas and liquid phases, respectively, m^2/s.

The dependence of the aerodynamic drag ΔP of the nozzles on the air flow rate w_g at q_g = 11 $m^3/(м^2 \cdot год)$.

Conclusions

The results of the research work include transfer coefficients in the gas phase and empirical kinetic dependencies for the thermal resistance in the liquid phase based on studies of the model apparatus for thermal-humidity air treatment. The mathematical model of the optimized air preparation system for implementing adaptive technologies was developed.

References

1. Belchenko V., Pishchanska N., Krutyakova V., Dubrovina O., Trokhaniak O. Design development of a new unit for cassette-free breeding of grain moths in the production of trichograms for plant protection Volodymyr Bulgakov, International scientific journal "Mechanization in agriculture & conserving of the resources". 2024. YEAR LXX, ISSUE 1, P. 17-19.
2. Беспалов И. Н., Бельченко В. М., Лешишак А. В. Основные принципы создания энтомологических производств. *Сборник научных трудов «Защита растений»* / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений. 2015. № 39. С. 144–151.
3. Бельченко В. М., Гончарук О. І., Сенічев М. Ю. Вирощування комах – на промислову основу. *Збірник наукових праць* : матеріали Республіканської ентомологічної конференції, присвяченої 50-ій річниці Українського ентомологічного товариства. 2000. 89 с.
4. Krutyakova V., Pishchanska N., Bulgakov V., & Adamovics A. Investigation of the efficiency of adaptive technologies and technical means for growing entomocultures. Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava. 2020. DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF284.
5. Belchenko V., Pishchanska N., Bulgakov V., Ivanovs. S. Experimental investigations of the operation of elements of the equipment for cassette-less breeding of the grain moth. INMATEH - Agricultural Engineering. 2022. 68(3), P. 543–548.

UDC: 634.8:632.981.12/.13 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.121

EFICACITATEA SULFULUI SC ÎN COMBATEREA FĂINĂRII LA VIȚA DE VIE ÎN AGRICULTURA ECOLOGICĂ

Popa Alexei*, *https://orcid.org/0009-0002-4965-6572*
Todiraș Vladimir, *https://orcid.org/0009-0008-6766-5652*
Tretiacova Tatiana, *https://orcid.org/0009-0005-8511-9012*
Gușan Ana, *https://orcid.org/0009-0003-6438-2466*
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: alexei.popa@sti.usm.md*

Summary. The purpose of the research was to determine the biological effectiveness of the product based on liquid sulfur as a fungicide in the prevention and control of powdery mildew *(Uncinula necator)* in grapevines. The product based on liquid sulphur, which meets the requirements for organic farming, with doses between 3.0-4.0 l/ha, in the climatic conditions of 2024, has been shown to be 92% effective at the level of the chemical standard Kumulus DF in the prevention and control of powdery mildew *(U. necator)* in grapevines. The data obtained are preventive and research will continue.

Key words: *Uncinula necator*, ecological agriculture, biological effectiveness, sulphur, fungicide.

Introducere

În scopul combaterii organismelor dăunătoare se aplică mai multe metode şi mijloace, dintre care cea mai frecvent aplicată este utilizarea pesticidelor de origine chimică. Pesticidele sunt mijloace chimice de protecția plantelor, obținute prin formularea și condiționarea unor ingrediente biologic active. Deși impactul pesticidelor asupra mediului înconjurător a devenit o realitate cumplită, totuși volumul aplicării acestora în protecția plantelor se află într-o ascensiune permanentă.

Pesticidele sunt utilizate pe scară largă în producția agricolă pentru prevenirea sau combaterea dăunătorilor, bolilor, buruienilor, în scopul reducerii sau eliminării pierderilor de producție și menținerii unei calități ridicate a recoltei. Folosirea produselor fitosanitare convenționale este tot mai controversată, din cauza riscurilor pe care acestea le prezintă pentru sănătatea oamenilor și pentru mediu.

Pesticidele biologice cu risc redus pot fi o alternativă viabilă a produselor fitosanitare convenționale, atât pentru fermierii care practică agricultura convențională, cât și pentru cei care practică agricultura ecologică.

Agricultura ecologică este un sistem de management al producției agricole care favorizează resursele regenerabile și reciclarea și nu dăunează mediului înconjurător. Agricultura ecologică (organică, biologică) exclude folosirea pesticidelor, erbicidelor, fertilizanților sintetici și a practicilor de manipulare genetică [6].

Agenții patogeni care atacă vița-de-vie sunt de etiologie criptogamică, bacteriană, virotică și micoplasmică, iar dăunatorii principali fac parte din clasa insectelor și acarieni. Cultura viței-de-vie pe parcursul vegetației este atacată de un complex foarte variat de patogeni din 11 specii de agenți patogeni micotici, virusuri și bacterii, care cauzează pierderi enorme a recoltei. Din cele mai răspândite și periculoase boli ale viței-de-vie este mana, provocată de ciuperca *Plasmopara viticola* Berl. Et de Toni din ordinul Perenosporales. Făinarea (oidium) viței-de-vie *(Uncinula necator* Schw Burr.) este situată pe locul doi după pagubele produse la cultura de viță-de-vie. În prezent făinarea este răspândită pretutindeni, în zonele principale ale viticulturii, dar spre deosebire de mană, este foarte păgubitoare în zonele cu veri secetoase [7, 8]. Apare primăvara și se manifestă pe parcursul întregii perioade de vegetație până toamna târziu. Agentul patogen atacă toate organele aeriene ale plantei: frunze, lăstari, ciorchini, boabe.

Pagubele produse de făinare sunt foarte mari, nu numai în anul când boala se manifestă cu intensitate, ci şi în anii următori. Pierderile de recoltă datorită acestei boli pot varia de la 10% până la 70-80%, în funcţie de condiţiile climatice din anul respectiv [1, 2]. Atacul de făinare la vița-de-vie duce la brunificarea și căderea strugurilor tineri şi avortarea florilor. Pentru combaterea făinării sunt absolut necesare tratamentele chimice, acestea aplicându-se în baza particularităţilor biologice a patogenului, fazelor fenologice ale viței-de-vie și a condițiilor climatice. Aplicarea Sulfului SC este una din metodele ecologice de combatere a făinării la vița-de-vie. Luând în considerație nivelul redus de toxicitate şi risc pentru mediul ambiant acest produs prezintă un interes deosebit în calitate de fungicid biorațional folosit în prevenire și combatere în sistem ecologic de protecție a plantelor [4, 5].

Scopul cercetărilor a fost de a evalua eficacitatea biologică a sulfului SC în prevenirea şi combaterea făinării *(U. necator)* la vița-de-vie în sistemul ecologic de protecţie a plantelor.

Materiale și metode

Studiul de evaluare a eficacității biologice a sulfului SC a fost efectuat pe parcursul anului 2024, în zona centrală a Republicii Moldova, în plantaţie tipică de viţă de vie, lotul experimental a Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor a USM. Suprafața lotului constituie 0,4 ari, soiul de masă Roșfor. Plantația a fost înființată în anul 2018. Forma butucilor – cordon orizontal bilateral pe tulpină înaltă (1–1,2 m). Suportul – spalieră verticală cu 3 sârme etajate într-o dimensiune. Schema de plantare 2,75 x 1,5m. Fondul agrotehnic corespunde cerinţelor dezvoltării normale a butucilor. Ca obiect de cercetare a servit agentul fitopatogen *U. necator*. Pentru determinarea eficacității biologice comparative în calitate de etalon a fost fungicidul Kumulus DF (norma de consum 6,0 kg/ha) înregistrat și utilizat în sistem de agricultură ecologică.

Schema experienței a inclus patru variante: Sulful SC – două variante în două doze, varianta Etalonul chimic – Kumulus DF, și varianta „Martor„ – butucii au fost stropiţi cu apă. Fiecare variantă experimentală a constat din trei repetiţii, iar fiecare repetiţie câte 5 butuci cu aceiași parametri de coroană. Variantele experimentale au fost amplasate conform metodei blocurilor randomizate. În perioada de vegetaţie s-au efectuat 5 tratamente. Tratările au fost efectuate cu stropitoarea electrică – Kobold – KB-16E-6. Evidența infectării a agentului patogen *U. necator* a început peste o săptămână de la depistarea acestuia. La evaluarea atacului strugurilor de făinare au fost cercetaţi toţi strugurii butucilor în fiecare repetare, după o scară de 4 note. Evidenţele ulterioare s-au efectuat în funcţie de dezvoltarea agentului patogen. Tratamentele au fost aplicate în concordanță cu fazele fenologice de dezvoltare a viței de vie şi condiţiile climatice. Montarea, desfăşurarea experienței, efectuarea evidenţelor, privind infecţia şi dezvoltarea bolii s-a efectuat conform metodelor general acceptate [3]. Pentru analiza şi prelucrarea datelor a fost utilizat programul de calculator „Excel”.

Atacul este valoric prin frecvenţă (F%) şi intensitate (I%). Frecvenţa atacului este valoarea relativă a numărului de plante sau organe ale plantei atacate (n) raportate la numărul de plante sau organe observate (N). Valoarea frecvenţei se apreciază prin observaţii directe asupra unui număr de plante sau organe, în funcţie de cazuri şi condiţii existând diverse metode de luare a probelor sau de efectuare a observaţiilor, datele brute se generalizează prin relaţia:

$$F\% = \frac{n \times 100}{N}$$

Intensitatea dezvoltării bolii este valoarea relativă prin care este dat gradul de acoperire sau de extindere a atacului pe plantă, raportând suprafaţa atacată la suprafaţa totală observată.

$$I = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{N \times K}$$

I – intensitatea dezvoltării bolii %;
a – numărul plantelor cu aceleaşi simptoame;
b – nota de atac corespunzător acestui simptom;
N – numărul plantelor în evidenţă;
K – nota maximă a scării de evidenţă.

Rezultatele și discuții

Condițiile meteo favorabile dezvoltării agentului patogen sunt: temperatura aerului de 20-25^{o}C şi umiditatea aerului de 50–80%, când atacul pe ciorchine și boabe produce pagube foarte mari. Au fost aplicate trei tratamente preventive cu utilizarea produsului în baza sulfului SC. Primul tratament a fost efectuat în data de 17 mai 2024 – faza fenologică a culturii fiind – BBCH 15-BBCH 55. Al 2-lea tratament fiind realizat pe 6 Iunie 2024– BBCH 60. Al 3-lea tratament preventiv a fost efectuat în data de 19 Iunie 2024 – BBCH 73.

Până la înflorire, în timpul şi după înflorire nu s-a depistat simptome ale patogenul nici pe frunze, nici pe ciorchini. În perioada de vegetație, analizând condițiile climatice și efectuând evidența pe lotul experimental la data de 27.06.2024, în varianta Martor au fost depistați primii ciorchini cu simptome de infecție ale agentului patogen *U. necator*.

Pe parcursul perioadei de vegetație, au fost aplicate suplimentar două tratamente de combatere cu utilizarea produsului în baza sulfului SC. În urma evidențelor efectuate pe data de 27.06.2024, a fost determinată eficacitatea biologică a produsului în baza sulfului SC, aplicat în combaterea făinării *(U. necator)* la vița-de-vie. Al 4-lea tratament a fost efectuat în data de 2 Iulie 2024 – faza fenologică a culturii fiind – BBCH 81. Al 5-lea tratament fiind realizat pe 24 Iulie 2024– BBCH 85.

Din datele prezentate în tabelul 1, se poate observa că cea mai înaltă eficacitate biologică în prevenirea făinării a fost înregistrată în varianta etalonului chimic Kumulus DF, unde frecvența atacului la struguri a constituit 1,74% și intensitatea dezvoltării bolii de 0,19% - eficacitatea biologică fiind de 92,3%. La nivelul etalonului chimic s-a situat și varianta Sulf SC +Adjuvant – 3.0 l/ha cu o eficacitate biologică de 92,1%. Frecvența atacului la struguri a constituit 1,35%, intensitatea dezvoltării bolii – 0,20%. În același timp, la varianta Sulf SC – 4.0 l/ha frecvența atacului la struguri a constituit 2,47%, iar intensitatea dezvoltării bolii – 0,27%, eficacitatea biologică constituind de 89,1%. În varianta Martor, dezvoltarea bolii având frecvența de 19,4% şi intensitatea dezvoltării bolii 2,54% (tabelul 1).

Tabelul 1

Eficacitatea biologică a sulfului SC în prevenirea făinării *(U. necator)* la vița-de-vie

Lotul experimental al viței de vie IGFPP, Soiul: Roșfor. Data 27.06.2024

Variante	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficacitatea biologică, %
Kumulus DF – 6.0 kg/ha	**1,74**	**0,19**	**92,3**
Sulf SC +Adjuvant – 3.0 l/ha	**1,35**	**0,20**	**92,1**
Sulf SC – 4.0 l/ha	**2,47**	**0,27**	**89,1**
Martor	**19,46**	**2,54**	
DEM $_{05}$	**4,34**	**0,67**	

Ulterior, în urma efectuării evidențelor, s-a constatat o creștere atât a frecvenței atacului cât și a intensității dezvoltării bolii la toate variantele experimentale, condițiile climatice ale anului 2024, fiind favorabile pentru dezvoltarea agentului patogen. În rezultatul efectuării evidențelor la 11.07.2024, s-a determinat eficacitatea biologică a produsului în baza sulfului lichid, în combaterea făinării *(U. necator)* la vița-de-vie. Din datele prezentate în tabelul 2, putem menționa faptul, că cea mai înaltă eficacitate biologică în combaterea făinării la nivelul etalonului chimic a fost înregistrată la varianta Sulf SC +Adjuvant – 3.0 l/ha cu o eficacitate biologică de 90,8%. Frecvența atacului la struguri a constituit 7,73%, intensitatea dezvoltării bolii – 1,21%. Etalonului chimic Kumulus DF, frecvența atacului la struguri a fost de 8,24% și intensitatea dezvoltării bolii de 1,24% - eficacitatea biologică a constituit 90,6%. Un rezultat bun a demonstrat și varianta Sulf SC– 4.0 l/ha, cu o frecvență a atacului la struguri de 9,94%, la o intensitatea a dezvoltării bolii de 1,59%, eficacitatea biologică constituind 88,0%. În varianta Martor, s-a constatat frecvență a atacului de 69,80% şi intensitate a dezvoltării bolii 13,27% (tabelul 2).

Tabelul 2

Eficacitatea biologică a sulfului SC în combaterea făinării *(U. necator)* la viţa-de-vie

Lotul experimental al viței de vie IGFPP, Soiul: Roşfor. Data 11.07.2024

Variante	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficacitatea biologică, %
Kumulus DF – 6.0 kg/ha	**8,24**	**1,24**	**90,6**
Sulf SC+Adjuvant – 3.0 l/ha	**7,73**	**1,21**	**90,8**
Sulf SC – 4.0 l/ha	**9,94**	**1,59**	**88,0**
Martor	**69,80**	**13,27**	
DEM $_{05}$	**12,92**	**1,96**	

Din rezultatele obţinute putem conchide că produsul în baza sulfului SC a demonstrat o eficacitate biologică înaltă în prevenirea și combaterea făinării la vița-de-vie şi a fost la nivelul etalonului chimic. Produsul în baza sulfului SC, datorită compoziţiei sale ce corespunde criteriilor agriculturii ecologice, poate fi utilizat ca mijloc de prevenire și combatere în cadrul sistemului ecologic de protecţie a viţei-de-vie. Datele experimentale obținute sunt intermediare și cercetările vor fi continuate.

Concluzii

Compoziția Sulf SC + Adjuvant, cu norma de consum – 3.0 l/ha, utilizat preventiv și în combaterea făinării *(U. necator)* la vița-de-vie, a demonstrat o eficacitate biologică la nivelul etalonului chimic constituind 92,1%.

Rezultatele obținute la testarea produsului în baza sulfului SC în condițiile climatice ale anului 2024 au demonstrat o eficacitate biologică înaltă atât în prevenirea cât și combaterea făinării *(U. necator)* la vița-de-vie. Produsul în baza sulfului lichid poate fi recomandat pentru utilizare în sistem ecologic de protecţie a viței-de-vie.

Acknowledgements: Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011103 „*Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Timuș A., Fala A., coordonator: Ojog C., Bunele practici de protecţie integrată a culturilor agricole în contextul schimbărilor climatice: Ghid practic pentru producătorii agricoli, Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău: S.n., 2021 (Tipogr. "Bons Offices"). – 150 p.
2. Burzo I., Toma S., Olteanu I., Dejeu L., Delian E., Hoza D. Fiziologia plantelor de cultură. Fiziologia pomilor fructiferi și a viței-de-vie.Vol. 3, Ed.: Știința, Chișinău, 1999, 439 p.
3. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice si biologice de protecţie a plantelor de dăunători, boli si buruiene în Republica Moldova. Centrul de Stat pentru Atestarea produselor Chimice şi Biologice de Protecţie şi Stimulare a Creşterii Plantelor. Chişinău: F.E.P. Tipografia Centrală, 2002. 286 p.
4. Gary G. Grove, Mark E. Nelson, New Fungicides for Grapevine Powdery Mildew Management (2011), Washington State University- Viticulture and Enology Program (WSU-Prosser).
5. Sholberg P., Walker M., Haag P. Control of grape powdery mildew with biorational products Pacific-Agri-Food Research Centre, Summerland, B.C. 2003.
6. Voloșciuc L. Agricultura ecologică: aspecte teoretice şi valenţe practice: monogr. Chişinău: S.n., 2021 (F.E.-P „Tipografia Centrală”). 288 pp. ISBN 978-9975-62-451-0.
7. Voloșciuc L. Combaterea Integrată a Organismelor Dăunătoare (Ghid). Chișinău. Federația agricultorilor din Moldova. 2018. 65 p.
8. http://www.scvblaj.ro/documente/Ghidul_fitosanitar_al_viticultorului_Tomoiaga.pdf (Accesat la 19.08.2024)

UDC: 635.26:631.544:631.5(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.122

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF GROWING *Allium ursinum* L. IN UKRAINE

Pryvedeniuk Nazar*, *https://orcid.org/0000-0002-0748-8083*
Hlushchenko Lyudmyla, *https://orcid.org/0000-0003-2329-5537*
Research Station of the Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Lubny district, Poltava region, Ukraine
**e-mail: privedenyuk1983@gmail.com*

Summary. The possibility of growing *Allium ursinum* L., in the field conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine has been established. Studies have been carried out to establish the influence of the density of *Allium ursinum* L., planting on the yield of dry leaves. A tendency to increase crop productivity with an increase in planting density has been revealed. The highest yield of dry raw materials among the studied variants was obtained with a planting density of 444 thousand plants/ha.

Keywords: reproduction, planting density, dry raw materials, yield.

Introduction

Allium ursinum L. is a perennial herbaceous plant of the onion family, also known as wild garlic, bear garlic, bear onion, levurda, wild garlic. It is found in most of Europe. A rare species listed in the Red Book of Ukraine. The medicinal raw material of wild garlic is the aerial part – dry *Allii ursini Herba.*

The chemical composition of the aerial part of wild garlic is distinguished by the variety and richness of various substances. *Allium ursinum* L. contains a lot of vitamin C (10-15 times more than in lemon or orange fruits). All parts of the plant contain essential oil with a garlic scent, the content of which reaches up to 0,07%. The composition of the essential oil includes allyl sulfides, allyl polysulfides, pinecolic acid, alliin.

Allium ursinum L. helps to increase appetite and stimulates the gastrointestinal tract. Wild garlic is also a prophylactic and medicinal remedy for vitamin deficiencies and is used as an antiscurvy drug. The use of *Allium ursinum* L. does not allow the accumulation of cholesterol in the blood, stimulates the cardiovascular system and normalizes metabolism. Phytoncides and biologically active substances contained in wild garlic cause bactericidal, tonic, antiparasitic, diuretic and tonic effects.

Since it is forbidden to harvest *Allium ursinum* L. in natural conditions, and the pharmaceutical industry needs its raw materials, the Research Station of the Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of the NAAS of Ukraine has begun research on the development of elements of its cultivation technology.

Materials and methods

The research was carried out in the fields of the Research Station of the Medicinal Plants of the IAEM of the NAAS during 2021–2024. On the area where the field experiment was laid, winter wheat served as a predecessor. The soil of the experimental field is thick, low-humus chernozem, the thickness of the humus horizon is 87–100 cm, light in particle size distribution. The reaction of the soil solution is slightly acidic, in terms of exchangeable acidity, the soil is characterized as moderately acidic. Provision of the soil with the main nutrients: easily hydrolyzed nitrogen – low, mobile phosphorus – very high, exchangeable potassium – increased. The total size of the plots is 25−45m^2, accounting – 20−30 m^2, with four repetitions.

The object of research was *Allium ursinum* L. During the research, methodological approaches were used, which are used in domestic scientific practice and in medicinal plant growing. In particular, the development of experimental schemes was carried out according to the methods of Dospekhov B.O. and Romashchenko M.I. Plant sampling, biometric measurements and phenological observations were carried out taking into account the characteristics of medicinal cultures according to the methods of A.I. Brykin and O.A. Advice.

Experimental plot of *Allium ursinum* L. was planted vegetatively (bulbs) in the first decade of April 2021. Planting was carried out with a density of 111,1 thousand plants/ha (according to the scheme 45x20 cm), 148,1 thousand plants/ha (according to the scheme 45x15 cm), 222,2 thousand plants/ha (according to the scheme 45x10 cm), 444,4 thousand plants/ha (according to the scheme 45x5 cm).

The raw material of *Allium ursinum* L. is air-dry *Allii ursini Herba*, harvesting was carried out in the budding phase, in the first year of the growing season (2021), yield accounting was not carried out due to low plant productivity. The collected raw materials were dried in a natural dryer to a moisture content of 10-12%.

Results and discussion

During the experimental period, it was found that *Allium ursinum* L. winters well in the field, no plant attacks were recorded. The regrowth of the above-ground mass was recorded in the first decade of April, only 2024 stood out, due to a sharp increase in air temperatures, the regrowth of plants was recorded in the third decade of April. *Allium ursinum* L. entered the budding phase in the third decade of April, flowering in the first decade of May, fruiting in the third decade of May. During June, the aerial part of the *Allium ursinum* L died off, the plants entered a dormant state until the spring of the next year.

Counts of *Allium ursinum* L leaf productivity were carried out before flowering in the budding phase.





Budding phase ***Flowering phase***

Figure 1. *Allium ursinum* L. – in a cultural setting

The obtained data indicate a direct dependence of the yield of Allium ursinum L. raw materials on the density of planting. With an increase in the number of plants per 1 ha, the yield of the crop increased. So, in the version with a density of 111 thousand plants/ha. The yield of freshly harvested raw materials – leaves was 1264 kg/ha, dry raw materials – 159 kg. Increase in plant density to 148 thousand plants/ha growth/ha contributed to an increase in yield up to 1933 kg/ha of freshly harvested raw materials (266 kg/ha of dry raw materials). The highest yield of freshly harvested raw materials of 3995 kg/ha, respectively, dry raw materials of 524 kg/ha was obtained in the variant with a density of 444 thousand plants/ha (Table 1).

Table 1

The yield of *Allium ursinum* L., depending on the density of plant cultivation, is average for 2022-2024

Options Planting density (planting scheme)	Crude yield, kg/ha	Yield of dry raw materials, kg/ha	Yield of dry raw materials from wet weight, %	Leaf area, m^2/ha
111 thousand plants/ha (45x20)	1264	159	12,6	2616
148 thousand plants/ha (45x15)	1933	266	13,7	4002
222 thousand plants/ha (45x10)	2830	406	14,3	5858
444 thousand plants/ha (45x5)	3995	524	13,1	8269
LSD 0,5	29	12	1,7	14

The yield of dry raw materials from the wet weight was 12,6 – 14,3 %. The area of the leaf apparatus of *Allium ursinum* L. in the variant with the lowest density is 111 thousand plants/ha. was 2616 m^2/ha. With an increase in the number of plants per unit area to 444 thousand plants/ha. It was the largest and amounted to 8269 m^2/ha.

In terms of years of research, the productivity of *Allium ursinum* L. depended on the growing season and weather conditions. In 2022, the yield of dry *Allium ursinum* L. leaves was the lowest and amounted to 51 kg/ha in the variant with a density of 111 thousand plants/ha, increase in cultivation density to 148 and 222 thousand plants/ha contributed to an increase in yield to 67 and 112 kg/ha. The highest productivity of 235 kg/ha was in the variant with the highest density of 444 thousand plants/ha (P. 2.)

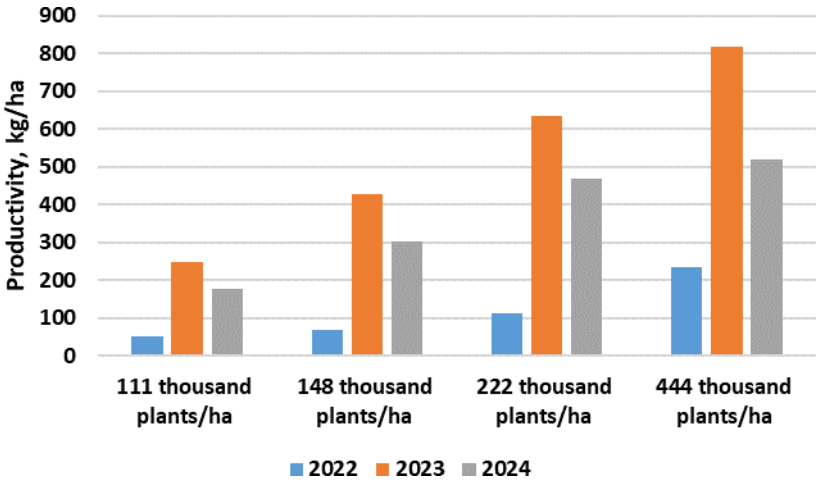


Figure 2. Yield of dry *Allium ursinum* L. leaves depending on the growing season and growing density

In 2023, *Allium ursinum* L. plants were more developed compared to previous years, their productivity was the highest and ranged from 249 to 819 kg/ha of dry leaves, depending on the density of planting. In 2024, during the period of growth and development of *Allium ursinum* L., there was a significant increase in air temperature relative to the long-term average, sunburn was observed on the leaves, which negatively affected the productivity of the crop. The yield of dry leaves was in the variant with a density of 111 thousand plants/ha was 178 kg/ha, in the variant with a density of 444 thousand plants/ha – 519 kg/ha.

Conclusions

During the research, it was found that *Allium ursinum* L., can be grown in the field conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine. Soil and climatic conditions are suitable for the formation of a full-fledged crop. It was also established that the yield of leaves depends on the density of cultivation, with an increase in density, productivity increased. The highest yield of raw materials of 524 kg/ha, on average over the years of research, was obtained in the variant with the highest cultivation density of 444 thousand plants/ha.

References

1. Carotenuto A., Feo V., Fattorusso E., Lanzotti V., Magno S., Cicala C. (1996). The flavonoids of *Allium ursinum*. Phytochemistry, 41(2):531-536. https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00574-9.
2. Stajner D., Popovic B.M., Canadanovic-Brunet J., Stajner M. (2008). Antioxidant and scavenger activities of *Allium ursinum*. Fitoterapia, 79 (4): 303-305. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.01.008.
3. Ernst W.H.O. (1979) Population biology of *Allium ursinum* in northern Germany. Journal of Ecology. 67(1):347-362. https://doi.org/10.2307/2259355
4. Sobolewska D., Podolak I., Makowska-Wąs J. (2015). *Allium ursinum*: botanical, phytochemical and pharmacological overview. Phytochemistry Reviews, 14:81–97. https://doi.org/10.1007/s11101-013-9334-0
5. Reuter H.D. (1995). *Allium sativum* and *Allium ursinum*: Part 2 pharmacology and medicinal application. Phytomedicine, 2(1):73-91. https://doi.org/10.1016/S0944-7113(11)80052-8.
6. Schmitt B., Schulz H., Storsberg. J., and Keusgen M. (2005) Chemical characterization of *Allium ursinum* L. depending on harvesting time. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (18), 7288-7294 https://doi.org/10.1021/jf0504768
7. Stupar A, Šarić L, Vidović S, Bajić A, Kolarov V, Šarić B. (2022). Antibacterial potential of *Allium ursinum* extract prepared by the green extraction method. Microorganisms, 10(7):1358. https://doi.org/10.3390/microorganisms10071358.
8. Krivokapic M., Bradic J., Petrovic A., Popovic M., (2021) Phytochemical and pharmacological properties of *Allium ursinum*. Serbian journal of experimental and clinical research. 22 (4): 357-362. https://doi.org/10.2478/sjecr2018-0003

UDC: 635.21:581.143.6 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.123

GROWTH STIMULATORS IMPACT ON GROWTH AND PRODUCTIVITY POTATO PLANT IN CULTURE *IN VITRO*

Safronova Tamara*, *https://orcid.org/0000-0002-2648-6200*
Stoyanova Kateryna, *https://orcid.org/0000-0003-1684-2950*
Skoreiko Alla, *https://orcid.org/0000-0001-6336-0773*
Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS,
v. Boyani Chernivtsi district Chernivtsi region, Ukraine
**e-mail: darast0507@gmail.com*

Summary. The researches results proposed for growth stimulators impact on morphometric indexes and cultivars-differentiators productivity of potato wart in culture *in vitro*. The most effective method for ontogenesis in test tube plants is the addition to the Murasige-Skoog nutrient medium the growth stimulator Poteitin at a concentration of 0.33 g/l. The root formation increase, rapid internodes growth, mass of microtubers increase in 2 times, and the number of microtubers increase per plant in 3.2 times relative to control observed on potato plants cultivar Povin.

Keywords: Potato wart, cultivar-differentiators, culture *in vitro*, nutrient mediums, growth stimulators, morhogenesis.

Introduction

Potato wart is one of the dangerous diseases of potato. *Synchitrium endobioticum* (Schilbersky) Perc. is a causative agent. It is obligate parasite, which penetrates into the tissues of plant-host. It causes character tumors, defeating all potato bodies, except roots [1–4]. Disease has a dangerous ability to speed quickly and survive in soil during long-term, even at the plant's absent [6, 9].

Potato wart was the first identified in 20th century. It creates serious danger for potato growing in numerous country throughout the world. The complex measures used for struggle with potato wart. Among them are: growing resistant varieties, following crop rotation and quarantine measures, such as careful monitoring of planting material [5, 7-9].

The phytohormones presence or absence or growth stimulants in nutrient medium content played an important role in plant morphogenesis in culture *in vitro*. These substances are key catalysts for plant growth and development. Phytohormones interact with cells, tissues, and bodies that stimulate and inhibit morphogenetic and physiological processes in plant organisms. These matters affect cell division and growth by stretching, stress resistance, tropisms, transpiration, ensure the functional integrity of the plant organism, and a natural sequence of phases of individual development. Phytohormone concentration in the nutrient medium takes important role. It's concentration and ratio relation depends upon the well-formed root system and the beginning and intensity stolon-and tuber formation [10-12].

Present paper reflects the use of growth stimulants Epin-Maxi and Poteitin, as well as their effect on the potato variety flood, since the effect of these preparation in culture *in vitro* is not sufficiently studied.

Researches purpose. was to determine the role of growth stimulators in microclonal reproduction and their effect study on morphometric parameters and productivity of potato wart differentiator cultivars.

Materials and methods

The studies conducted in the laboratory of agricultural crops biotechnology of the Ukrainian science research plant quarantine station Institute of plant protection National Academy of Agrarian Sciences during 2023-2024. Plants growth in cultivation room at 16 hours photoperiod with a

lighting intensity of 2000-2500 Lx, a temperature of 22-25°C and an air humidity of 60-80%. The growth regulators Epin-maxi and Poteitin on cultivar-differentiators of potato wart Povin (mid-ripe) adds into the nutrient Murashige and Skoog medium conducted experiment for optimization process of potato reproduction and productivity in *in vitro* culture.

The cutting conducted in quantity 25 plants. The experiment repetition conducted three times. The potato plants test tube productivity was determined on the 80th day of cultivation.

Epin-Maxi is a growth regulator with the active matter 2,4-epibrassinolide. It is used to improve the growth, development and resistance of plants to stressful conditions. The application also increases the resistance of plants to diseases and pests. Epibrassinolide is a synthetic analog of the natural plant hormone brassinolide. It belongs to the group of brassinosteroids, steroid hormones necessary for plant growth and development. Positive impact on some plant characteristics was recorded during the experiments on plants cultures (brassinolde foliar application). Among them were: chlorophyll-a, b increasing content and the sugar content, starch and soluble protein in the leaves as well as an effect on the plant growth rate. They generally improve the cultivated plants yield and their nutritional value.

Poteitin is a specialized plant growth stimulator. The active matter is a complex of 2,6-dimethylpyridine-1-oxide with succinic acid and biogenic microelements. The preparation increases the energy of germination, field germination of seeds and yield. It reduces plant illness, promotes acceleration cell division, increases leaf surface area and chlorophyll content, reduces phytotoxic effects of pesticides, improves grown products quality, increases plant resistance to stress factors of natural and anthropogenic origin. It activates the "resistance gene" and plant immunity.

Results and discussion

A number of experiments were conducted for plant stimulators growth researches. It gives us the results for morphometric indexes and productivity cultivar-differentiator potato wart Povin in culture *in vitro*. The basic task was evaluation the plants' root formation, plant's height evaluation, internodes number, quantity and root hairs length.

The final result specifies the growth stimulators Epin-Maxi and Poteitin promote the stimulation of plant ontogenesis in culture *in vitro*. The 21 st day since the experiment start is the optimal time for determining morphological indexes and second cutting. The average plant's height increased on 20-25 mm, respectively in comparison with control after the stimulants input into the nutrient medium. So the active root-forming, root's number and their length increased in 1,5 times was identified too. Optimal morphogenesis parameters were received by adding Epin-maxi-0.025 G/L or Poteitin – 0.33 mg/L to the Murasige and Skooga nutrient medium (table. 1).

Table 1

Growth regulators impact on morphometric parameters and root formation of potato cultivars-differentiators in *in vitro* culture (cultivar Povin, UkrSRPQS IPP, 2023-2024)

Environment	Plant's height, mm	Internodes number, pcs.	Root's number, pcs.	Root's length, mm
Variety Povin				
Control (MS)	64.3	5.2	6.6	51.1
MS+Epin-maxi 0,012 g/l	83.4	5.6	7.5	73.0
MS+Epin-maxi 0,025 g/l	88.8	6.9	8.2	81.4
MS+Poteytin 0,15 mg/l	76.1	7.0	7.4	78.3
MS+Poteytin 0,33 мг/л	90.9	7.8	9.1	84.5
lsd_{05}	7.2	0.1	0.3	2.6

The growth regulators Epin-maxi and Poteitin showed positive impact on potato cultivar-differentiators culture *in vitro* by researches results during the input into the nutrient medium. They favored microtuber's average weight increase, their weight and microtuber's number on one plant.

The highest results received during the following concentrations adding: Epin-maxi - 0,025g/l or Poteytin -0,33 mg. It was noticed the significant microtuber's weight growth with stimulators adding on 50% more than control. So the small number increase of microtubers on 1 plant is observed too (table2).

Table 2

Growth regulators impact on potato cultivars-differentiators in culture *in vitro* (cultivar Povin, UkrSRPQS IPP, 2023-2024)

Environment	Microtuber's weight (aver.), mg.	Microtuber's weight on 1 plant, mg.	Microtuber's quantity on 1 plant (aver), pcs.
Variety Povin			
Control (MS)	115.3	98.1	0.7
MS+Epin-maxi 0,012 g/l	183.3	176.9	0.9
MS+Epin-maxi 0,025 g/l	189.8	185.4	1.8
MS+Poteytin 0,15 mg/l	175.0	167.7	1.2
MS+Poteytin 0,33 мг/л	190.4	187.4	2.3
lsd_{05}	3.8	6.2	0.2

Conclusions

Potato cultivar Povin is the most effective for plant potato morphogenesis in culture *in vitro*. So the growth stimulator Poteitin in concentration 0,33 mg/l adds to nutrient Murasige and Skoog medium for their productive ability.The significant decrease of next indexes was determined by research way. Among them were:plant's height 90,9 mm, internodes quantity- 7,8 pcs, root's length-84,5 mm, microtuber's weight-(aver.)190,4 mm, microtuber's number on 1 plant (aver.)-0,9 pcs. They are on 30-50% higher in comparison with control indexes.

References

1. EPPO. Eradication of *Synchytrium endobioticum* from Austria. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). May 1, 2014. Last accessed June 26, 2014. URL: http://archives.eppo.int/EPPOReporting/2014/Rse-1405.pdf.
2. Ballvora, A., Flath, K., Lübeck, J., Strahwald, J., Tacke, E., Hofferbert, H.-R., and Gebhardt, C. Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18. *Theoretical and Applied Genetics*. 2011. Vol. 123(8). P. 1281–1292.
3. Baayen R.P., Cochius G., Hendriks H., Meffert J. P., Bakker J. And Bekker M. History of potato wart disease in Europe a propasol for harmonization in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology*. 2006. Vol. 116. P. 21–31.
4. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin.* National regulatory control systems PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum.* 2017. 47 (3). 511–512.
5. Baayen R.P., Cochius G., Hendriks H., Meffert J. P., Bakker J. And Bekker M. History of potato wart disease in Europe a propasol for harmonization in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology*. 2006. Vol. 116. P. 21–31.
6. Hampson, M.C. A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease *Plant Disease.* 1996. Vol. 80. P. 779–782.

7. Зеля А.Г., Зеля Г.В., Сонець Т.Д., Макар Т.Й. Відбір сортів картоплі, стійких проти збуднику раку Synchytrium endobioticum. Карантин і захист рослин. 2022. №2 с.15-16.
8. Зеля А.Г., Зеля Г.В., Олійник Т.М., Пилипенко Л.А., Гунчак В.М. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку *Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc.* гармонізована з вимогами ЕС. *Методичні рекомендації.* Чернівці: Рута. 2015.
9. OEPP/EPPO. EPPO Standards PM 7/28. Diagnostic protocols for regulated pests: Synchytrium endobioticum. *Bull. OEPP/EPPO Bull.* 2004;34:213–218.
10. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchak V. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural science and practice.* 2018. Vol. 5. No 3. 3-11. doi: 10.15407/agrisp5.03.003
11. Т.М. Олійник А.А. Бондарчук, С.О. Слободян та ін. Оздоровлення сортів картоплі методом культури апікальних меристем у поєднанні із хіміотерапією. *Методичні рекомендації.* Інститут картоплярства НААН України. Немішаєве, 2013. 52 с.
12. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М., Сафронова Т.В. Оптимізація клонального мікророзмноження сортів-диференціаторів раку картоплі. Міжвідомч. темат. збірн. *Захист і карантин рослин.* Вип. 67. 2021. С. 242—250. doi: 10.36495/1606-9773.2021.67.242-250.

UDC: 632.937.1:632.38:634.14 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.124

IMPACT OF BACTERIOPHAGES ON THE FIRE BLIGHT DISEASE PREVALENCE ON QIUNCE

Samoilova Anna
Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection MSU, Chisinau, Republic of Moldova
https://orcid.org/0000-0003-4976-0644, e-mail: anna.samoilova@sti.usm.md

Summary. The effect of the phage therapy in the fire blight disease control was studied at the quince experimental plot and in the quince orchard. Quince plants at the experimental plot were treated with *Erwinia amylovora* bacteriophages over the last ten vegetation seasons while quince trees at the orchard were treated with preparations recommended for the fire blight control. It was found out that in the conditions, favorable for the fire blight causative agent development, the disease prevalence in the orchard where the phage therapy was not used was significantly higher than on the quince trees treated with bacteriophages.

Keywords: fire blight, *Erwinia amylovora*, bacteriophages, phage therapy, quince.

Introduction

Fire blight is a plant disease which affects the *Amygdaloideae* subfamily (previously *Spiroideae*) which contains such economically important pome fruits as apples, pears and quince as well as the *Rubus* genus [van der Zwet et al., 2012]. The disease causes serious economic damage, not only because it directly destroys pome fruit crops, but also because producers spend significant outlays for effective protection against the pathogen.

The most intensive development of the disease occurs in spring during flowering and shoot growth and in autumn during the secondary flowering. There are several forms of the disease: blossom blight, shoot or twig blight, leaf blight, fruit blight, limb or trunk blight, or collar or rootstock blight [van der Zwet & Keil, 1979].

The causal agent of fire blight - bacterium *Erwinia amylovora* (Burrill 1882) Winslow, Broadhust, Buchanan, Krumwiede, Roders and Smith 1920. Synonyms: *Micrococcus amylovorus* (Burrill, 1882), *Bacillus amylovorus* (Burrill, 1882) Trevisan, 1889, *Bacterium amylovorus* (Burrill, 1882) Chester, 1897, *Erwinia amylovora* f. sp. *Rubi* (Starr, 1951), Cardona & Falson [EPPO, 2022]. The bacterium is transmitted to healthy tissues mainly by insects, wind and rain splashes. The causative agents of fire blight can be found on the surface of plants in the epiphytic state. It is epiphytic bacterial populations on flowers that in most cases cause the spread of the fire blight.

The disease management, aimed to reducing the amount of the pathogen in orchards and preventing infection by the pathogen, includes pruning of infected twigs and branches, application of chemical and biological pesticides, antibiotics and the integration of tolerant cultivars [Gusberti et al., 2015].

Biological control agents, such as antagonistic bacteria, fungi, viruses as well as natural bactericides, which the mentioned organisms produce, are the most eco-friendly and sustainable means for protection against fire blight and are proposed for the fire blight control.

Bacteriophages, i.e. highly specific bacterial viruses that infect and lyse bacteria and are the natural components of ecosystems, are under intensive evaluation as the biocontrol agents against fire blight [Sabri et al., 2022, Kim et al., 2022].

The study of the interaction of the bacteriophages *E. amylovora* isolated and characterized at IGFPP with bacteria *E. amylovora* in quince tissues *in vitro* and *in vivo* revealed that phages effectiveness, although reduced, remains at the level provided by chemical means of protection against this bacteriosis [Samoilova, 2023].

Thus, the aim of the present research was to compare the effect of the long term quince plants treatment with *Erwinia amylovora* bacteriophages on the fire blight control and quince plants protection against fire blight without using bacteriophages.

Materials and methods

Quince tissues with fire blight infection symptoms were collected from the quince trees growing at the experimental plot of the IGFPP and in the quince orchard.

The virulent bacteria *Erwinia amylovora* were detected using immature pear slices inoculated with the collected plant tissues extracts. Inoculated immature pear slicers were incubated in a wet chamber at 28˚C and monitored for fire blight symptoms development in 24, 48 and 72 hours after inoculation. No less than five immature pear slices were inoculated per extract.

Bacteria were grown on plates with LB agar (10 g/L peptone, 5 g/L yeast extract, 10 g/L NaCl, 20 g/L agar) and on levan medium (2 g/L yeast extract, 5 g/L bactopeptone, 5 g/L NaCl , 50 g/L sucrose, agar 20 g/L, pH 7,2) at 28˚C. Liquid cultures were grown in LB medium (10 g/L peptone, 5 g/L yeast extract, 10 g/L NaCl) at 28˚C.

The fire blight disease prevalence was calculated as follows:

$$P = n / N \times 100\%,$$

where

n – number of affected plants;

N – total number of plants sampled.

Results and discussions

Quince plants at the IGFPP experimental plot were treated with *E. amylovora* bacteriophages suspension in concentration 10^8 PFU/ml. Treatments were carried out over ten years when the high risks of the fire blight development occurred, i.e. during blossoming and when the high relative humidity was accompanied by the temperature from +24˚C till +28˚C. Quince trees at the orchard were treated with copper containing preparations.

Monitoring of the fire blight occurrence at the experimental plot and in the orchard was carried out in the late spring after several days with heavy rains and temperature from +24˚C till +28˚C (Figure 1).

A  B 

Figure 1. Quince plants at the IGFPP experimental plot (A) and in the quince orchard (B)

Dry leaves and dry shoots were found on all investigated trees in the quince orchard. Characteristic symptoms such as the typical “shepherd’s crook” of the twigs and the milky-yellowish bacterial exudate were not observed.

At the same time quince plants at the IGFPP experimental plot treated with *Erwinia amylovora* bacteriophages revealed no symptoms of the fire blight damage.

Plant material from the quince orchard and experimental plot was collected for detection of the bacteria *E. amylovora* by infection of the immature pear slices and selective media inoculation (Figure 2). These methods are not sensitive enough for detection of the low concentrations of bacteria but they provide information concerning the presence of virulent *E. amylovora* bacteria at potentially dangerous levels.

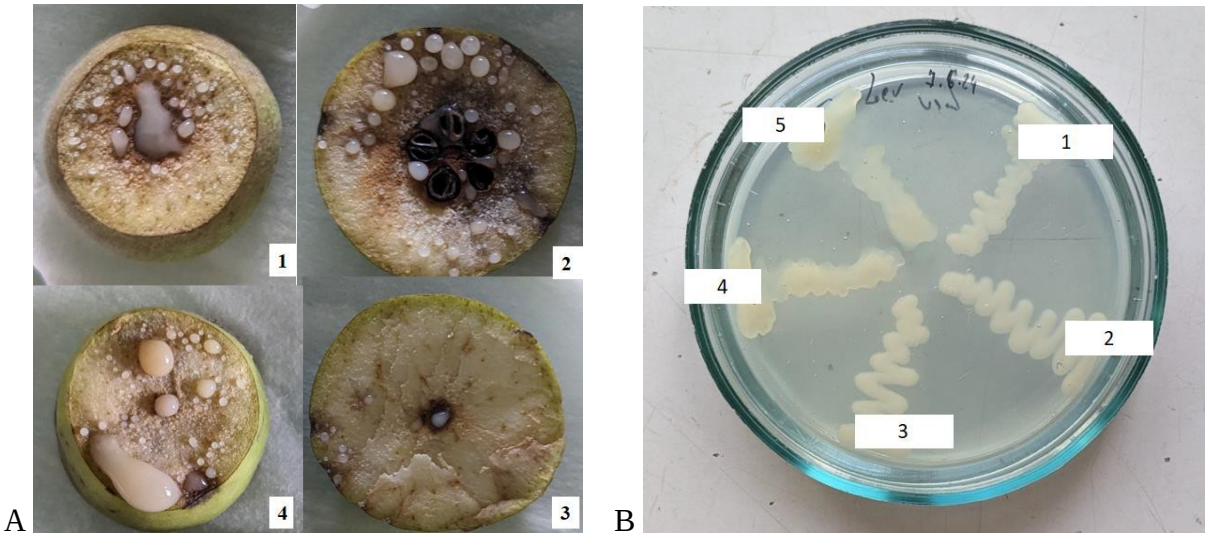


Figure 2. Immature pear slices inoculated with quince tissues extracts collected in the quince orchard (A) and levan medium inoculated with ooze from the immature pear slices (B):
1- dry orange quince bark, 2, 3 - dry quince leaves, 4 - dry shoots,
5- *E. amylovora* strain from the laboratory collection

Milky white ooze on the surface of the immature pear slices produced after 24 – 48 hours incubation at 28˚C and 100% humidity as well as milky, domed, smooth, mucoid colonies on the levan medium inoculated with the ooze, showed presence of the virulent bacteria *E. amylovora* in quince dry leaves, shoots and bark at the quince orchard. Plant tissue extracts collected at the experimental plot didn't cause on the immature pear slices producing of the typical for virulent *E. amylovora* strains ooze.

Thus, it has been found out that the fire blight disease prevalence in the quince orchard in the weather conditions favorable for pathogen growth consisted 100%, while at the experimental plot there were found several dry leaves in which the virulent *E. amylovora* bacteria were not detected by immature pear test.

It is reasonably considered that biopesticides effectiveness for fire blight control is generally low due to their highly influenced by environmental conditions and disease severities in each orchard [Ngugi et al., 2011]. The conducted experiments confirmed the advantage of bacteriophages as widely spread natural components of ecosystems which infect only bacteria sensitive to them. Furthermore, bacteriophages can regulate themselves in the sites of infection, depending on the bacterial population density. This study demonstrated that beneficial microorganisms such as *E. amylovora* bacteriophages, applied in the conditions favorable for the pathogen development, could be one of the possible solutions for reducing the economic losses without damaging the environment and at the same time maintaining high crop quality.

Conclusions

It is shown that long term application of *Erwinia amylovora* bacteriophages, non-toxic to plants, animals and humans biopecticides, in the periods of the fire blight disease high risk development significantly reduce virulent bacteria *Erwinia amylovora* amount in plants tissues. Consiquently, phage therapy provides protection of the quince trees against the fire blight disease development and prevents the spread of the pathogen among the other host plants. The obtained

results demonstrate that bacteriophages, isolated from the fruit orchards, where the disease causative agent, bacteria *Erwinia amylovora*, presents, could be involved in the fire blight control systems.

Acknowledgements. Research was carried out within the subprogram 011103 „*Development of environmentally friendly means of reducing the impact of harmful organisms on agricultural crops against the background of climate change*" funded by the Ministry of Education and Research of RM.

References

1. Van der Zwet, T., Orolaza-Halbrendt, N. And Zeller, W. Fire blight history, biology, and management. St Paul, MN: American Phytopathological Society Press, 2012, 421 p. ISBN 978 0 89054 394 8.
2. Van der Zwet T & Keil H.L. Fire blight: a bacterial disease of Rosaceous plants. USDA Handbook USDA, Washington (US). 1979, 510 p,
3. EPPO (2022) PM 7/20 (3) Erwinia amylovora. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 52, 198–224. doi.org/10.1111/epp.12826
4. Gusberti M., Klemm U., Meier M.S., Maurhofer M., Hunger-Glaser I. Fire blight control: the struggle goes on. A comparison of different fire blight control methods in Switzerland with respect to efficacy and durability. In: Int J Environ Res Public Health. 2015, vol 12, nr.9, p. 11422-47. doi: 10.3390/ijerph120911422
5. Sabri M, El Handi K, Valentini F, De Stradis A, Achbani Eh, Benkirane R, Elbeaino T. Exploring antimicrobial peptides efficacy against fire blight (*Erwinia amylovora*). In: Plants (Basel). 2022, vol. 12, nr. 1, p.113. doi: 10.3390/plants12010113.
6. Kim S.G., Lee S.B., Jo S.J., Cho K., Park J.K., Kwon J., et al. Phage cocktail in combination with kasugamycin as a potential treatment for fire blight caused by *Erwinia amylovora*. In: Antibiotics (Basel). 2022, vol.11, nr. 11, p. 1566. doi: 10.3390/antibiotics11111566
7. Samoilova A. Bacteriophages in the quince trees protection against the fire blight disease. In: Simpozionul Științific Internațional „Protecția plantelor – realizări și perspective" Chișinău: CEP USM. p. 388-392, ISBN 978-9975-62-563-0, doi.org/10.53040/ppap2023.58.
8. Ngugi H.K., Lehman B.L., Madden L.V. Multiple treatment meta-analysis of products evaluated for control of fire blight in the eastern United States. In: Phytopathology. 2011, vol.101, nr. 5, p.512-522. doi: 10.1094/PHYTO-08-10-0221.

UDC: 632.954:633(477) https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.125

PREVALENCE OF HERBICIDE-RESISTANT WEED SPECIES IN UKRAINE

Schwartau Victor*, *https://orcid.org/0000-0001-7402-5559*
Mykhalska Liudmyla, *https://orcid.org/0000-0002-0677-5574*
Makoveychuk Tetyana, *https://orcid.org/0000-0001-6950-0239*
Tretiakov Vadym, *https://orcid.org/0000-0002-1047-095X*
Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
**e-mail: VictorSchwartau@gmail.com*

Introduction

Crop production in Ukraine is an important sector of the economy and has accounted for the dominant share of budget revenues from exports in recent years. However, the dominance of a limited list of crops in crop production – sunflower, wheat, maize, soybeans – leads to a reduction in the biodiversity of agrophytocenoses and complicates weed control [3, 5]. The vast majority of herbicides in Ukraine for use on crops of cultivated plants belong to acetolactate synthase inhibitors (pyruvate:pyruvate acetaldehyde transferase (decarboxylating), EC No. 2.2.1.6; ALS, or AHAS [2, 4]. ALS is a key enzyme in the synthesis of branched-chain amino acids such as isoleucine, leucine, and valine. The class of ALS inhibitors includes more than 50 herbicides – derivatives of sulfonylureas, imidazolinones, pyrimidinyl benzoates, sulfonylaminocarbonyl triazolinones and triazole pyrimidines. The widespread use of herbicides with one mode of action and significant restrictions on the use of herbicides with other modes of action creates the threat of herbicide-resistant weeds emergence. The emergence and widespread of herbicide-resistant weed biotypes can significantly increase the cost of growing crops, to the point where farming becomes unprofitable. Since the 1950s, herbicides with new modes of action have been discovered, and in recent decades the number of weeds that have shown resistance to herbicides has increased, as has the number of cases of cross- and multiple resistance. Triazine resistance in *Senecio vulgaris* L. was identified in the United States as early as 1968. To date, 533 unique cases of resistant weed biotypes are known worldwide, including 273 plant species (156 dicotyledons and 117 monocots). Weeds have evolved resistance to 21 of the 31 known herbicide sites of action and to 168 different herbicides. Herbicide resistant weeds have been reported in 101 crops in 72 countries. Among the herbicide-resistant biotypes in the world, those resistant to ALS inhibitors are the most common [1]. In Ukraine, in recent years, crops of farms with large areas, more than 50-100 thousand hectares, and reduced crop rotations, including sunflower, wheat, maize, soybean, rapeseed etc., have been particularly at risk from resistant weed biotypes prevalence.

Therefore, the purpose of the study was to identify ALS resistance in harmful weed species on the crops of leading agricultural enterprises in the regions of Ukraine and to identify ways to counteract the emergence of resistant weed biotypes.

Materials and methods

The study was carried out under production conditions and in vegetation experiments. The plants *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* (L.) P. Beauv., *Amaranthus retroflexus* L., and *Chenopodium album* L., collected on the arable lands of the Experimental Agricultural Station of the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine; *Ambrosia artemisiifolia* L. in the M.M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine were used as controls. The collected control seeds and samples of plant seeds from the regions of Ukraine were dried and kept at different storage temperatures: +4 ^{o}C for 2 weeks, then at -18 ^{o}C for 2 weeks; 1-5 cycles. Weed seedlings were obtained in vegetative

conditions, in the BBCH12 phase, at the temperature of 23-25°C, treated with aqueous solutions of herbicides with a professional hand-held sprayer Gloria (Germany). Treatments were arranged in a randomized complete block design with six replications. Phytotoxicity of herbicides was assessed by changes in dry matter weight [1, 5]. Statistical data processing was performed by analysis of variance in the program StatPlus, AnalystSoft Inc. Version v.7.

Results and discussions

ALS resistance was detected in the biotype of the monocotyledonous weed *E. crus-galli*, whose seeds were collected in the Skadovsk and Kalanchak districts of Kherson region in 2015-2021 (tabl.). *E. crus-galli* is a dominant weed on rice crops and is also highly competitive with other crops in the crop rotation: sunflower, maize, and cereals. Numerous cases of weed biotypes resistant to ALS herbicides have been reported worldwide in rice crops [1, 5]. This is due to the high efficacy and therefore widespread use of the relatively inexpensive, selective and phytotoxic penoxsulam, as well as reduced doses of the herbicide in aerial applications.

Simazine-resistant biotypes of *E. crus-galli* were first identified on corn in the USA. Herbicide-resistant biotypes of common rust have now been identified on crops in 25 countries. The discovery in the last decade of numerous weed biotypes with multiple resistance to herbicides with different modes of action, particularly to ALS herbicides and graminicides – acetyl-CoA carboxylase (ACC) inhibitors – is extremely dangerous. In 2008, several multiple biotypes resistant to the following herbicides were identified in South Korea – to azimsulfuron, bensulfuron-methyl, bispiribac-sodium, cyhalofop-butyl, fenoxaprop-P-ethyl, flucetosulfuron, halosulfuron-methyl, imazosulfuron, metamifop, pyrazosulfuron-methyl, pyribenzoxime and pyriminobac-methyl; in 2009 in Italy – to azimsulfuron, bispiribac sodium, cyhalothop butyl, imazamox, penoxsulam and profoxidim; in 2009 in Turkey – to bispiribac-sodium, cyhalofop butyl and penoxsulam [1]. It should be noted that grass weed species have significantly increased their presence in agrophytocenoses in Ukraine and in the world since the 50s of the last century with the widespread introduction of aryloxyphenoxyacetic, propionic and benzoic acid derivatives selective against dicotyledonous species. This trend has continued until recently. Therefore, the identification of an ALS-resistant biotype of *E. crus-galli* complicates weed control in the following crops in rotations in the southern regions of the country: in maize crops with cross-resistance of *E. crus-galli* to nicosulfuron, in sunflower – to imidazolinones (imazamox, imazapyr), in wheat and barley – to numerous ALS herbicides, and also makes the use of penoxsulam in rice production inappropriate [5].

In 2019 and 2020, a number of farms in the Chernihiv and Cherkasy regions found that the composite ALS herbicide mayster power (Bayer Crop Science Ukraine; foramsulfuron, 31.5 g/L + iodosulfuron-methyl-sodium, 1.0 g/L + thiencarbazone-methyl, 10 g/L + cyprosulfamide antidote, 15 g/L) was not effective on maize crops. By 2019, ALS-inhibitor herbicides had been used annually on wheat, soybean, sunflower and corn for more than 7 years. In 2021, the same fields were treated with the composite herbicide euro-lightning (BASF; imazamox, 33 g/L + imazapyr, 15 g/L) of the imidazolinone class in sunflowers, which proved to be ineffective in controlling the highly damaging biotype of *A. retroflexus* in 2022. In 2022, the ineffectiveness of double applications of tribenuron-methyl (express 75, FMS) at a dose of 50 g/ha twice or euro-lightning at the maximum registered dose (1.2 L/ha) for control of *C. album* in Vinnytsia and Chernihiv regions was revealed. The level of control of the dicotyledonous species *A. retroflexus* and *C. album* with the application of herbicides in the maximum doses registered in Ukraine - imidazolinone derivatives, imazamox or the composition imazapyr + imazamox, did not differ from the control plants in terms of inhibition of weed development. Similarly, no phytotoxicity to this weed species was observed with sulfonylurea derivatives (tribenuron-methyl). Thus, the absence of phytotoxicity of imidazolinones at these doses indicates the formation of ALS resistance in the populations of *A. retroflexus* and *C. album* in fields [3].

When triazolpyrimidine sulfonamides (florasulam, flumetsulam) were applied, an initial weak inhibition of plant development was observed, but with time, effective control of the species

was also absent. A similar dependence was observed for the efficacy of the ALS herbicide compositions foramsulfuron + iodosulfuron + thiencarbazone-methyl and tribenuron-methyl + thifensulfuron-methyl – weak burns of dicotyledonous plant species were observed after spraying with no proper weed control one month after treatment. In 2022-2023, multiple resistant *A. artemisiifolia* to acetolactate synthase inhibition HRAC group 2 (Legacy B), protoporphyrinogen oxidase inhibition HRAC group 14 (Legacy E) was identified. This species is problematic in sunflower crops in the southern and central parts of the country.

Table

Herbicide-resistant weed species identified in Ukraine [1]

Year	Species	Mode of action(s)	Actives	Situation
2017	*Echinochloa crus-galli var. crus-galli*	Inhibition of Acetolactate Synthase HRAC Group 2 (Legacy B)	imazapyr, nicosulfuron, imazamox, penoxsulam	Rice
2020	*Amaranthus retroflexus*	Inhibition of Acetolactate Synthase HRAC Group 2 (Legacy B)	imazethapyr, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, flumetsulam, imazamox, florasulam, iodosulfuron-methyl-Na, foramsulfuron, thiencarbazone-methyl	Corn (maize), Sunflower
2022	*Chenopodium album*	Inhibition of Acetolactate Synthase HRAC Group 2 (Legacy B)	thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, flumetsulam, imazamox, florasulam, iodosulfuron-methyl-Na, thiencarbazone-methyl	Corn (maize), Soybean, Wheat, Sunflower
2023	*Ambrosia artemisiifolia*	Inhibition of Acetolactate Synthase HRAC Group 2 (Legacy B), Inhibition of Protoporphyrinogen Oxidase HRAC Group 14 (Legacy E)	imazapyr, amidosulfuron, nicosulfuron, flazasulfuron, flumetsulam, carfentrazone-ethyl, imazamox, iodosulfuron-methyl-Na, foramsulfuron, thiencarbazone-methyl	Sunflower

Note: Acknowledgments from the website: The Herbicide Resistance Action Committee, The Weed Science Society of America, and weed scientists in Ukraine have been instrumental in providing this information to the International Herbicide-Resistant Weed Database.

The application of glyphosate, an inhibitor of the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase, resulted in a high level of control of *A. retroflexus*, *C. album*, and *A. artemisiifolia*. A high level of control of dicotyledonous weeds was also achieved by application of the diphenyl ether derivative aclonifen, which by its mechanism of action interferes with chlorophyll synthesis in plants by causing blinding (discoloration). The grass species was also effectively controlled by graminicide, an acetyl-CoA carboxylase inhibitor.

The effectiveness of controlling ALS-resistant weed biotypes is important given the limited time intervals for additional herbicide applications after resistance is identified and the corresponding ineffectiveness of pretreatment. It has been shown that for herbicides with an acidic fragment in the structure (derivatives of phenoxyacetic acid, benzoic acid – dicamba, etc.), the addition of ammonium sulfate (5 kg/ha) to the spraying solution can increase the phytotoxicity of the composition. The ammonium pool increases the effectiveness of control of ALS-resistant *A. retroflexus* sprayed with herbicides – a benzoic acid derivative (dianate) and a benzoic acid derivative with a 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) inhibitor (stellar – dicamba + topramezone). The mechanism of this increase in phytotoxicity of the herbicide may be the activation of protonation of the plasma membrane H^+-ATPase under the influence of ammonium cation. The addition of ammonium salts to herbicide spraying solutions (dicamba, probably 2.4-D derivatives) can achieve higher levels of control of ALS-resistant weeds and reduce the time of phytotoxicity of the compositions. Important and economically feasible preventive measures against the emergence and spread of resistant weed biotypes include the use of high quality seeds free of

weed impurities, increasing the proportion of agrotechnical weed control measures, restoring and expanding crop rotations with mandatory rotation of herbicides with different modes of action, introducing dicotyledonous/leguminous crops into crop rotations, and using herbicides with different modes of action individually or in mixtures in production crops. The development of digital technologies is also promising for improving weed management systems.

Conclusions

In the period from 2015 to 2024, ALS-resistant weed species were identified in Ukraine. It was found that the imidazolinone-resistant biotype of the grass species *E. crus-galli* is cross-resistant to widely used herbicides of the sulfonylurea and triazole pyrimidine classes. This significantly limits the ability to chemically control the species in rice, wheat, corn, sunflower, soybean, etc. No multiple resistance was found in the *E. crus-galli* biotype to herbicides – inhibitors of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (non-selective glyphosate) and acetyl-CoA carboxylase (post-emergence graminicides).

ALS resistance has been identified in common dicotyledonous species of *A. retroflexus*, *C. album* to imidazolinone herbicides – imazapyr and imazamox. There is cross-resistance to herbicides - ALS inhibitors of the sulfonylurea class, as well as to triazolinone derivatives, triazolpyrimidine derivatives. No resistance of *E. crus-galli* to pinoxaden was found, and no resistance of *A. retroflexus*, *C. album*, *A. artemisiifolia* to herbicides of the class of glycine derivatives – glyphosate, phenoxycarboxylates – 2.4-D, benzoic acid – dicamba; tricetones – topramezone; biphenyl ethers – aclonifen; pyridine carboxylates.

Multiple resistance of *A. artemisiifolia* to acetolactate synthase inhibition HRAC group 2 (Legacy B) + protoporphyrinogen oxidase (PPO) inhibition HRAC group 14 (Legacy E) was identified in 2022-2023. *A. artemisiifolia* has been problematic in sunflower crops in Southern and Central Ukraine in recent years.

For the first time, it was shown that herbicide formulations under the influence of the fertilizing with ammonium sulfate can increase the level of efficiency in controlling resistant weed biotypes. Thus, the addition of ammonium sulfate increases the effectiveness of control of ALS-resistant dicotyledon plants with herbicides – a benzoic acid derivative (dianate) and a benzoic acid derivative with a 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) inhibitor (stellar – dicamba + topramezone).

Identification of ALS-resistant biotypes of *E. crus-galli* var. *crus-galli*, *A. retroflexus*, *C. album*, *A. artemisiifolia* in the Southern and Central part of the "grain belt" of Ukraine indicates the limited effectiveness of weed control by herbicides with only one mechanism of action and requires a significant revision of the principles of crop rotation and ways of weed control in the country to maintain high levels of profitability and productivity of agrophytocenoses. Solving this problem is urgent to preserve the potential of Ukraine as one of the guarantors of global food security.

Information on the identification of ALS-resistant, and ALS-PPO-resistant weed biotypes was entered into the International Herbicide-Resistant Weed Database (https://www.weedscience.org/ /Ukraine).

References

1. Heap I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. August 19, 2024. www.weedscience.org
2. Duggleby R. G., McCourt J. A., & Guddat L. W. (2008). Structure and Mechanism of Inhibition of Plant Acetohydroxyacid Synthase. Plant Physiology and Biochemistry, 46(3), 309-324. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.12.004
3. Mykhalska L.M., & Schwartau V.V. Identification of acetolactate synthase resistant Amaranthus retroflexus in Ukraine. Regulatory Mechanisms in Biosystem, 2022, 13(3), 231—240. https://doi.org/10.15421/022230
4. Powles S., & Yu Q. (2010). Evolution in action: plants resistant to herbicides. Annual Review of Plant Biology, 61(1), 317-347. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-112119

5. Schwartau V.V., Mykhalska L.M., Makoveychuk T.I., & Tretiakov V.O. Identification of a herbicide-resistant biotipe of Echinochloa crus-galli in Ukraine. Biosystems Diversity, 2023, 31(3), 297—304. https://doi.org/10.15421/012334

UDC: 632.937:633.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.126

THE USING OF BIO PREPARATIONS AGAINST SUMMING PESTS (THRIPS AND APHIDS) IN GROWING WINTER WHEAT

Serhieiev Leonid[1], *https://orcid.org/0000-0003-4169-8938*
Burykina Svitlana[1], *https://orcid.org/0000-0002-5197-6586*
Uzhevska Svitlana[1,*], *https://orcid.org/0000-0002-9827-6210*
Rudenko Vyacheslav[1], *https://orcid.org 0000-0002-8651-7689*
Vlasenko Sergiy[1], *https://orcid.org/0009-0001-5842-862X*
Khodorchuk Vasyl[2], https://orcid.org/ 0000-0001-6542-0290
[1]Odessa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa oblast, Ukraine
[2]Engineering and Technology Institute «Biotekhnika» of NAAS, Odessa oblast, Ukraine
** e-mail: grass_snake@ukr.net*

Summary. The results of using biopesticides on winter wheat against thrips and aphids are presented. It was determined that pre-sowing treatment of seeds with biological preparations does not lead to a change in the number of thrips and aphids. To control their number, it is advisable to use bioinsecticides: against aphids, the most effective was the triple use of a mixture of 3% solutions of Lincomycin BT + Bezimid BT (1:1), where the efficiency was 83.3%, and the effectiveness of biological preparations against thrips ranged from 40.6% to 55.8%. The combined use of biological and chemical insecticide increases the effectiveness of the biological preparation while reducing the chemical load. Early sowing of winter wheat contributes to increase in the population of imago plants and thrips larvae and, to a lesser extent, aphids.

Introduction

Wheat is the most common grain crop in temperate climates. Insect pests pose a significant threat to its production worldwide, resulting in significant economic losses and reduced yields. Particular damage is caused by sucking pests (thrips and aphids), which lead to the suppression of plants, the spread of diseases and a decrease in yield. Crop damage from insect pests is expected to increase in regions due to climate warming of 2°C. A change in the future reduction of wheat yield in Europe by 18% is predicted [1]. In connection with climate change, the widespread use of chemical means of pest control, it is urgent to constantly monitor the main pests of wheat and search for safe means of control and their place in the strategy of integrated pest management (IPM) in order to minimize dependence on pesticides and reduce the impact on the environment environment. The use of biopesticides in organic farming is especially relevant. The purpose of our research: to determine the effectiveness of using biopesticides produced by the Engineering and Technology Institute "Biotechnica" of NAAS against thrips and aphids when growing winter wheat in the South of Ukraine.

According to the types of the active base, biopesticides are divided into three main groups: bacterial, fungal, and viral, and according to the mechanisms of action: drugs of intestinal, contact, and combined action. Biological preparations against pests of agricultural crops are used for pre-sowing treatment of seeds and spraying of plants during the growing season. The effectiveness of biological preparations depends on weather conditions (precipitation, wind, temperature), number, development periods of pests [2], quality and frequency of treatments [3]. Various authors are conducting research on the study of the action and use of biological preparations in agricultural production, for example, against sucking phytophages [4], mites [5], a complex of pests [6] and others.

According to the results of research by the Department of Plant Protection of the NSC "Institute of Agriculture" to determine the effectiveness of biological preparations in the protection of winter wheat from pests during the spring-summer growing season, it was established that the

biological preparations Bitoxybacillin-BTU, Lepidocide, Naturgard and Haupsin showed high technical efficiency against the imago of the bread beetle – 81.3-83.7%, cereal aphids – 74.3-80.6 and cereal thrips – 72.5-78.8% [7]. Experiments conducted in the Dry Steppe zone on winter wheat crops under irrigation showed a significant dependence of the effectiveness of the biopreparation Bitoxibacillin-BTU on the date of cultivation, which was determined by the timing of sowing; technical efficiency ranged from 17.4 to 35.2% [8].

A significant number of experiments concern the study of the influence of biological preparations on the productivity of both winter wheat and other agricultural crops alone or in combination with growth-regulating drugs, poisons, various types of fertilizers, and so on. All authors note their positive effect, which, as a rule, fluctuated in a wide interval, which is due to both weather and climate and soil features of the growing zone [9-19]. But there is not enough data on the effectiveness of biological preparations in relation to sucking pests according to the phases of development of winter wheat, according to the features of zonal or regional weather conditions, in symbiosis with intensive or resource-limited elements of culture cultivation technology, which actualizes the conduct of research to determine the effectiveness of the use of biopesticides to protect winter wheat from thrips and aphids in the Southern steppe of Ukraine. In the specified region, the main developer and manufacturer of biological preparations for plant protection (biofungicides, bioinsecticides, biorodenticides, entomological preparations) and the coordinating scientific center for industrial biotechnologies is ITI "Biotechnique" of the National Academy of Sciences. The task of the study was to determine the effectiveness of biological preparations against sucking pests used for seed treatment and limiting the number of insects during the growing season.

Materials and methods

Field experiments were conducted at the experimental field of the Odesa State Agricultural Research Station of the National Academy of Sciences, which is located in the Odesa district, Odesa region. All records and surveys were carried out on experimental plots, where the influence of sowing dates, preparations of various origins when used for pre-sowing treatment and plant vegetation treatment on the phytosanitary condition of winter wheat are studied. In 2021-2022, observations were made on the plots where winter wheat was sown with various options for pre-sowing seed treatment: 1) Vitavax 200FF impregnant; 2) organo-mineral fertilizer based on fulvic acids and fullerene for pre-sowing treatment of seeds – Seed Treatment, improved Seed Treatment and Vitazym biological preparation. Plant protection was carried out with pesticides on the areas treated with chemical pesticides, on others - with biological preparations (Metarizyn BT, Actophyt BT). In 2022-2023 and 2023-2024 agricultural years, bioinsecticides Actophyt BT, Metarizyn BT and mixtures of bioinsecticides in a ratio of 1:1: Actophyt BT + Bitoxybacillin BT, Boverin BT + Metarizyn BT, Lycanicillin BT + Bezimid BT, and SmartGrow were used in experiments Defender. All bioinsecticides were used in the form of 3% solutions three times during the growing season of winter wheat from the beginning of emergence into the tube until milky maturity. The pure control variant was treated with water during the periods of drugs application, in the variant of chemical protection, contact and systemic insecticide of double action "Anticolorad" (0.25 l/ha).

When carrying out the pests accounting, generally accepted methods were used in the tillering phase (end of March), emergence into the tube (beginning of May), earing, beginning of pouring grain (end of May). Barber traps were used to collect herpetobiont mesofauna in the periods of germination, flowering and grain filling (duration 8 days). During flowering and the grain pouring beginning, hortobionts were also selected (mowing with an entomological net, counting on 100 swings). In order to determine the number of thrips and aphids, in addition to mowing, a count per spike was used at the end of pouring - at the beginning of the milky - waxy grain ripeness.

Results and discussion

The most dangerous pests in the conditions of the experimental field of the Odesa State Agricultural Research Station during 2020-2024 are a complex of sucking insects: thrips, aphids, leafhoppers, bugs, among which the wheat thrips *Haplothrips tritici* (Kurd.) (Derwesh, 1965) and

the large cereal aphid dominated *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775). The number of larvae of *H. tritici* reached 28 samples/ spike, and according to the results of mowing (adults + larvae) – 164 samples /100 swings of the net, and aphids – 685 samples /100 swings of the net.

Differences in the sucking phytophages number were observed in grassy wheat when pouring grain in different areas. Thus, the number of aphids in the Seed Treatment variant was the same as in the control plots (chemical stain remover), and in the improved Seed Treatment variant it was twice as low as in the control plot; with the drug Vitazym - three times lower than in the control area. More drastic differences were observed for thrips. In the Seed Treatment variant, their number is almost 3-4 times lower than in the control; the drug Seed Treatment is improved - 10 times, with the drug Vitazym - 7 times lower. The abundance of predators (the young) is also much higher in the control and in the Seed Treatment option, that is, where the abundance of aphids is highest. Similar results were noted when counting thrips in spikes. Thus, in variants with Seed Treatment improved and Vitazym, their number was 43 and 40 samples / spike, that is, almost three times lower than in the control (115 samples / spike). It should also be taken into account that the crops where biological preparations were used for pre-sowing treatment during the growing season were treated with bioinsecticides Actophit and Metarizyn and in these areas there is an increase in yield by 4.4% and 9.3%, respectively, compared to the pure control, which is the result of a decrease number of thrips and aphids.

Pre-sowing treatment of wheat seeds ensures the plants strengthening, especially this is important during the dry period, which was observed in the 2021/2022 agricultural year. Biological preparations were the most effective, where a smaller number of aphids and thrips was observed. On the contrary, a greater number of bugs and grain beetles (*Dolichosoma lineare* Rossi, Melyridae) were registered in the field treated with Seed Treatment. Based on the results of the 2021/2022 agricultural year, it can be concluded that the use of Vitavax 200FF and Seed Treatment for pre-sowing treatment did not significantly affect the species composition of entomocomplexes. When using the Seed Treatment biological complex, compared to Vitavax 200FF, a tendency to increase the number of bugs, grain beetles, sawflies and flies and decrease the number of aphids and thrips was observed.

Research in 2022-2023 agricultural year. The entomocomplex on winter wheat crops under the conditions of ODSDS was more diverse and consists of 101 species. The species diversity index (Fisher, Corbet, Williams) is 10. Coleoptera (58 species), Diptera (17), Hemiptera (8), Homoptera (6), Hymenoptera (6) dominated, and the rest are represented by a small number of species: Orthoptera (2), Thysanoptera (3), Lepidoptera (2): phytophages accounted for 54% of the species found. saprophages occupied an insignificant share (19% of species). Thrips and aphids were dominant.

In the period of flowering - the beginning of grain pouring, the maximum phytophages harmfulness is observed. The plants were examined for the presence of the main pests of thrips, aphids, and spikelets damaged by the shell bug. For wheat thrips, there was no difference in the number (examples/ spike) of the pre-sowing treatment options. The use of Metarizyn + chemical insecticide was effective: a decrease in the number (0.5 - 6.5) was observed more than 10 times compared to the control (10.5 - 18.3) and the variant Bitoxybacillin (3%) + Actophyt (1 .0%) (17.6 – 27.8) (Table 1).

Table 1

Accounting of thrips (examples / spike) during the period of the beginning of flowering of winter wheat (25.5.2023)

Variants	Control	Vitazym	Seed Treatment	Vitavax
Control	18,3	16,2	11	14,8
Actophyt BT + Bitoxybacillin BT	22,2	17,6	22,5	18,7
Metarizyn BT + chemical insecticide (Anticolorad)	6,5	2	0,6	0,5

To regulate the number of aphids, the use of all three options, which can be arranged in a row, was positive: chemical insecticide; Metarizyn + chemical insecticide; Actophyt + Bitoxibacillin (Table 2). That is, a mixture of biological preparations (Aktophyt + Bitoxibacillin) showed almost the same effect on aphids as a chemical preparation.

Table 2

Accounting of aphids (examples/10 spikes) during the period of the beginning of flowering of winter wheat (25.5.2023)

Variants	Control	Vitazym	Seed Treatment	Vitavax
Control	21,5	15,6	10	9
Chemical insecticide	0	0	1	0
Actophyt BT + Bitoxybacillin BT	0,7	0	2	0,3
Metarizyn BT + Anticolorad (chemical insecticide)	0	0	0	0

Shell bugs were observed in greater numbers in 2023 compared to 2022 y., of course damage was also reported. The same low level of damage to spikelets by bugs was observed in the variants Metarizyn + chemical insecticide (0 - 5 ex/10 m^2) and Actophyt + Bitoxibacillin (0 - 3 ex/10 m^2) compared to the control (0 - 7 ex/10 m^2).

In the 2023 weather conditions no significant influence of the type of pre-sowing treatment of winter wheat seeds on the entomocomplex of winter wheat was noted. Spraying growing plants of winter wheat with a mixture of bioinsecticide and chemical pesticide: Metarizyn + Anticolorad showed positive results regarding the regulation of the number of such pests as aphids, thrips, and damage by the bug-shell, but it had a negative effect on the entomocomplex in general - the dynamic density of insects decreased by half, the species diversity decreased, predators of Coccinellidae, Histeridae, Staphylinidae were not registered and the density of spiders (Aranei) decreased. The yield increase was 23%. The use of the mixture Actophyt + Bitoxybacillin was more environmentally friendly - the structure of the entomocomplex was preserved, the number of aphids and shell bug damage decreased significantly, but the number of thrips remained at a high level. 14% crop increase.

Research in 2023-2024 agricultural year. In the spikelets period, compared to 2023, the diversity of insects is significantly less; 20 species of insects from 8 orders, 16 families were registered. There were 12 species of pests, 6 species of predators and parasites. The most dangerous were the wheat thrips, the harmful turtle bug, the leech, and the common sawflies.

The use of the chemical preparation Anticolorad negatively affects the entire entomocomplex (diversity, number), but significantly reduces the number of such pests as thrips, bugs, grain beetles, leafhoppers, sawflies. Bioinsecticides did not significantly affect the diversity of insects, but their use led to a significant reduction in the number of sawflies and changes in the distribution of thrips species (Table 3).

Table 3

The number of aphids and thrips on winter wheat (period of milk ripeness, 05.14.2024) in different variants of the use of protection means

Processing options	Eexamples / 100 spikelets		Efficiency,%		Crop increase, %
	Aphid	Thrips	Aphid	Thrips	
Control, clean	30	1370	0	0	0
Control, Anticolorad	12,7	278	53,3	79,7	16,6
Actophyt BT + Bitoxybacillin BT	10	606,3	66,7	55,8	9,9
Boverin BT+ Metarizin BT	17,3	814	42,3	40,6	14,7
Lincomycin BT + Bezimid BT	5	757	83,3	44,7	12,8
Defender	15	726	50	47	14,9

$LCD_{0.95}$	14,3	333,6			-
$F_{critical}$	3,1				-
$F_{factual}$	6,8	21,7	-		
V,%	18,2-53,6	7,9-38,0			

The intensity of damage to plants by sucking insects depends on the state of plant development. A study of thrips and aphids of winter wheat of Dovira Odeska of different sowing dates showed that in a dry year, the most pests were registered in the early (25.09.) after almost simultaneous emergence of wheat. In the period of mass flight of thrips adults, which mostly occurs at an average daily temperature above 15°C, preference is given to wheat of earlier sowing periods (Table 4). This leads to a higher number of thrips larvae in these variants. The plants in the variant of the early sowing period were more developed and stronger. Research from previous years (1975) showed that thrips better colonize winter wheat in late sowing periods (October 30) than in early ones (September 5). These differences are explained by climatic changes. In 2024, the average monthly air temperatures of the spring months reached values that significantly exceeded the long-term average: March – 7.4 °C versus 4.6 °C; April – 15.7 °C versus 9.0 °C and May – 16.6°C versus 15.3°C. The calendar summer actually began on March 29, when average daily temperatures exceeded 15.0°C.

Table 4

Colonization of winter wheat of different sowing dates by thrips and aphids

Sowing terms	**25.09.2023**	**5.10.2023**	**15.10.2023**	**25.10.2023**
Thrips, larvae ex/100 spikelets 11.6.2024	590	250	85	55
Thrips, imago ex./100 swings of the net 16.5.2024	101	81	68	66
Aphids, ex/100, ex/100 swings of the net	76	65	61	56

Counts of aphids showed the absence of preferences in the settlement of wheat of different sowing periods, a tendency to increase in numbers was noted in the early (76 samples against 56 in the late). The low number of aphids in 2024 is explained by the fact that in late April - early May there were heavy rains, which negatively affect the condition of aphid colonies.

Conclusions

A three-year study showed pre-sowing treatments of winter wheat seeds with biological preparations do not lead to a change in the number of sucking pests (thrips and aphids) during the growing season. To control the number of thrips and aphids, it is advisable to use bioinsecticides: against aphids, the most effective was the triple use of a mixture of 3% solutions of Lincomycin BT + Bezimid BT (1:1), where the efficiency was 83.3%, and the effectiveness of biological preparations against thrips ranged from 40.6 % to 55.8%. The combined use of biological and chemical insecticide increases the effectiveness of the biological preparation while reducing the chemical load. Early sowing of winter wheat contributes to an increase in the population of imago plants and thrips larvae and, to a lesser extent, aphids.

References

1. Bijay Subedi, Anju Poudel, Samikshya Aryal (2023). The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security *Journal of Agriculture and Food Research.*14, December, 100733 https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100733
2. Sekun, M. Lyutko, L. (2016). The effect of temperature on the effectiveness of chemical protection. *Agronomist.* URL: https://www.agronom.com.ua/vplyv-temperatury-na-efektyvnist-hi/1.2016
3. Miedaner, T. & Juroszek, P. (2021). Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theoretical and Applied Genetics.* [Cited 13 March 2021]. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03807-0

4. Baranets, L., Balan, G., Mezerniuk, T., Perepelitsa, O. (2023). The use of ecologically safe means in the protection against sucking phytophages in the ampelocenoses of the Northern Black Sea region. *Phytosanitary safety*. 69, 254–269 https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.254-269
5. Tkalenko H. Use of biological insecticides. URL: https://www.pro-of.com.ua/zastosuvannya-biologichnix-insekticidiv/
6. Zayets, C., Fundirat, K, Yuzyuk, S. (2022). Productivity of winter wheat under different plant protection systems in organic farming. Organic agricultural production: education and science: a collection of materials of the VII International Scientific and Practical Conference, October 25, 2022, Scientific and Methodological Center of VFPO. Kyiv., 28-31 https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/11/tezy-malynka-25-10-2022_compressed.pdf
7. Vinnichuk,T., Parminska, L., Gavrilyuk, N. (2017). On the peculiarities of protecting winter wheat crops from diseases and pests in the spring-summer period using organic production technologies. *The Ukrainian Farmer*. March URL: https://agrotimes.ua/article/biologichni-soyuzniki/
8. Zayets, S., Rudik, O., Onufran, L., Fundirat, K. Effectiveness of winter wheat protection system elements in the Steppe zone of Ukraine under irrigation. *Taurian Scientific Bulletin*. 2020. No. 112, 62–68 . https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.8
9. Bazalii, V., Domaratskyi, E. (2013). The influence of biological grain poisoners on the formation of yield of soft winter wheat varieties. Materials of the international scientific and practical conference "Science at the service of agriculture". Mykolaiv, 2–4
10. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boychuk, I., Kyrychenko, N. (2013). Formation of yield and product quality during seed treatment of winter wheat varieties with biological preparations. 5th International Ecological Forum "Clean City. Clean river. A clean planet." Kherson, 434–436.
11. Berdnikov, O., Volkogon, V., Potapenko, L., Kozar, S. (2020). Agrochemical efficiency of biological preparations in highly specialized crop rotation. *Agricultural microbiology*, 31, 44–50. https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.44-50
12. Burykina, S., Sergeyev, L. (2022). The technology of using biological and combined preparations for the cultivation of winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Section 3.2., 303-322. Systems of production and application of means of biologization of agriculture: monograph. Kyiv, Agrarian Science, 406 p.
13. Vlasyuk, O. (2021). Effectiveness of biological preparations on wheat and spring barley crops. *Herald of Agrarian Science*. No. 10(823): 23–30. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110–03
14. Vozhegova, R., Kryvenko, A. (2019). The influence of biological preparations on the productivity of winter wheat and the economic and energy efficiency of its cultivation technology in the conditions of Southern Ukraine. *Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*. No. 1, 39–46. https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1 (101)-6
15. Horodynska, M., Plaksyuk, L., Chub, A. (2018). The use of biological preparations under the conditions of organic soybean production. *Herald of Agrarian Science*. 9 (786), 73–78.
16. Domaratskyi, E.(2014). The influence of different periods of sowing and seed treatment with different grain poisoners on the resistance of winter wheat varieties to major diseases. Materials of the international scientific and practical conference "Ontogeny - the state, problems, and prospects of the study of plants in cultural and natural coenoses": abstracts of reports. Kherson. RVC "Kolos"
17. Smetanko, O., Burykina, S., Kryvenko, A. (2018). The influence of elements of biologization of the cultivation of winter wheat on different backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Herald of Agrarian Science*. 8(785), 33–37.
18. Smetanko, O., Velver, M., Burykina, S. (2018). The effectiveness of biological preparations for the protection and stimulation of the development of winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Inform. Bulletin of SPRS MOBB. Biological method of plant protection: achievements and prospects: Mat. international science - practice conf. on the occasion of the 100th anniversary of the National Academy of Sciences. Odesa, 53, 301-310.
19. Yaroshenko, S. (2018). The influence of mineral fertilizers and biological preparations on the formation of grain productivity of winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine. *Cereal crops.* 2, No. 1, 245–251. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0032

UDC: 633.15:581.1:551.583 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.127

RESEARCH ON CORN TOLERANCE TO DROUGHT AND HEAT IN THE CONTEXT OF CHANGING PLANT-SOIL-WATER-AIR RELATIONSHIPS CAUSED BY CLIMATE CHANGE

Spinu Angela
National Center Research and Seed Production,
s. Pascani, Republic of Moldova
**e-mail: angelapatlatii@yahoo.com*

Summary. The study in this thesis evaluated a set of maize genotypes (simple hybrids) in field and laboratory conditions with different hydric stresses in different localities using a well-defined drought index to identify higher resistance/tolerance traits to drought and heat with a direct impact on final production.

Keywords: corn, germoplasm, resistance/tolerance, drought, heat, corn breeding, field conditions, HWS, LWS, production, experimental network, water stress, PEG, production stability index, drought sensitivity index.

Introduction

Recent climatic changes have significantly increased the interest of breeders to improve germplasm in all crop plants, including maize, on their tolerance to drought and heat. Drought and heat are two distinct phenomena but have a devastating synergistic effect on crop plants, causing major damage to all agricultural species. The genetic conditioning of tolerance to these two phenomena is different and difficult in the absence of exact quantification methods.

The identification and use of more accurate quantification of drought and heat tolerance in the selection process has become one of the primary objectives of the greatest importance in maize breeding programs from our country and worldwide. Epstein et al., 1980, found that physiologically, the ability of plants to adapt to different types of abiotic stress (drought, salinity, radiation, high or low temperatures, floods, etc.) and biotic (pathogens, competition with other organisms) that alter the plant-environment balance, can reduce the biosynthetic capacity of the plant and cause injuries that can destroy the plant.

Maize (*Zea mays* L.) is a major crop in the world. Corn production and stability are significantly affected by water scarcity and excessively high temperatures in critical development phases, Ciocăzanu I. et al.,1996. As a result, improved tolerance to drought and heat has become a priority in public and private sector improvement programs, and the identification of corn germplasm with high traits of drought and heat resistance has become an important target for breeders.

Creating and enhancing hybrids for drought and heat is a long-term strategy for maintaining and increasing production in future climatic events. The identification and characterization of germplasm with superior traits of drought and heat is an important step in corn breeding.

The methodology and maize germplasm used in this study are means of identifying the stability, variability, and performance level of maize production in the context of changing current climate conditions.

Material and methods

The biological material used consisted of the most advanced perspective corn hybrids created at NSRPC (National Seed Research and Production Center) Porumbeni, belonging to FAO groups 300-400, and 400-500. Hybrids were experimented during the period 2020 -2023 in competitive comparative microcultures.

Each year/location was classified into two water stress classes as follows: LWS (low water stress, normal production under normal climatic conditions) and HWS (high water stress, lower

production under drought conditions (below 6-7 t/ha). This classification was based on the climatic characterization, but especially based on the general production level obtained in the year and the respective location. The comparative microcultures were seeded according to the fully randomized block method, using a density of about 50000 plants/ha in all test sites, regardless of the degree of water stress. Each microculture was seeded in 2 to 3 repetitions, in 2-row plots, 7 m long, and 0,7 m row spacing.

Results and discussions

Based on the results of this study, it was proposed to improve the testing strategy, by using the production stability index, in the selection of the most adapted corn hybrids to different conditions, starting with the earlier test stages where there were enough data for an estimate as possible correctness of the index.

For this, it is necessary to expand and improve the experimentation network, as well as to introduce early testing links into this network.

As a result of this strategy, the selection index for production stability was also calculated for the orientation crops (CO), an important link in the test scheme, the orientation crops being the source, through selection and advancement, of valuable hybrids of hybrids for the competition, the last test link before promotion, to be registered in the State Register and production.

The data obtained in this study highlight the correlation coefficients between the real productions, obtained in the NSRPC Porumbeni test network, both under water stress conditions and under normal conditions, without stress, in the period 2020-2023, as well as the stability and drought indices calculated on production base and selection indices obtained for physiological indices.

Correlations of physiological indices are weak with grain yield obtained in normal conditions (LWS) localities and stronger with grain yield obtained in water-stressed localities (HWS).

Except for the average grain production obtained under favorable conditions, without water stress, where the lowest correlation coefficients were obtained and even insignificant in the case of some physiological indices, the values of the correlation coefficients are high enough to be significant.

It can be stated that there is a real correlation between the primary data and predictions, justifying their use to forecast drought and heat tolerance in modern breeding works. There is a need to continue these studies on a larger scale in such a way as to increase the safety and efficiency of predictions by identifying some physiological indicators that are easy to determine and well correlated with production data.

Conclusions

It is necessary to develop some researches that identify simple physiological indices, easy to determine and that correlate reasonably with tolerance to drought and heat in the growth and development phases of corn critical for drought and heat (flowering-silking, formation, and filling grains).

An important advantage of estimating drought and heat tolerance based on physiological indices determined in maize plants is that the determination of these indices is quite simple, it can be done in the off-season (during the winter) and allows promotion at sowing for field studies of a selected number of hybrids.

References

1. Ciocăzanu I., Sarca T., Cosmin O. and Bâgiu C. 1996. Drought Tolerance of Recently Registered Romanian Maize Hybrids. Maize and Sorghum Eucarpia XVII the Conference, Thessaloniki – Greece, Programme and Abstracts.
2. Epstein, E.J.D. Rush, RW Kingsbury, D.B. Kelly, G.A. Cinnigham and A.F. Wrono 1980. Saline culture of crops: A genetic approach. Science 210.

UDC: 632.937:634.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.128

STRATEGII ECO CU PRODUSE BIOLOGICE ÎN LIVEZILE DE MÂR

Stingaci Aurelia[1,*], *https://orcid.org/0000-0001-6621-9919*
Goncharuk Violeta[2,**], *https://orcid.org/0000-0003-2992-1690*
[1] *Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Chișinău*
[2] *Institutul de Chimie Bioorganică, Academia Națională de Științe din Belarus, Minsk,*
**e-mail: aurelia.stingaci@sti.usm.md*
***e-mail: happyletta@gmail.com*

Summary. Products of microbial origin in combined with para-aminobenzoic acid (pABA) derivatives, can be the basis for organic farming and plant resistance to unfavorable environmental factors inducing, as well as for the crop yield increase. The article presents the results of the study of the efficiency of fruit-cultures and potato plantations treatment with aqueous suspensions of entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* with addition of para-aminobenzoic acid derivatives solutions in concentrations 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6} mM.. The results demonstrate the possibility of using entomopathogenic bacteria in a tank mixture with pABA to create biological preparations as alternatives to pesticides and the development of biological methods of plant protection.

Keywords: *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*; *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis; para*-aminobenzoic acid (pABA) derivatives; biological products.

Introducere

Schimbările climatice globale observate în ultimele decenii afectează ciclul fonologic și productivitatea culturilor. În același timp, stadiul actual al tehnologiei în domeniul protecției plantelor nu rezolvă toate problemele legate de producția vegetală, deoarece pesticidele nu pot proteja plantele de stresul abiotic. Prin urmare, este necesar să se dezvolte practici agronomice care să atenueze impactul negativ al condițiilor externe și să permită obținerea unor producții constant ridicate.

Practicarea agriculturii ecologice a existat în mod tradițional, în condițiile în care practicile moderne au început în anii 1920 ca urmare a utilizării pesticidelor, care a fost popularizată în anii 1960. În anii 1970, această agricultură convențională a crescut odată cu creșterea cunoștințelor și dezvoltarea tehnologiei. Pe lângă producția de alimente sănătoase, agricultura ecologică contribuie și la protecția mediului natural La un nivel ridicat de eficacitate ecologică și inofensivitate a preparatelor biologice, utilizarea acestora nu are întotdeauna un efect stabil în raport cu influența negativă a factorilor climatici asupra plantei gazdă (Skendžić, S. & Zovko, M., et al., 2021).

Bacteriile entomopatogene sunt cunoscute de mult timp ca regulatori naturali ai populației de insecte. Cele mai frecvent utilizate bacterii sunt din gen. *Bacillus* [Guliy et al., 1982; Garczynnski și Siegel, 2007], care produc o proteină cristal parasporală toxică pentru insecte. Acest lucru a condus la utilizarea pe scară largă a *B. thuringiensis* ca componentă activă a preparatelor entomopatogene prietenoase cu mediul, ca alternativă la pesticidele chimice. Utilizarea bacteriilor care suprimă creșterea și dezvoltarea dăunătorilor și bolilor este cea mai sigură, deoarece reduce impactul negativ al pesticidelor în timpul sezonului de vegetație (Tikhonovich, I.A., 2005; Pusenkova L.I., 2010).

Faimosul învățat Rapoport I.A. a stabilit că efectul pozitiv al pABA asupra sistemelor vii se bazează pe fenomenul necunoscut anterior al interacțiunii sale cu enzimele. Efectul pozitiv al acidului *para*-aminobenzoic asupra plantelor, animalelor și oamenilor a fost argumentat (Kozhevnikova N.A., 1983). Există date despre eficacitatea pABA în reducerea efectului dăunător al mutagenilor. Se știe că pABA este capabil să absoarbă razele UV, care afectează negativ mecanismul de reproducere bacteriană, prin urmare, utilizarea pABA în preparatele bacteriene

destinate tratării părților aeriene ale plantelor poate fi deosebit de eficientă. Astfel, acizii benzoici, cunoscuți pentru importanța lor ca elemente de bază în elaborarea, au câștigat o atenție tot mai mare în știința plantelor, fiind implicați în diverse procese fiziologice de la reglarea germinării semințelor până la rezistența la boli și toleranța la stres (Eiges, N.S., 2015).

Scopul cercetării a fost de a stabili posibilitatea utilizării unui amestec de tulpini entomopatogene de *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki și *B. thuringiensis* var. thuringiensis cu derivați ai acidului *para*-aminobenzoic pentru determinarea efectului sinergic în creșterea eficienței biologice și a investiga rolul acestora în creșterea și dezvoltarea culturii mărului.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate pe lotul experimental al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Universității de Stat, în anul 2024. Obiectele cercetării au fost suspensii de bacterii entomopatogene *Bacillus thuringiensis,* var. kurstaki, *B. thuringiensis* var. thuringiensis și derivați ai acidului para-aminobenzoic în concentrații de 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6} mM. Tratamentele au fost realizate în livada de meri, soiul Renet Simirenko, în scopul protecției de dăunătorul *Cydia pomonella* L. Experiențele au fost montate randomizat conform schemelor clasice (Доспехов Б., 1985).

Ţinînd cont de faptul că moartea insectelor testate mai poate fi cauzată şi de alţi factori ce nu ţin de potenţialul de infecţie ai bacteriilor, pentru determinarea activităţii biologice a preparatelor se aplică formula Abbot, care ia în consideraţie şi mortalitatea larvelor în control:

Procentul mortalității larvelor s-a calculat după Abbot:

$$P = \frac{(Mc - Mo)}{100 - Mc} \times 100$$

unde P - activitatea biologică exprimată în procentul de mortalitate a insectelor,

Mo- larve moarte în experienţă %;

Mc- larve moarte în martor %.

Pentru determinarea activităţii biologice a bacteriilor se mai aplică şi timpul letal (TL_{50}), care indică la timpul necesar pentru obţinerea a 50% de mortalitate a larvelor. Acest indice se determină în mod analogic înregestrînd rezultatele după diferite intervale de timp.



Figura 1. Determinarea purității compușilor, folosind cromatografia lichidă.

Rezultate și discuții

În scopul pregătirii formelor preparative s-a efectuat screeningul acțiunii de reglare a creșterii și de protecție a derivaților acidului *para*-aminobenzoic (PABA) Un obiectiv esențial al protecției culturilor pomicole este prevenirea sau detectarea bolii cât mai devreme, astfel încât intervenția de protecție să fie mai eficientă a derivaților acidului para-aminobenzoic (PABA). În strategiile de screening de prevenție acțiunii de reglare a creșterii și de protecție, derivații acidului

para-aminobenzoic (PABA) trebuie să aibă un risc extrem de scăzut încât să aibă un raport beneficiu/risc acceptabil, abilitatea de a ținti organismele dăunătoare cu o probabilitate mai mare ar putea să ducă la aplicarea unui set larg de posibile abordări și la creșterea eficienței lor. Studierea stabilității derivaților PABA, date HPLC pentru derivații PABA în condiții normale și după teste de stres (conditii normale, fotoprelucrare, termoprelucrare). S-a studiat stabilitatea foto- și termică a derivaților PABA, pentru a determina efectul radiației vizibile. Controlul calității derivaților a fost efectuat folosind cromatografie lichidă de înaltă performanță (HPLC). Conform rezultatelor HPLC, cromatogramele probelor supuse tratamentului foto și termic conțin doar vârfuri de substanțe țintă și impurități inițiale, al căror conținut nu s-a modificat în timpul experienței. A fost elaborată procedura de laborator pentru sinteza derivațiilor acizilor grași para-aminobenzoic PABA și a derivaților lor.

Implementarea strategiilor de screening în practică este dificilă. Există câteva tehnici care pot ajuta agricultorii în furnizarea acestor servicii. Un dosar electronic configurat adecvat poate furniza sisteme de reamintire care îi ajută pe producători să urmărească și să descopere recomandările de utilizare. Unele sisteme le permit beneficiarilor accesul sigur la baza electronică, furnizând mijloace suplimentare pentru a îmbunătăți aderența la screening obișnuit.

Analiza structurii derivaților sintezați. Derivații PABA sintetizați au fost caracterizați folosind metode de cercetare fizico-chimice (spectroscopie de rezonanță magnetică nucleară, spectroscopie în infraroșu, spectrometrie de masă). Puritatea compușilor, a fost confirmată folosind cromatografie lichidă de înaltă performanță, care a constituit 94-98% (Figura 2).

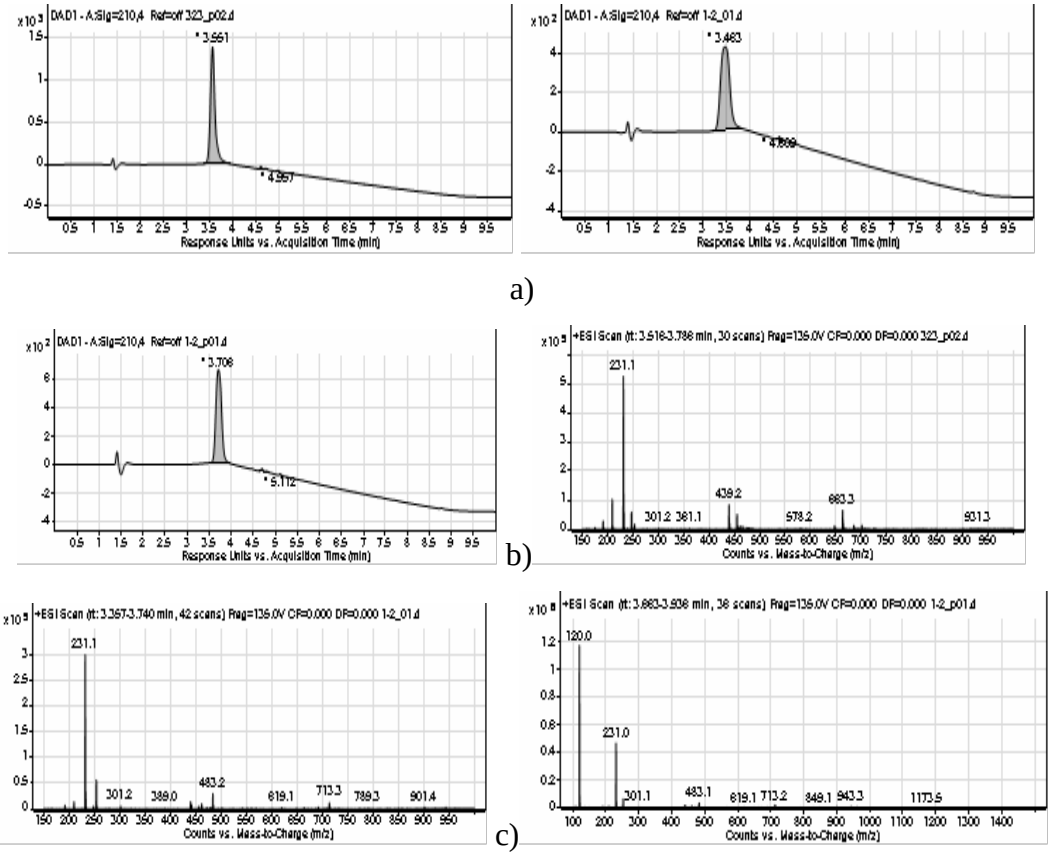


Figura 2 (a, b, c). Cromatogramele și spectrele de masă ale acidului PABA (1) în condiții normale (a), după fotoprocesare (b) și tratament termic (c)

Studierea stabilității derivaților PABA. S-a studiat stabilitatea foto- și termică a derivaților PABA. Pentru a determina efectul radiației vizibile, derivații PABA au fost expuși sub o lampă incandescentă (75 W, l – 10 cm) în flacoane izolate timp de 50 și 125 de zile (1200 și, respectiv, 3000 de ore). Pentru a determina efectul temperaturii ridicate, PF-urile au fost ținute într-un dulap

termostat la +55 °C în flacoane izolate timp de 50 și 104 zile (1200 și, respectiv, 3000 de ore). Controlul calității derivaților a fost efectuat folosind cromatografie lichidă de înaltă performanță.

Conform rezultatelor HPLC, cromatogramele probelor supuse tratamentului foto- și termic conțin doar vârfuri de substanțe țintă și impurități inițiale, al căror conținut nu s-a modificat în timpul experienței. Nu au fost detectate semnale suplimentare în probele studiate, ceea ce indică stabilitatea foto- și termică a derivaților PABA studiați în condițiile experimentale. S-a stabilit că timpul de retenție a substanțelor inițiale și a substanțelor după testele de stres sunt la fel (tabel).

Tabel

Date HPLC pentru derivații PABA în condiții normale și după teste de stres

Derivații	Date HPLC					
	condiții normale		fotoprelucrare		termoprelucrare	
	RT_1, min*	RT_2, min**	RT_1, min*	RT_2, min**	RT_1, min*	RT_2, min**
1	3,62	3,55	3,51	3,46	3,77	3,71
2	4,12	4,05	4,12	4,05	4,14	4,07
3	2,19	2,12	2,20	2,13	2,22	2,15
4	2,37	2,30	2,36	2,28	2,47	2,39
5	5,82	5,75	5,85	5,78	5,84	5,78
6	4,83	4,76	4,86	4,79	4,86	4,79
7	4,46	4,39	4,49	4,41	4,48	4,42
8	4,80	4,73	4,82	4,75	4,84	4,77
9	5,10	5,04	5,14	5,08	5,14	5,08
10	5,82	5,75	5,83	5,77	5,84	5,78

* - timpul de retenție înregistrat cu ajutorul unui detector de masă;

** - timpul de retenție înregistrat cu ajutorul unui detector cu matrice de diode.

În prima etapă a cercetării, a fost determinată compatibilitatea suspensiilor bacteriene și a derivaților de pABA pentru utilizarea în amestecuri de rezervoare. Experimentele au fost efectuate pe agar de dextroză de cartofi, utilizând metoda discului filtrant (Egorov N.S., 2004). Plăcile de agar au fost inoculate cu suspensii bacteriene, după care discurile filtrante impregnate cu derivați pABA la concentrații de 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6} mM au fost plasate în centrul plăcii Petri, separat pentru fiecare bacterie.

În livada de meri au fost efectuate tratamente cu suspensia bacteriană *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki și derivați de pABA în combaterea larvelor viermelui de măr prin pulverizare manuală. Experiența a fost realizată în 8 variante cu 3 repetiții, în fiecare repetiție 3 pomi. Variantele experienței: 1) Martor; 2) Standard chimic Avaunt-15 EC, 0,4 l/ha; 3) Standard biologic „Actoverm Formula"; 4) *B. thuringiensis* subsp. kurstaki $1,5\times10^9$ + pABA 10^{-2} mM; 5) B. thuringiensis subsp. kurstaki $1,5\times10^9$ + PABA 10^{-4} mM; 6) B. *thuringiensis* subsp. kurstaki $1,5\times10^9$ + pABA 10^{-6} mM; 7) *B. thuringiensis* subsp. kurstaki 1,5×109; 8) pABA 10^{-6} mM.

Au fost efectuate 6 tratamente cu suspensia *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* contra viermele merelor (*Cydia pomonella* L.) în prima decadă a lunii mai contra I, II generație.

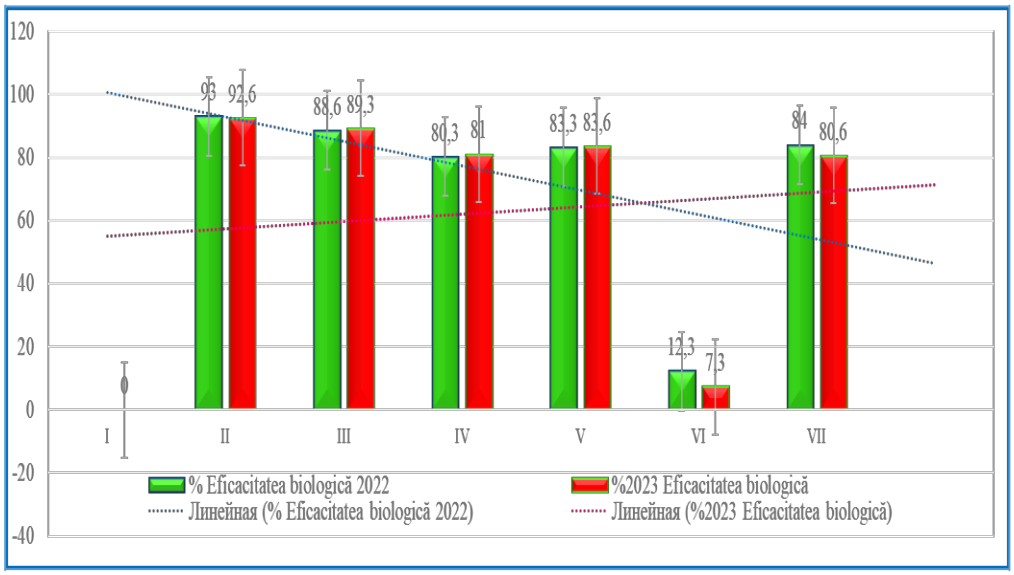


Figura 3. Eficacitatea biologică a suspensiei bacteriene Bacillus thuringiensis var. kurstaki contra viermele merelor (*Cydia pomonella* L), I generație, soiul Renet Simerenco

Variante: I - Martor; II- *Et*. Avaunt -15EC; III- *Et.biologic"Actoverm Formula", Ucraina*; IV - *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*+ PABA 10^{-4}; V - *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* + PABA 10^{-6} ; VI - PABA 10^{-6}; VII - *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

Conform datelor obținute la martor, numărul fructlore de măr afectate a fost de 91%. Când pomii au fost tratați cu suspensie de *B. thuringiensis* subsp. kurstaki, numărul de fructe afectate a fost de 19,3%, iar eficiența biologică a constituit 80,6%. Aplicarea amestecurilor din rezervor cu derivați de PABA a crescut eficiența biologică a acestora în protecția fructelor de măr împotriva larvelor la Viermele merelor.

Concentrațiile mici de PABA 10^{-4} și PABA 10^{-6} în amestecurile din rezervor a mărit efectul de protecție, deteriorarea fructelor a scăzut la 18,3% și 17,3%, iar eficiența biologică a crescut la 81,6% și, respectiv, 82,6%. Eficacitatea etalonului chimic a fost de 92,6%, iar etalonul biologic a fost de 89,3%.

Un efect destul de benefic al microorganismelor și derivațiilor acidului para-aminobenzoic (PABA) s-a înregistrat asupra creșterii și maturării lăstarilor în timpul cercetării. Tratarea plantelor de măr atât cu derivați PABA la plantele pomicole, cât și cu suspensiei entomopatogene de *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki (titrul1,5x10^9 UFC/ml) + derivații acidului *para*-aminobenzoic (PABA), 10^{-6} mM a condus la optimizarea proceselor de creștere, care se confirmă prin sporirea lungimii liniare a lăstarilor anuali cu 5-8 cm respective (Figura 4).

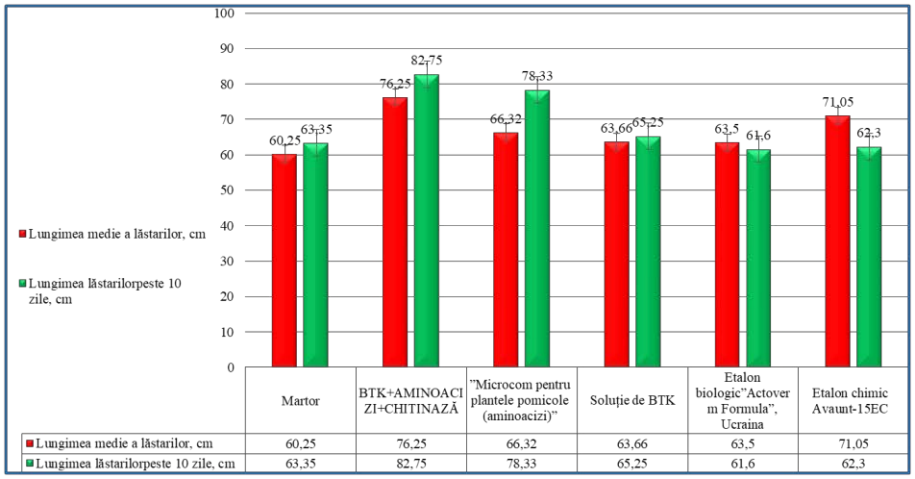


Figura 4. Creșterea lăstarilor plantelor pe rod în funcție de tratarea foliară, soiul Renet Simerenco

Determinarea creșterii si maturării lăstarilor, evident a demonstrat efectul benefic al derivațiilor PABA și microorganismelor asupra maturării lăstarilor anuali, ce contribuie la realizarea potențialului de rezistență a plantelor de măr și corespunzător, la sporirea productivității plantelor.

Cercetările noastre efectuate la determinarea lungimii lăstarilor şi maturării lor la plantele de măr au scos în evidenţă, că tratarea foliară a plantelor cu metaboliții bacterieni a condus la sporirea lungimii medii a lăstarilor comparativ cu varianta martor. O acţiune mai pronunţată a fost înregistrată în variantele fertilizate suplimentar şi cu derivații PABA la plantele pomicole, unde acest indicator a atins cele mai mari valori.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului: 011103 *„Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe ibliografice

1. Paini A, Sheppard D.R., et al. *Global threat to agriculture from invasive species*. Proceedings of the National Academy of Science USA, 2016, vol. 113, p. 7575-7579.
2. Skendžić, S., Zovko, M. et al.. *The Impact of climate change on agricultural insect pests*. Insects, 2021, vol.12, p 440.https://doi.org/10.3390/insects12050440
3. Cojevnicova, N. *Vlianie para-aminobenzoinoi cisloti na activnosti dezosiribonucleazi intactogo i oblucenogo preparata* / H. A. Кожевникова, I. A. Rapoport, E. A. Ivanitskaya, I. D. Pudrina. In: Reports of the Academy of Sciences of the SSSR, 1983, vol. 273, nr.2, p. 476–479.
4. Petrovskii, F & Caractov S. *Microbiologiceskie preparati v rastenivodstve*. In: Zasita rastenii, 2017. vol. 2, p.14-18.[in Russian] https://doi.org/10.25630/PAV.2022.34.66.001
5. Eigeis, N. Isledovanie deistvia antiohidanta para-aminobenzoinoi cisloti na zernovie i drugie culituri / N.S. Eiges, G.A. Volchenko, S.G. Volchenko // New and non-traditional plants and perspectives of their use: mater. XI International symposium, Pushchino, 15–19 June 2015.– Moscow: RUDH,172–176.[in Russian]
6. Large workshop on microbiology. M., Higher School. 1962, 490 p.
7. Weather and climate. available http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php.[cited 10.05.2023].
8. Доспехов, Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований).* In: Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
9. Кожевникова, Н. А. Влияние *пара*-аминобензойной кислоты на активность дезосирибонуклеазы интактного и облученного препарата / Н. А. Кожевникова, И. А. Рапопорт, Е. А. Иваницкая, И. Д. Пудрина // Доклады АН ССС Р,1983, Т. 273, № 2., с. 476–479.
10. Тихонович, И.А., Кожемяков, А.П., Чеботарь, В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве.In: . Москва: Россельхозакадемия, 2005, 154 с.

UDC: 632.937:633.11 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.129

TESTAREA UNUI PREPARAT PE BAZĂ DE *Bacillus subtilis* PENTRU PROTECȚIA GRÂULUI DE TOAMNĂ DE PATOGENI

Șcerbacova Tatiana*, *https://orcid.org/0000-0002-2632-325*
Lungu Andrei, *https://orcid.org/0000-0002-5024-5765*
Pînzaru Boris *https://orcid.org/0000-0001-7323-4770*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: tatiana.scerbacova@sti.usm.md*

Summary. The results of the testing of the biological fungicide based on the bacteria *Bacillus subtilis*, strain IAB/BS03 to protect the winter wheat variety Moldova-614 from the complex of pathogens in the conditions of the Republic of Moldova. The research was carried out on the experimental field of the IGFPP of MSU. Two preparation rates of consumption were tested: 2 kg/ha and 3 kg/ha. Used once by the spraying method. As a result, the biological efficiency against *Bipolaris sorokiniana* was 75,0% and 90,0%, *Helminthosporium sativum* – 83,3% and 89,7%, respectively, fusarium head blight – 86,0%.

Keywords: testing, pathogen complex, *Bacillus subtilis*, winter wheat, biological efficacy.

Introducere

În multe state cultura cerealieră principală este grâul (*Tríticum L.*). Este crescut pe arii întinse pe întreg globul, ocupă locul doi după mărimea suprafețelor însămânțate, cedând întâietatea porumbului. Per total în anul 2021 au fost însămânțate 221,96 milioane hectare cu această cultură, obținându-se o roadă record de 770,8 milioane tone. Lideri mondiali a producției sunt China și India, care în anul 2021 au avut o producție globală de 136,9 și 109,6 milioane tone corespunzător.

Liderii mondiali la recolta per unitate de suprafață sunt: Germania - 7,53 t/ha, Franța - 6,8 t/ha, Egiptul - 6,4 t/ha, China- 5,7 t/ha [1].

În Republica Moldova suprafața însămânțată cu grâu a variat de la 301,8 – 373,1 mii ha, sau 20,9 %- 24,2% din suprafața totală însămânțată cu culturi agricole. Producția globală a fost de 794 mii tone în anul 2011 până la 1 milion 565,2 mii tone în anul 2021. Recolta per unitatea de suprafață la grâu în Moldova în gospodăriile de toate categoriile variază de la 2,6 t/ha în 2015 la 4,6 t/ha în 2021 [2].

Grâul este considerată o cultură agricolă nepretențioasă, dar preferă clima temperat continentală, destul de caldă. În regiunile prea calde recoltele sunt scăzute. Este necesară și respectarea rotației culturilor, succesiunea culturilor permite satisfacerea necesităților plantelor în substanțe nutritive fără a istovi solul. Cel mai favorabil este semănarea grâului după leguminoase, trifoi, lucernă și rapiță.

Recolta globală a grâului boabe depinde de o multitudine de factori, inclusiv competivitatea soiului, condiții meteorologice în perioada de vegetație, compoziția solului, procedeele agrotehnice, măsurile de protecție fitopatologică, etc. Pierderi substanțiale sunt provocate de infectarea plantelor cu microorganisme fitopatogene. În regiunile de cultivarea a grâului sunt pe larg răspândite putregaiurile radiculare, făinarea, pătările frunzelor, fuzarioza spicului, etc. Patogenii pot ataca plantele pe parcursul întregii perioade de vegetație [3]. Protecția plantelor de agenții patogeni este rezerva principală de creștere a productivității și calității recoltei.

Bolile culturilor rămân o provocare majoră în agricultură și o amenințare continuă la adresa securității alimentare. Deși fungicidele sunt utilizate pe scară largă în lumea dezvoltată și rezistența genetică este dezvoltată oriunde este posibil, bolile culturilor provoacă anual o pierdere medie globală de 16 % [4].

Unul din aceștia este agentul patogen *Bipolaris sorokiniana* poate infecta toate organele plantei: sistemul radicular – provocând putregaiul obișnuit al rădăcinilor, frunzele și tulpina provocând pătarea brună închisă (helmintosporioza), la fel spicul și boabele provocând ”înnegrirea embrionului”. Infecția primară apare la germeni și lăstari, se manifestă prin brunificarea coleoptilului, îngălbenirea și deformarea frunzelor, inhibarea întregii plante. La plantele mature se

observă următoarele simptome: brunificare, înnegrirea și putrezirea rădăcinilor principale și secundare, nodului de înfrățire și tulpinii în apropierea solului.

Infectarea secundară are loc pe organele supraterestre. Pe frunze apar pete de culoare brun deschis, alungite de-a lungul limbului foliar, cu marginea întunecată. Plantele întârzie în creștere, se observă decolorarea spicelor, devin albui și moartea tulpinilor. [3]

Pentru protejarea culturii grâului de complexul de agenți patogeni sunt utilizate o varietate largă de biopreparate inclusiv în baza bacteriei *Bacillus subtilis*. Genul *Bacillus* cuprinde o mare biodiversitate genetică. Bacilii sunt prezenți într-o paletă extrem de mare de medii variind de la apa de mare la sol, și chiar se găsesc în medii extreme precum izvoarele termale. Această bacterie ar putea fi una dintre sursele majore de potențiale biopreparate microbiene, deoarece păstrează mai multe trăsături valoroase. În primul rând, bacilii, cum ar fi *B. subtilis*, sunt organisme bine studiate ceea ce facilitează utilizarea lor rațională. În al doilea rând, Administrația pentru alimente și medicamente din SUA (USFDA) a acordat statutul de „în general considerat sigur" (GRAS). *Bacillus subtilis* care este astfel recunoscut ca nepatogen. Acesta fiind motivul principal pentru a fi utilizat ca biopesticid. În al treilea rând, bacilii au capacitatea pentru a produce spori care sunt forme de repaus extrem de rezistente. Sporii sunt capabil să reziste la temperaturi ridicate, pH nefavorabil, lipsă de nutrienți sau apă etc. Sunt produși de bacterii atunci când condițiile de mediu sunt nefavorabile care probabil ajută aceste microorganisme să supraviețuiască în fitosferă. Fenomenul poate fi exploatate şi în producţia industrială deoarece sporularea poate fi indusă la sfârșitul cultivării. Acest lucru facilitează foarte mult condiționarea post-cultură unde suspensiile bacteriene pot fi transformate în formulări de pulbere ușor de manevrat, fără pierderea viabilității culturii, ceea ce mai rar la speciile ce nu formează spori. Perioada de valabilitate a biopreparatelor pe bază de bacterii sporulante este în general mai lungă și necesită mai puțin precauție de depozitare în comparație cu alte produse care conțin organisme vii. Bacilii sunt de asemenea relativ ușor de produs industrial întrucât nu sunt deosebit de exigenți în ceea ce privește sursele nutritive. Pe lângă capacitatea de a forma spori, *B. subtilis* posedă mai multe caracteristici care îi sporesc supraviețuirea în rizosferă astfel crește și eficiența ca biopreparat. Această bacterie este cunoscută că este aerobă, dar se pot comporta, de asemenea, ca anaerob facultativ supraviețuind și evoluând în condiții cu concentrația de oxigen scăzută [5]. Cercetările intensive au indicat că efectele *B. subtilis* asupra inhibării agenților patogeni a plantelor sunt atribuibile antibiozei, competiției pentru habitat și nutrienți, liză a hifelor microorganismelor patogene și a rezistenței sistemice induse [6]. Bacteriile produc, de asemenea, enzimele ce degradează peretele celular și diverși metaboliți care pot limita creșterea sau activitatea altor microorganisme [7].

În plus, *B. subtilis* crește absorbția azotului, solubilizarea fosfaților și producerea de siderofori și fitohormoni, promovează creșterea plantelor [6].

Scopul cercetării – determinarea eficacității biologice a biofungicidului pe bază de *Bacillus subtillis*, susa IAB/BS03 în protejarea grâului de toamnă de un complex de agenți patogeni în condițiile Republicii Moldova.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate în anul 2022 pe câmpurile experimentale a Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM. Obiectul cercetării a fungicidul biologic pe bază de bacteriei *Bacillus subtilis*, susa IAB/BS03. Fungicidul a fost utilizat pentru protecția grâului de toamnă, soiul Moldova-614 de complexul de agenți patogeni: 1- putregaiul obișnuit al rădăcinilor- ag. pat. *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker – anamorf, *Cochliobolus sativus* (S.Ito et Kurib.) Drechsler ex Dastur (1942) - teleomorf; 2 – helmintosporioza - *Helminthosporium sativum* Pammel, C.M. King et Bakke 1910 (syn. *Bipolaris sorokiniana*); 3 –făinarea– *Blumeria graminis* (syn. *Erysiphe graminis*) (DC.) Speer; 4 – fuzarioza spicului – ciuperci din genul *Fusarium* Link.: *Fusarium graminearum* Schwabe; *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.; *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc.; *Fusarium poae* (Peck) Wollenw.; *Fusarium sporotrichioides* Sherb.

Încorporarea semințelor a fost efectuată la 27 septembrie 2021. Pichetarea variantelor a fost efectuată în luna aprilie 2022, fiecare variantă a fost montată în 3 repetiții. Suprafața unei repetiții a

fost de 25 m^2 (1m×25m). Variantele au fost amplasate randomizat pe întreaga suprafață a lotului experimental.

În schema experimentală au fost 4 variante: 1) martor- fără prelucrare, 2) etalonul- Fitocid, fungicid biologic, substanța activă *Bacillus subtilis*, titrul 1 x 10^9 celule/ml, norma de consum 1l/ha,

3) preparatul testat, norma de consum 2 kg/ha, 4) preparatul testat, norma de consum 3 kg/ha

Prelucrarea a fost efectuată cu stropitoarea de tip rucsac, la o rată de 600 l/ha a soluției de lucru. Determinarea eficacității preparatelor a fost efectuată conform metodelor general acceptate (Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova) [8].

Pentru determinarea eficacității biologice a preparatului testat față de putregaiul obișnuit al rădăcinilor, helmintosporiozei, făinării au fost selectate probe a câte 10 plante în 3 repetiții din fiecare variantă experimentală. Intensitatea atacului sistemului radicular a fost efectuată după scara de 4 puncte, pătările frunzelor după scara procentuală. Pentru determinarea atacului fuzariozei spicului au fost examinate câte 100 de spice în 3 repetiții, evaluarea a fost efectuată conform scării procentuale.

Prelucrarea matematică a rezultatelor obținute a fost efectuată analizei dispersională monofactorială cu utilizarea platformei ABC Pascal.

Rezultate și discuții

Din perioada de însămânțare a grâului de toamnă din septembrie 2021 și până la recoltarea în prima decadă a lunii iulie 2022, condițiile meteorologice au fost critic nefavorabile pentru cultivarea acestei culturi din cauza unei secete foarte severe și prelungite. Pe toată perioada de la însămânțare până la recoltare, un total de 208 mm de precipitații au căzut față de norma de 439 mm, ceea ce a constituit doar 47,4%. Deficitul de umiditate a fost de 52,6%, ceea ce reprezintă o problemă reală de pierdere a recoltei culturilor de cereale [9].

Seceta foarte severă se manifestă în anii în care precipitațiile din perioada de vegetație sunt mai mici de 50% din normă, iar temperatura medie a aerului depășește norma multianuală cu 3-4°C. Lipsa precipitațiilor poate apărea în orice lună a anului, astfel încât seceta poate apărea în orice moment al anului cu consecințe corespunzătoare pentru sectorul agricol. Adică se poate vorbi despre secetă de iarnă, primăvară, vară și toamnă cu consecințe diferite, în funcție de stadiul de dezvoltare a culturii. În Republica Moldova, secetele reprezintă 12,5% din numărul total al tuturor fenomenelor periculoase [10].

Până la efectuarea tratamentului cu preparatul testat în perioada 25-37 BBCH (înfrățirea-apariția frunzei stindard) s-au prelevat probe în diferite puncte ale câmpului experimental pentru a determina în general infestarea plantelor cu agenții patogeni specificați - 10 probe a câte 10 plante fiecare. Pentru evidența putregaiului obișnuit al rădăcinilor au fost examinate 100 de tulpini, pentru evidența helmintosporiozei și făinării au fost examinate 300 de frunze. În baza rezultatelor evidențelor, s-a constatat că din cauza secetei care s-a instalat în perioada toamnă-iarnă, dezvoltarea putregaiul obișnuit al rădăcinilor a fost scăzută: intensitatea răspândirii bolii a fost de 20%, gradul de dezvoltare a fost 7,5% (tabelul 1).

Tabelul 1

Atacul plantelor de grâu de către agenții patogeni pe lotul experimental până la efectuarea tratamentului

Agentul patogen	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %
Bipolaris sorokiniana pe rădăcini	20,0	7,5
Helminthosporium sativum pe frunze	5,0	1,7
Blumeria graminis	0	0

Frecvența atacului de helmintosporioză a fost 5 %, dezvoltarea bolii - 1,7%. În fazele de dezvoltare 25-37 BBCH nu s-a depistat prezența atacului făinării. Tratamentul cu preparatul testat a fost efectuată la data de 10 mai. Preparatul a fost utilizat cu două norme de consum: 2 kg/ha și 3

kg/ha. După o lună s-au efectuat evidențele, la etapele de dezvoltare 75-80 BBCH- maturitatea în lapte.

Conform datelor obținute în urma evidenței reiese că pe parcursul unei luni de vegetație de la prima evidență frecvența atacului putregaiului obișnuit al rădăcinilor de la 20 % a crescut la 30%, iar intensitatea dezvoltării bolii de la 7,5 % a ajuns la 10 %. Biopreparatul utilizat a redus acești parametri. La utilizarea normei de consum 2 l/ha frecvența atacului a fost 10,0 %, la o intensitate a dezvoltării bolii de 1,0 %. Eficacitatea biologică constituind 75,0 %. La utilizarea biofungicidului cu norma de consum 3 kg/ha frecvența atacului a atins nivelul de 10,0 %, iar intensitatea dezvoltării bolii- 1,0 %. Eficacitatea biologică a fost de 90,0 %. La utilizarea etalonului Fitocid frecvența atacului a fost de 16,7 %, cu o intensitate a dezvoltării bolii de 2,7 % cu o eficacitate biologică de 73,0 % (tab. 2, fig.1).

Tabelul 2

Eficacitatea biologică a fungicidului în baza bacteriilor *Bacillus subtilis* în protecția grâului de toamnă de putregaiul obișnuit al rădăcinilor (*Bipolaris sorokiniana*)

Nr.	Variante experimentale	Norma de consum l, kg/ha	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficacitatea biologică, %
1	Martor	-	30,0	10,0	-
2	Etalon Fitocid	1,0	16,7	2,7	73,0
3	Preparatul testat	2,0	10,0	2,5	75,0
4	Preparatul testat	3,0	10,0	1,0	90,0
DEM $_{0,05}$			19,7	6,1	

Pentru determinarea acțiunii preparatului în diminuarea dezvoltării helmitosporiozei, în fiecare probă de 10 plante a fost luat în calcul atacul fiecărei frunze (tab. 3).

Tabelul 3

Evidența helmintosporiozei la grâul de toamnă după tratament cu fungicide

Varianta, nr. probei	Numărul frunzelor în probă, buc	Scala atacului, %; Numărul frunzelor atacate							
		0	1	5	10	25	50	75	100
Martor									
1	22	11	5	2	-	1	-	3	-
2	20	13	-	4	2	-	1	-	-
3	29	13	-	2	5	6	3	-	-
Etalon Fitocid									
1	21	12	-	6	2	1	-	-	-
2	20	11	7	2	-	-	-	-	-
3	21	14	5	2	-	-	-	-	-
Preparatul testat, 2 kg/ha									
1	20	13	4	1	2	-	-	-	-
2	23	16	2	2	3	-	-	-	-
3	26	23	-	1	1	1	-	-	-
Preparatul testat, 3 kg/ha									
1	22	19	-	2	1	-	-	-	-
2	20	14	3	2	1	-	-	-	-
3	24	19	2	2	1	-	-	-	-

Din evidențele efectuate s-a constatat că în decurs de o lună frecvența helmintosporiozei a crescut semnificativ, iar la martor această cifră a fost de 46,7%. Intensitatea dezvoltării bolii a crescut la 9,6%.

a)  b) 

Figura 1. Plante de grâu afectate de putregaiul obișnuit al rădăcinilor
a) până la tratament faza 25-37 BBCH, rădăcini slab afectate de putregai
b) varianta martor după tratament- atacul rădăcinilor cu uscarea tulpinilor

La prelucrarea grâului cu fungicidul testat la norma de consum 2 kg/ha a fost înregistrată o frecvență a atacului de 25,6 % la o intensitate a dezvoltării bolii de 1,6 %. Eficacitatea biologică fiind de 83,3 %. La utilizarea normei de consum 3 kg/ha frecvența atacului helmintosporiozei a fost 21,5 %, intensitatea dezvoltării bolii 0,99 %. Eficacitate biologică fiind de 89,7 % (tab.4).

Tabelul 4

Eficacitatea biologică a biofungicidului testat în protecția grâului de toamnă de helmintosporioză (*Helminthosporium sativum*)

Nr.	Variante experimentale	Norma de consum l, kg/ha	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficacitatea biologică, %
1	Martor	-	46,7	9,6	-
2	Etalon Fitocid	1,0	40,4	1,72	82,1
3	Preparatul testat	2,0	25,6	1,6	83,3
4	Preparatul testat	3,0	21,5	0,99	89,7
DEM $_{0,05}$			18,9	4,6	

Pentru a determina dacă plantele au fost atacate de fuzarioza spicului au fost examinate în fiecare variantă câte 100 de spice în trei repetiții. Evidența frecvenței atacului a fost efectuată după o scală procentuală. Frecvența atacului în varianta martor a fost 3,3 % cu intensitate a dezvoltării bolii de 0,5 %. În variantele unde au fost efectuate tratamente cu biofungicidul testat în două concentrații diferite a fost atestat aceeași frecvență a atacului de 0,7 % și intensitate a dezvoltării bolii 0,07 %. Eficacitatea biologică a fost de 86,0 % (tab.5).

Tabelul 5

Eficacitatea biologică a biofungicidului testat în protecția grâului de toamnă de fuzarioza spicului (ciuperci gen. *Fusarium*)

Nr.	Variante experimentale	Norma de consum l, kg/ha	Frecvența atacului, %	Intensitatea dezvoltării bolii, %	Eficacitatea biologică, %
1	Martor	-	3,3	0,5	-
2	Etalon Fitocid	1,0	2,0	0,1	80,0
3	Preparatul testat	2,0	0,7	0,07	86,0
4	Preparatul testat	3,0	0,7	0,07	86,0
DEM $_{0,05}$			1,5	0,14	

În toate evidențele în varianta Etalon unde a fost utilizat biofungicidul Fitocid pe bază de bacteriei *Bacillus subtilis*, titrul 1×10^9 celule/ml, cu norma de consum 1 l/ha a fost atestată o eficacitate mai slabă ca în variantele experimentale.

Pe parcursul întregii perioade de vegetație nu au fost depistate plante cu simptome a făinării (ag. pat. *Blumeria graminis*). Aspectul general a parcelei experimentale unde au fost efectuată testarea la grâul de toamnă, soi Moldova-614 este prezentată în Fig. 2.

a)  b) 

Fig. 2. Aspectul general a parcelei experimentale unde au fost efectuată testarea la grâul de toamnă, anul 2022, soi Moldova-614: a) perioada de vegetație primăvară-vară, b) sfârșitul perioadei de vegetație, coacere

Astfel, testarea preparatului biologic în bază de bacteria *Bacillus subtilis* împotriva unui complex de boli ale grâului de toamnă în condițiile climatice a Republicii Moldova din anul 2021-2022 a demonstrat că produsul biologic contribuie la reducerea semnificativă a putregaiul obișnuit al rădăcinilor, helmintosporiozei și fuzariozei spicului, comparativ cu parcelele netratate. Este posibilă inhibarea dezvoltării altor boli.

Concluzii

Eficacitatea biologică a biofungicidului în bază de *Bacillus subtilis* la reducerea putregaiului obișnuit al rădăcinilor (*Bipolaris sorokiniana*) la grâul de toamnă prin aplicarea unui tratament prin stropire în fenoza 25-37 BBCH (înfrățirea- apariția frunzei stindard) la utilizarea normei de consum 2 kg/ha a fost 75,0 %, la utilizarea normei de consum 3 kg/ha – 90,0 %.

Eficacitatea biologică a biofungicidului în bază de *Bacillus subtilis* la reducerea helmintosporiozei (*Helminthosporium sativum*) la grâul de toamnă cu utilizarea normei de consum 2 kg/ha a fost 83,3 %, la utilizarea normei de consum 3 kg/ha – 89,7 %.

Eficacitatea biologică a biofungicidului la reducerea fuzariozei spicului (ciuperci gen. *Fusarium*) la utilizarea normei de consum 2 kg/ha și 3 kg/ha a fost identică, atingând 86,0 %.

Notă. Cercetarea a fost efectuată în cadrul subprogramului 011103, „Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fondalul schimbărilor climatice” finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM

Referințe bibliografice

1. ТОП-10 стран-производителей пшеницы в 2020/21 МГ. [Accesat 5.08.2024]. Link: https://latifundist.com/rating/top-10-stran-proizvoditelej-pshenitsy-v-202021-mg
2. Anuarul statistic al Republicii Moldova, 2023. [Accesat 5.08.2024]. Link: https://statistica.gov.md/files/files/publicatii_electronice/Anuar_Statistic/2023/16_AS.pdf .
3. Зосич А.А. и др. Рекомендации по защите зерновых культур. ТОО «Первая Агрохимическая Компания». 2021, pp. 3-25.
4. Wulff Brande Bh., HORVATH Diana., M. and WARD Eric R. Improving immunity in crops: new tactics in an old game. Current Opinion in Plant Biology. Vol. 14, no. 4, 2011, pp. 468–476. DOI 10.1016/j.pbi.2011.04.002.
5. Cawoy Helene et al. *Bacillus*-Based Biological Control of Plant Diseases. In: STOYTCHEVA, Margarita (ed.), Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management. In Tech., 2011, pp. 273-302, ISBN 978-953-307-459-7. DOI 10.5772/17184.
6. Wang X. Q. et al. Application and Mechanisms of *Bacillus subtilis* in Biological Control of Plant Disease. In: MEENA, Vijay Singh (ed.), Role of Rhizospheric Microbes in Soil, 2018, pp. 225–

250. Singapore: Springer Singapore. ISBN 978-981-10-8401-0. DOI 10.1007/978-981-10-8402-7_9
7. Shoda Makoto. Bacterial control of plant diseases. Journal of Bioscience and Bioengineering. Vol. 89, no. 6, 2000, pp. 515–521. DOI 10.1016/S1389-1723(00)80049-3.
8. Lazari I. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în RM. Chișinău: Tipografia Centrală, 2002, 286 p. ISBN 9975-9597-3-3.
9. Arhiva meteo. [Accesat 5.08.2024]. Link: https://rp5.md
10. Риски возникновения засух в республике Молдова. [Accesat 5.08.2024]. Link: http://www.meteo.md/index.php/ru/description_codes/hazards/3.

UDC: 632.95:635.63/.64 ttps://doi.org/10.53040/gppb8.2024.130

EFICACITATEA EXTRACTELOR VEGETALE DIN SOFORA (*Sophora flavescens*) ȘI NEEM (*Azadirachta indica*) ÎN COMBATEREA DĂUNĂTORILOR DIN SPAȚIU PROTEJAT

Todiraș Vladimir[1,*], *https://orcid.org/0009-0008-6766-5652*
Gușan Ana, *https://orcid.org/0009-0005-8511-9012*
Soran Maria-Loredana[2], *https://orcid.org/0000-0003-3770-9702*
StegarescuAdina[2], *https://orcid.org/*0000-0002-1528-6342
[1]*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova*
[2]*Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Tehnologii Izotopice și Moleculare, Cluj-Napoca, Romania*
**e-mail: vladimir.todiras@gmail.com*

Summary. In this study we present the results of efficacy of plant extracts from Sophora (*Sophora flavescens*) and Neem (*Azadirachta indica*) in greenhouse pest control. Bioassays were performed on aphids and spider mites in order to compare the pesticidal activity of new preparative form and extracts from Sophora flavescens and NEEM-01 with that of the commercial biorational products Pelecol and MatrinBio. The extact NEEM- 01 at a dose of 10 l/ ha has potential as aphicide and acaricide, although in terms of efficacy in controlling aphids and mites it is different. NEEM-01 was quite effective against the aphid population compared to spider mites, which are more mobile, ceasing to feed on the treated leaf. A higher mortality of pests with higher biological efficacy of NEEM- 01 was achieved after two treatments with an interval of 10 days between them.

Keywords: aphids, spider mites, treatments, effectiveness.

Introducere

Agricultura ecologică constituie un mod de producţie care se caracterizează prin utilizarea de tehnici de cultivare a plantelor ce respectă echilibrul natural prin excluderea utilizării produselor chimice de sinteză, promovarea şi sporirea biodiversităţii, promovarea şi stimularea ciclurilor biologice şi limitarea utilizării de inputuri cu efecte adverse. Conceptul modern al agriculturii ecologice este îndreptat spre utilizarea produselor inofensive de protecţie a plantelor. Una dintre cele mai promiţătoare direcţii în acest sens este utilizarea preparatelor de origine naturală, substanţele active ale cărora sunt izolate din surse naturale, ceea ce permite să le calificăm drept biorațională - ca alternativă la pesticidele chimice sintetice [1]. Biopesticidele prezintă un risc minim pentru mediu, se descompun rapid, au reziduuri minime și sunt sigure pentru solicitant, ceea ce este în conformitate cu cerințele agriculturii ecologice [3, 6]. Drept pesticide împotriva insectelor dăunătoare se folosesc diferite extracte de plante, precum și uleiuri. Plantele reprezintă o sursă inepuizabilă și prețioasă de metaboliți secundari, care datorită activității lor biologice se utilizează pe larg în industria alimentară, farmaceutică și agrochimică. Dintre metaboliți secundari pot fi menționați uleiurile volatile și fixe, terpenele, alcaloizii etc. Anumite plante conțin compuși pe care îi folosesc pentru a se proteja împotriva dăunătorilor și această abilitate a fost explorată de cercetători într-un efort de a gestiona diferiți dăunători ai plantelor. Compușii din extracte de plante și uleiurile esențiale interferează, de asemenea, cu celulele receptorilor, ducând la funcționarea defectuoasă a sistemului nervos și la eșecul coordonării care duce la moartea insectei.

Produsele derivate din plante care au fost elaborate ca mijloace de protecție împotriva insectelor dăunătoare includ produse pe bază de extract de Soforă și ulei din semințe de Neem. Matrina este unul dintre cei mai semnificativi metaboliți secundari (alcaloid) ai speciei de plante *Sophora flavescens* Aiton (fam. *Fabaceae*). În prezent Matrine este cel mai utilizat produs pesticid pentru combaterea insectelor și a acarienilor [4, 5]. Extractul de Neem (*Azadirachta indica* L.) este un alt produs care este folosit ca alternativă pentru combaterea dăunătorilor de insecte și acarieni.

Ingredientul său activ major (*azadirachtină*) poate provoca mai multe efecte negative asupra artropodelor, cum ar fi inhibarea hrănirii, repelența, scăderea ovipoziției, fertilitatea și fecunditatea redusă, modificările comportamentului și creșterea mortalității. S-a demonstrat că produsele pe bază de Neem provoacă efecte dăunătoare și asupra mai multor specii de acarieni [1, 4]. Astfel, având în vedere că fitochimicalele extrase din *S. flavescens* sau *A. indica* (*Sapindales: Meliaceae*), cum ar fi matrina sau azadirachtina, pot fi utilizate în valitate de pesticide. Calitatea extractelor depinde și de metoda de extracție utilizată [1]. În timpul formulării, uneori este dificil să obții proporțiile corecte ale ingredientelor active și inerte necesare. Cercetările privind elaborarea biopesticidelor au fost efectuate cu scopul de a le utiliza în agricultura ecologică ca alternativă a pesticidelor sintetice.

Obiectivul cercetărilor a fost evaluraea eficacitații extractelor din planta *S. flavenscens* și formulației noi de Neem *(A.indica*) pentru controlul densității numerice a populațiilor de acarieni (*Tetranychus urticae* Koch) și păduchi (*Aphis gossypi*) la culturile de tomate și castraveţi în spațiul protejat.

Materiale și metode

Combaterea dăunătorilor la tomate și castraveți din seră a fost bazată pe cunoaşterea exactă a speciilor şi a ariei de răspândire a lor. Datele necesare a acestei acţiuni s-au obţinut prin controlul fitosanitar, care a fost efectuat sistematic în cursul perioadei de vegetaţie stabilind densitatea populaţiei şi intensitatea atacului. Densitatea numerică a fost exprimată prin numărul mediu de indivizi al unui dăunător pe unitatea de control. Pentru dăunătorii spaţiului protejat prezenţa dăunătorilor şi densitatea numerică a fost determinată prin aplicarea capcanei universale cu feromon sexual, lumină ultravioletă, plăci adezive colorate şi metoda sondajelor. Avantajul metodei de sondaje este că a permis stabilirea exactă atât a frecvenţei, cât şi a intensităţii atacului. Sondajele au fost efectuate pe loc, iar probele de plante atacate au fost recoltate şi analizate în laborator. Cu ajutorul metodelor de sondaje a mai fost efectuată și analiza probelor de pe frunze, flori şi fructe de pe diferite nivele ale plantelor.

Studiile de evaluare a produsului elaborat pe baza uleiului de neem (*Azadirahtina indica*) au fost efectuate în sera experimentală a IGFPP la castraveţi. Ca etalon au servit Pelecol EO și MatrinBio. Aceste preparate conţin componenţi admişi pentru agricultura ecologică, deoarece sunt obţinute în baza extractelor din plantă (*S. flavescens*) şi esterilor acizilor graşi ai uleiurilor vegetale. Ca obiecte de cercetare au servit două specii de dăunători (*Aphis gissypii, Tetranychus urticae*). Schema experienţei pentru fiecare dăunător a inclus patru variante: două variante cu produsul testat în două doze, o variantă cu preparatul etalon şi o variantă fără tratare – martor. Fiecare variantă a avut câte patru repetări [1, 2].

Variantele au fost amplasate compact într-o seră cu o suprafaţă de 25 m^2. Parcelele experimentale au fost amplasate conform metodei blocurilor randomizate. În perioada de vegetaţie s-au efectuat 2 tratamente. Termenul de tratate s-a determinat în funcţie de particularităţile biologice, densitatea numerică şi gradul de răspândire a dăunătorilor. Eficacitatea tratamentelor a fost determinată în baza datelor obţinute la evidenţele efectuate înainte de aplicare a tratamentului, peste 24 ore, la a 3-a și a 7-a zi după tratament [1, 2]. Calculul eficacității biologice s-a efectuat după formula lui Henderson & Tilton.

Principalii indicatori ai eficienţei economice la testarea preparatelor în combaterea dăunătorilor la tomate din seră au fost următorii parametrii: reducerea numărului organismelor dăunătoare şi gradul de afectare a tomatelor, în raport cu martorul netratat.

Una dintre substanțele active din rădăcină de *S. flavenscens* este matrina, care are proprietăți de insecticid natural și este utilizat pe larg în agricultura ecologică în toată lumea pentru protecția culturilor legumicule în spațiile protejate. În urma tratării a plantelor cu această substanță activă, este paralizat sistemul nervos al insectelor, apoi are loc coagularea proteinelor care duce spre sufocare și mor [4, 5]. Formula moleculară: $C_{15}H_{24}N_2O$ masa molara: 248,36 g/mol, se poate referi la: Matrine. Morforex sau N-morfolinoetilamfetamina.

Matrina are o varietate de efecte farmacologice, inclusiv efecte anti-cancer, precum și agonismul receptorilor κ-opioid și μ-opioid. Matrina posedă activități antitumorale puternice *in*

vitro și *in vivo*. Inhibarea proliferării celulare și inducerea apoptozei sunt mecanismele probabile responsabile pentru activitățile antitumorale ale matrinei. Matrina este o componentă a plantei medicinale tradiționale chinezești *S. flavescens* Ait. [6, 8].

Matrina și compusul înrudit oximatrina au un efect anti-hrănire împotriva termitelor subterane formosan. În plus, acționează ca un nematicid împotriva nematodului lemnului de pin care provoacă ofilirea pinului, precum și a nematozilor patogeni care vizează oamenii.

Planta *S. flavescens* nu este nativă pentru Republica Moldova. Pe parcursul a cinci ani a fost formată o colecție a speciei date și a fost elaborată metoda de extarere a substanțelor biologic active. În figura 1 sunt prezentate imaginile probelor utilizate pentu analize.

a  b  c  d 

Figura 1. Aspecte ale diferitelor părți de *Sophora flvavescens*: a - plante; b – floare; c – păstăi; d - rădăcină

Rezultate și discuții

Pentru aprecierea eficacității extractelor vegetale din sofora (*Sophora flavescens*) și neem (*Azadirachta indica*) în combaterea dăunătorilor primul tratament încombaterea păduchelui verde a fost aplicat pe data de 11.06.22 la evidenţa efectuată înainte de stropire pe plantele model au fost înregistraţi în medie cîte 20 dăunători pe frunză. Aplicarea tratamentului a contribuit la mortalitatea, în primul rând, fazelor mobile ale dăunătorului atît pe plantele din variantele preparatelor testate, cât şi la cele din variant etalon. Evaluând datele obţinute după primul tratament s-a observat micşorarea numărului de dăunători în raport cu martorul netratat.

Tabelul 1

Eficacitatea biologică a extractului din *Sophora flavenscens* la tomate în condiții de câmp protejat

Variante	Nr. de repetări	Densitatea numerică medie a păduchelui verde pe o frunză			Eficacitatea biologică %
		până la tratare	În zilele de evidenţă		
			3	7	
Sophora flavescens - 10 l/h	1	25,00	3,00	4,00	
	2	15,00	4,00	8,00	86%
	3	21,00	4,00	9,00	
	Med.	20,33	3,66	7,00	
Etalon, Pelecol -0,8 l/h	1	23,00	3,00	3,00	
	2	18,00	2,00	6,00	94%
	3	19,00	3,00	5,00	
	Med.	20,00	2,67	4,66	
Martor	1	23,00	28	38	
	2	19,00	30	31	
	3	16,00	29	35	
	Med.	19,00	29	41,33	
DEM 05			5,62		

Evaluând datele obţinute după tratament înpotriva păduchelui verde s-a observat micşorarea numărului de dăunători în raport cu martorul netratat. Astfel eficacitatea biologică a extractului din

Sophora flavenscens, in medie a fost de 86%, la varianta *Etalon (Pelecol–0,8l/ha*) a fost de 94%. Din aceste date rezultă, ca tratarea plantelor de tomate cu extractul din plantă *Sofhora flavenscens* în spațiile protejate reduce esențial răspîndirea dăunătorului.

Tabelul 2

Eficacitatea biologică a produsului NEEM-01 în combaterea acarienilor la castraveţi, Sera experimentală a IGFPP, 2021

Variante	Eficacitatea biologică după primul tratament, % / zi				Eficacitatea biologică după al 2-leal tratament, % / zi				Eficacitate biologică medie, %
	24 ore	3 zile	5 zile	7 zile	24 ore	3 zile	5 zile	7 zile	
NEEM-O1 - 8,0 l/ha	29.84	53.21	71.67	63.67	35.00	69.26	77.67	70.44	58.85
NEEM-O1 - 10,0 l/ha	39.36	62.25	78.94	73.01	45.83	78.41	85.33	78.15	67.66
Etalon, MatrinBio - 1,5 kg/ha	85.38	74.93	89.90	89.12	87.35	86.14	89.64	89.10	88.06
DEM_{05}									10,04

De asemenea produsul NEEM-01, în doze de 8,0 l/ha şi 10,0 l/ha, a fost testat și împotriva acarienilor. Ca etalon a servit preparatul MatrinBio utilizat în producere. MatrinBio este insecticid ecologic de combatere a dăunătorilor, bazat pe extrasul din boabe de sofora (*Sophora flavoescens),* are acţiune intestinală şi de contact.

Produsele bioraţionale Pelecol EO și MatrinBio testate ca etalon la fel, au manifestat un randament ridicat în combaterea acarienilor şi păduchilor la castraveţi în spaţiul protejat. Pe parcursul studiului în combaterea acarienilor la castraveți s-a observat că MatrinBio, folosit ca etalon, a înregistrat cea mai bună eficacitate biologică, comparativ cu NEEM- 01, pe parcursul ambelor tratamente.

S-a constatat că produsul NEEM-01 în combaterea acarienilor are o eficacitate biologică puțin mai scăzută decât în combaterea păduchilor, totuși produsul a înregistrat rezultate bune începând din a 3-a zi de evidență. Astfel NEEM-01 în doza de 10 l/ha, după primul tratamen la a 3-a zi a constituit 62,25%, iar la al 2-lea tratament de 78,41%. Cea mai mare eficacitate a fost în a 5-a zi de evidență, NEEM01 de 10,0 l/ha fiind egală cu 78,94% după primul tratament și 85,33% - după două tratamente. Produsul NEEM-01 a fost destul de eficient împotriva populației de afide comparativ cu cea a acarienilor, aceștea fiind mai mobili, încetând să se hrănească cu frunza tratată. O mortalitate mai intensă a dăunătorilor cu eficacitatea biologică mai înaltă a produsului NEEM- 01 a fost atinsă după două tratamente cu intervalul de 10 zile între ele.

Concluzii

Evaluând datele obţinute după tratament înpotriva păduchelui verde s-a observat ca tratarea plantelor de tomate cu extractul din plantă *Sofhora flavenscens* în spațiile protejate reduce răspîndirea dăunătorului.

Produsul NEEM-01 elaborat pe bază uleiului de neem reprezintă o alternativă viabilă pentru controlul dăunătorilor pe plantele de castraveți în spațiu protejat. Produsul NEEM- 01 testat a fost destul de eficient în suprimarea abundenței de păduchi, dar nu a acționat totalmente ca un agent de respingere, înhibând hrănirea pe o perioadă de cinci-șapte zile ne fiind capabil să inhibe complet consumul de plante.

Produsul NEEM-01 în doza 10,0 l/ha prezintă potențial ca aficid și acaricid, deși în ceea ce privește eficacitatea în combaterea afidelor și acarienilor ea este diferită. Sunt necesare cercetări suplimentare privind elaborarea formelor preparative a prodeuselor elaborate.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011103 „*Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cecetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice si biologice de protecţie a plantelor de dăunători, boli şi buruieni în Republica Moldova. Centrul de Stat pentru Atestarea produselor Chimice şi Biologice de Protecţie şi Stimulare a Creşterii Plantelor. Chişinău: F.E.P. Tipografia Centrală, 2002. 286 p.
2. Gușan, A.; Popa A.; Tretiacova T.; Todiraș, V.; Savranschii, D.; Gladcaia A. Biological efficacy of the Neem oil for the control of *Aphidae* populations. In: International Journal of Advanced Research; 2022, 10 (09), pp.848-852 (IF: 7,08). ISSN 2320-5407. Doi: 10.21474/IJAR01/15430.
3. Geraldin M. W. Lengai, James W. Muthomi. Biopesticides and Their role in sustainable agricultural production. Journal of Biosciences and Medicines. 2018, vol.6, no. 6, pp.7-41.
4. Rincón, R. A.; Rodríguez, D.; Coy-Barrera, E. Botanicals against *Tetranychus urticae* Koch under laboratory conditions: A survey of alternatives for controlling pest mites. J. Plants (Basel). 2019 Aug; 8(8): 272. Published *online* 2019 Aug 7. doi: 10.3390/plants8080272
5. Oguhm, C. E.; Okpakam, C. O.; Ubani, C. S. et al. Natural Pesticides (Biopesticides) and Uses in Pest Management - A Critical Review. Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering. 2019, no. 2(3), pp. 1-18. *Article no.AJBGE.53356.*
6. Sanaa, S.Abbas; Alaa, J. Subaih; Yahya, A. Saleh. The Effects of biological and chemical agents on the management of main pests in tomato plant. Al-Quadisyah Journal For Agricultural Sciences (QJAS) ISSN:2618-1479. 2020, pp.325-334.
7. Augusto Ramírez-Godoy ; María del Pilar Vera-Hoyos ; et.al. Evaluation of three commercial biopesticides for the reduction of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) Populations. J. HortScience horts. 2018, vol.53 (10); pp.1453-1460. https://doi.org/10.21273/HORTSCI13349.
8. Saleem, M.; Batool, T.S.; Akbar, M.F. et al. Efficiency of botanical pesticides against some pests infesting hydroponic cucumber, cultivated under greenhouse conditions. In: *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2019.

UDC: 632.9:581.543 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.131

UTILIZAREA SISTEMULUI DE CLASIFICARE *BIOCLASS* PENTRU PROGNOZA FENOLOGICĂ

Todiraș Vladimir*, *https://orcid.org/0009-0002-4965-6572*
Tretiacova Tatiana, *https://orcid.org/0009-0008-6766-5652*
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
**e-mail: vladimir.todiras@gmail.com*

Summary. This study aims to evaluate opportunities to use the online classification system *BioClass* for elaboration of phenological prognoses. Information from pest models can be used to simulate and predict the intensity and potential pest threat. Interactions among microclimate components on codling moth (*Cydia pomonella L.*) using GIS technologies was studied. The precision of beginning of the continuous flight of apple coddling moth and the calendar date for the first and second treatment in the orchards with a high and medium density of the pest were calculated. *BioClass* is a GIS tool designed to solve multiple-criteria classification and optimization problems. For decisions support, an online version of the *Phenological Forecast and Solutions module* was developed and is located on http://www.ecobionet.com/GISModele.aspx. Opportunities to use the *BioClass* program for agricultural heritage assessment were analyzed. The results confirmed that the *BioClass* classification system can be used for the online phenological modellings at household, region, country level and to provide farmers' consultation centers and forecasting stations with precise information for phytosanitary risk assessment.

Keywords: pest, phenology, simulation models, decision making.

Introducere

Producătorii agricoli în ultimele decade au apreciat avantajele noilor tehnologii, inclusiv tehnologiilor informaţionale, care ajută la precizarea luării deciziilor de management şi îmbunătăţirea eficacităţii economice a operaţiilor tehnologice. Tehnologiile informaţionale vor optimiza procesul de luare a deciziilor, reieşind din necesităţile producătorului de management specific conform necesităţilor [1, 2]. Fenologia este studiul fenomenelor biologice recurente și al relației lor cu vremea. Migrația păsărilor, înflorirea florilor sălbatice și a copacilor și aspectul sezonier al insectelor sunt exemple de evenimente fenologice care au fost înregistrate de secole. Plantele înfloresc mai devreme în primăvara caldă. De asemenea, insectele apar mai devreme când este cald decât în anotimpurile mai reci.

Deoarece dezvoltarea atât a plantelor, cât și a insectelor depinde de temperatură, plantele pot urmări cu exactitate factorii de mediu care determină momentul în care insectele sunt active. Din acest motiv, fenologia plantelor poate fi folosită pentru a prezice apariția insectelor. Plantele înfloresc și insectele apar practic în aceeași ordine în fiecare an, indiferent de vremea aceea a avut loc iarna sau primăvara. Prin urmare, secvența de înflorire a plantelor poate fi folosită ca un calendar biologic pentru a prezice activitatea insectelor și pentru a cronometra alte practici de grădinărit care depind de un anumit stadiu al dezvoltării plantelor, cum ar fi înmulțirea sau controlul buruienilor [3, 4]. Sunt prezentate metodele de calculare a gradelor-zi și modul în care acestea sunt utile pentru predicția fenologiei plantelor față de activitatea insectelor.

Dezvoltarea dăunătorilor este o funcție a interacțiunilor dintre componentele sistemului agricol. Acest studiu își propune să evalueze oportunitățile de utilizare a sistemului de clasificare on-line *BioClass* pentru prognoza fenologică. *BioClass* este un instrument GIS conceput pentru a rezolva probleme de clasificare şi optimizare cu criterii multiple. Scopul *BioClass* este de a introduce progrese în procesul decizional multi-obiectiv pentru problemele din lumea reală. Factorii abiotici au o influenţă semnificativă asupra agenţilor patogeni şi dăunătorilor cît şi a plantelor dăunate de ele. În legătură cu acest fapt este absolut necesară estimarea condiţiilor de mediu în teritorii concrete. Acest sistem combină capacităţile unui sistem de calculator, sistem automat de

cartografiere, sistem de management a informaţiei, analiză a datelor şi sistem de modelare în conformitate cu conceptul Agriculturii de Precizie.

Obiective: Acest studiu își propune evaluarea oportunităților de utilizare a sistemului de clasificare on-line *BioClass* pentru prognoza fenologică.

Materiale și metode

Metodologia utilizată în această analiză, rezolvă o problemă dificilă a combinării timpului, spaţiului şi a variabilelor climatice pentru a efectua evaluări complexe în dependinţă configuraţia geografică. Baza de date digitală, ce constă din diferite straturi informaţionale, poate fi utilizată pentru monitorizarea proceselor de dezvoltare a organismelor dăunătoare şi culturilor agricole. În programul *BioClass* poate fi creată o bază de date tematică digitală. Straturile informaţionale de date spaţiale sunt suprapuse, integrate, combinate cu unele straturi de date non-spaţiale şi analizate cu ajutorul modelului potrivit. Sistemul este utilizat la fel ca un mijloc de modelare sau reflectare a unui set de date (numărul insectelor, date climatice) şi pentru a prezenta spaţial rezultatele în formă de hărţii. Prognozele specifice unui loc sunt create prin transformarea datelor meteo de scară medie la o scară spaţială mai mare prin interpolarea măsurărilor din câmp, extrapolarea lor prin utilizarea modelelor atmosferice şi ajustarea datelor extrapolate la datele digitale ale terenului [3, 4].

Pentru construcţia modelelor spaţiale s-a utilizat programul de calculator *BioClass*, care permite integrarea tehnologiei Sisteme Informaționale geografice (GIS) în baza teoriei mulţimilor vagi (*fuzzy logic*). Prin metoda de interpolare *Kriging* au fost construite hărţi ale sumei temperaturilor active şi efective (STE). S-a elaborat prognoza pentru un teren de livadă concret în baza modelului de dezvoltare a viermelui mărului luând în consideraţie influenţa reliefului. În programul *BioClass* poate fi creată o bază de date tematică digitală. Sistemul este utilizat la fel ca un mijloc de modelare sau reflectare a unui set de date (numărul insectelor, date climatice) şi pentru a prezenta spaţial rezultatele în formă de hărţii. Pentru suportul deciziilor a fost elaborată o versiune online a modulului *Prognoza fenologică și soluții* si amplasată pe adresa http://www.ecobionet.com/GISModele.aspx.

Rezultate și discuții

Prognoza fenologică este necesară în calitate de argumentare ştiinţifică pentru planificarea strategică, asigurarea informaţională a pronosticului şi avertizărilor în agricultură. Modelul fenologic al viermelui mărului a fost elaborat în baza evaluării bazei de date pe parcursul a 14 ani consecutivi.

În figura 1 este prezentat modelul pentru anul 2019. Viermele merelor în a.2019 a avut 3 generaţii pline. Biofix(3) - 07.08.19. A avut loc ecloziunea ouălor şi apariția larvelor de 85-90%, din care 38% larve până pe 30.09.19 au reuşit să se dezvolte complet (STE=1785°-zi). Astfel, fiecare insectă are nevoie de o anumită sumă de acumulare a temperaturilor ca să atingă o etapă de dezvoltare, cum sunt depunerea ouălor, ecloziunea din ou, zborul adulților.

Rezultatele cercetărilor au demonstrat, că în teren există diferenţe microclimaterice esenţiale. Aşa, de exemplu, în perioada de iarnă diferenţa de temperatură a aerului în unele zile atingea cota de 8 °C, când temperatura aerului pe panta de sud a livezii de măr era de -1°C, în terenul cu expoziţie nordică ea era de -8,5°C. În perioada de vegetaţie diferenţa de temperatură a aerului după forma de relief varia de la 2°C până la 6°C.

Pentru modelare spațială, hărțile sumei temperaturilor active și efective au fost construite prin metoda de interpolare *Kriging*. Programul *BioClass* poate fi utilizat pentru clasificarea agro-ecologica a teritoriului la nivel de gospodărie, regiune, ţară și pentru estimarea vulnerabilităţii speciilor si culturilor agricole la condițiile nefavorabile de mediu [4]. Tehnologia GIS a fost folosită pentru a identifica microzonele cu risc diferit de a dezvolta organisme dăunătoare și pentru a dezvolta modele și metode de prognoză a bolilor și dăunătorilor.

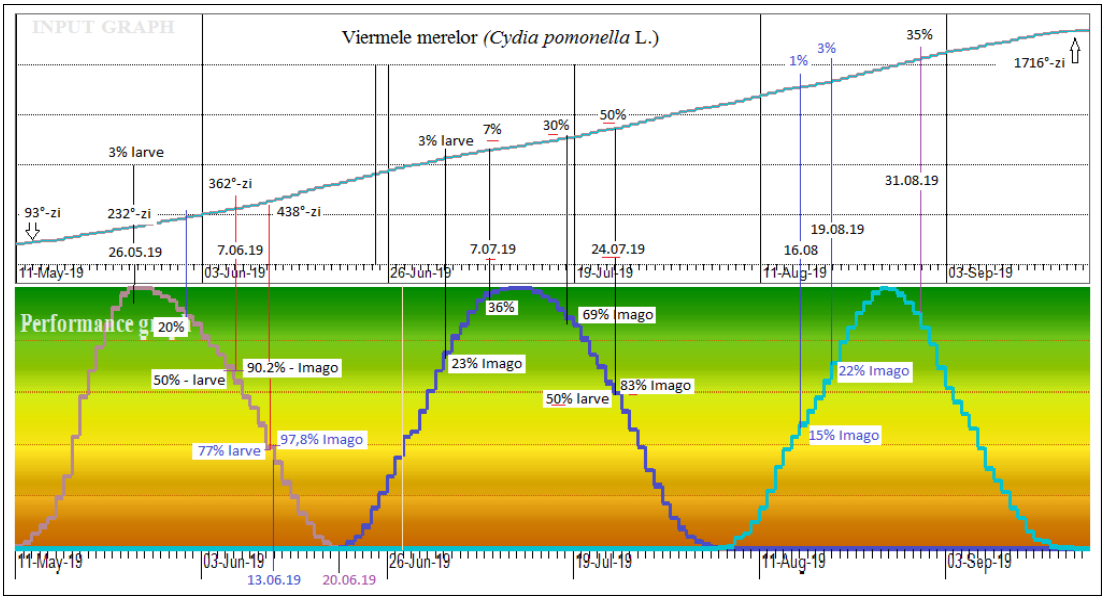


Figura 1. Modelul de dezvoltare a viermelui merelor (*Cydia pomonella* L.) în anul 2019

În figura 2 este prezentat modelul fenologic al dezvoltării viermelui mărului (*C. pomonella*). În model sunt incluse trei generații ale dăunătorului și dezvoltarea lui în dependență de suma temperaturilor efective (STE) acumulate.

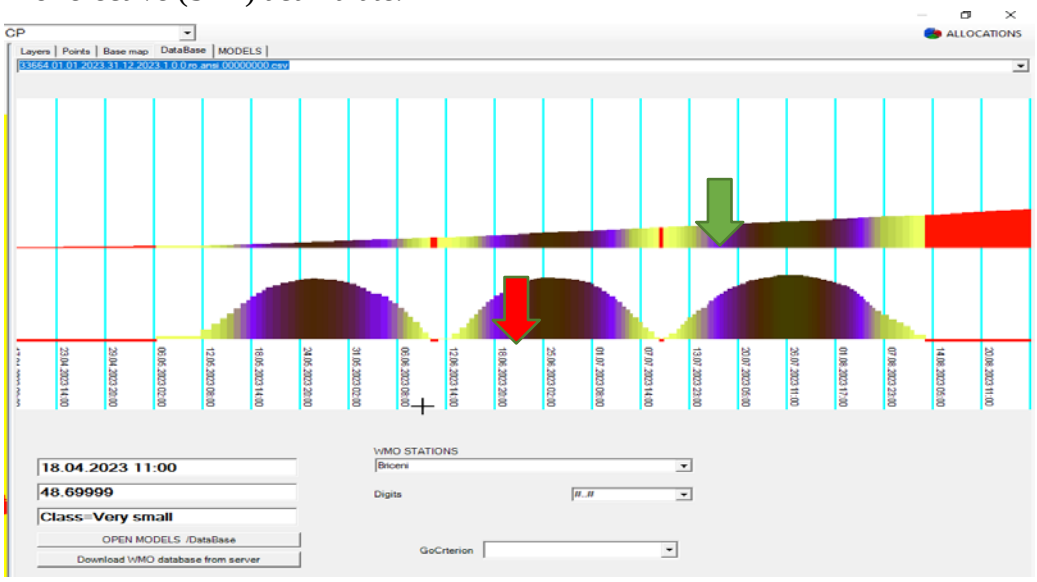


Figura 2. Modelul fenologic al viermelui mărului (*Cydia pomonella*). Săgeata verde-acumularea sumei temperaturilor efective (STE), Săgeata roșie - generațiile dăunătorului, anul 2023, Programul *BioClass*

În figura 3 este prezentat modelul spațio-temporal al viermelui mărului implementat în Sistemul informațional online de protecție integrată a plantelor http://www.ecobionet.com/GISModele.aspx.

Repartizarea spațială a dăinătorului viermele mărului (*C. pomonella*) a fost studiată în baza monitorizării capcanelor și a construirii modelului spațio-temporal. Hărțile de răspândire pentru acest dăunător au fost construite prin metoda *Kriging* de interpolare în programul de calculator *BioClass* **(**Fig. 4). Pe de altă parte, tratamentele sunt justificate doar odată ce populația unei insecte dăunătoare atinge un anumit nivel. Soluțiile de combatere a organismelor dăunătoare se iau în baza pragurilor economice de daunare (http://www.ecobionet.com/Ped.aspx).

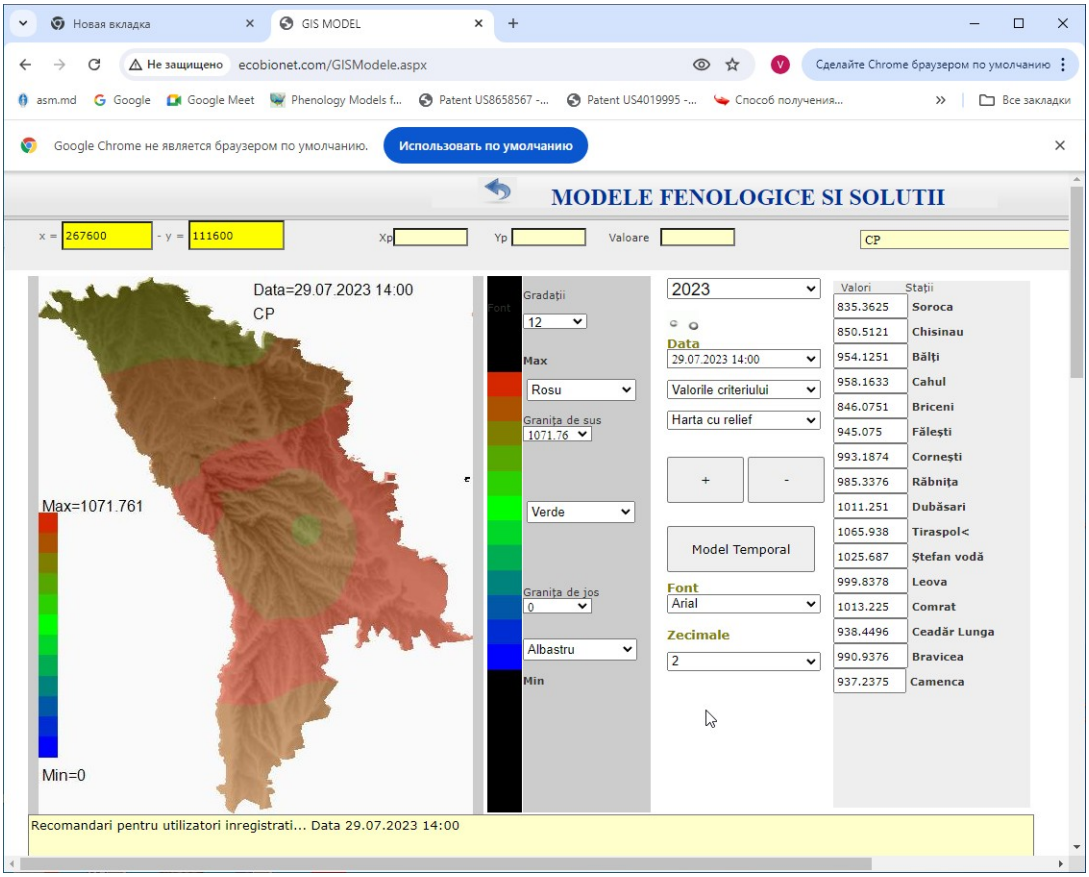


Figura 3. Modelul fenologic al viermelui mărului (*C. pomonella*) bazat pe acumularea sumei temperaturilor efective pentru întreg teritoriul Republicii Moldova

Hărţile digitale ale temperaturilor efective au fost utilizate de asemenea pentru prognoza fenologică şi elaborarea recomandărilor de efectuare a tratamentelor pentru combaterea viermelui mărului. S-a calculat precizia începutului zborului continuu a masculilor viermelui mărului şi data calendaristică pentru efectuarea primului şi al doilea tratament în livezile cu o densitate mare şi medie a dăunătorului.

Astfel, la densitatea numerică medie a dăunătorului (5-10 masculi/capcană/săptămână) au fost elaborate următoarele recomandări de efectuare a măsurilor de protecţie:

În combaterea *C. pomonella* din I generaţie:

I-ul tratament - în combaterea imago (vârful zborului) şi începutul de ecloziune a larvelor (3%), STE egală cu 232°C-zi după *Biofix*, cu preparate de contact şi sistemice;

al 2-lea tratament – la ecloziune de 45-49% şi zborul de 88-90%, STE 349-360°C-zi după *Biofix*, cu preparate biologice.

În combaterea *C. pomonella* din a 2-a generaţie:

I-ul tratament - în combaterea imago (20-36%) şi larvelor (ecloziune de 3-7%), STE egală cu 760-793°C-zi după *Biofix*);

al 2-lea tratament – la ecloziune de 50-60% şi zborul imago de 83-88%, STE 971-1004°C-zi după *Biofix*

În combaterea *C. pomonella* din a 3-a generaţie - La soiuri tardive

Un tratament în combaterea imago (zborul 20-22%) şi începutul de ecloziune a larvelor (2,5-3%), STE egală cu 1318-1327°C-zi după *Biofix*.

Precizia modelului de prognoză pentru diferite sectoare a fost de 1–3 zile.

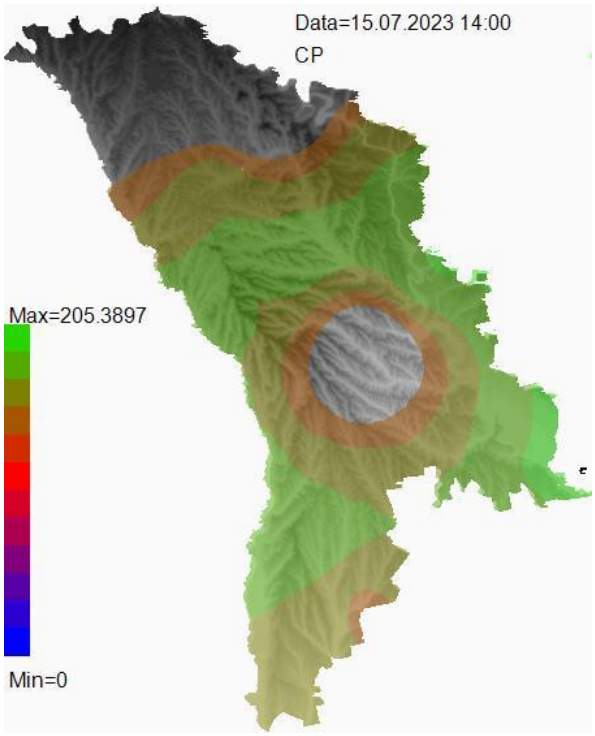


Figura 4. Repartizarea în spațiu a viermelui mărului (*C. pomonella*). Modelul fenologic, Programul *BioClass*

Concluzii

Analiza efectuată mai sus demonstrează, că utilizarea tehnologiilor geospaţiale şi informaţionale asigură implementa în agricultură a managementului specific locului dat conform conceptului Agriculturii de Precizie. Un sistem ajustat de calculator de tipul *BioClass* poate asigura centrele de consultaţie a fermierilor şi staţiile de prognoză cu informaţie precisă pentru evaluarea stării fitosanitare. Programul *BioClass* poate fi utilizat pentru prognoze fenologice la nivel de gospodărie, regiune, ţară și pentru estimarea vulnerabilităţii speciilor si culturilor agricole la condiţiile nefavorabile de mediu.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011103 *„Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”,* finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Palmer R.G. How Expert system can improve crop production. Agricultural engineering. 1986. Vol. 67. pp.29-39.
2. Precision Agriculture in the 21st Century. Committee on Assessing Crop Yield: Site-Specific Farming, Information Systems, and Research Opportunities. National Academy Press. Washington. D.C. 1997.
3. Todiraş V. Utilizarea sistemelor expert în agricultură-starea actuală şi perspective. Protecţia mediului înconjurător în Moldova şi experienţa Statelor Unite ale Americii. Chişinău, 1998. pp.124-130.
4. Todiraş V. Modelarea impactului schimbărilor climatice la nivel regional. Schimbarea climei: Cercetări, studii, soluţii. Chişinău. 2000. pp.173-177.

UDC: 632.937.32 + 579.64 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.132

BENEFICIILE FENOMENELOR SINERGICE ÎN PROTECȚIA PLANTELOR CU APLICAREA PREPARATELOR BIOLOGICE

Voloșciuc Leonid*, Șcerbacova Tatiana, Stîngaci Aurelia, Pînzaru Boris, Samoilova Anna, Harciuc Oleg, Zavtoni Pantelimon, Lungu Aandrei, Crucean Ștefan, Curiev Loredana, Chistol Marela

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova

https://orcid.org/0000-0002-7475-4310, e-mail: leonid.volosciuc@usm.md

Summary. The biological protection of plants through various ecological approaches, the significant diversity of the means used (entomophagous organisms, biological preparations, biologically active substances) and their high biological and economic effectiveness, managed to attract substantial attention and gained a high degree of recognition both among the specialists of highly qualified, as well as agricultural producers, regardless of the form of ownership. The effectiveness of applied biological approaches and methods is also increased against the background of the increasing impact of pesticide media and the need to solve ecological problems. On the path to increasing economic efficiency, we have established the benefits of the simultaneous use of two or more biological means.

Keywords: Biological preparations, Ecology, Ecological agriculture, Plant protection, Synergism.

Introducere

Pornind de la ritmul exponențial al evoluției populației globale și perspectivele atingerii a 9,2 miliarde de persoane în 2050, actualmente omenirea prin centrele științifice recunoscute abordează și se află pe calea soluționării problemelor ecologice dificile din agricultură și asigurarea securității alimentare și siguranței alimentelor [1], argumentând în acest sens implementarea largă a protecției biologice a plantelor în agricultura convențională și noile tipuri de agricultură [2].

În eforturile de reducere a dependențelor de practici nesustenabile și potențial dăunătoare, controlul biologic a fost formulat ca un sistem de protecție a plantelor, în care utilizarea pesticidelor sintetice este înlocuită cu utilizarea mijloacelor ecologic inofensive reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare [3, 4]. Abordarea a fost adoptată la nivel mondial și multe studii au evidențiat eficacitatea acesteia împotriva diferiților dăunători în diferite climate de pe glob [5, 6]. Deși au fost înregistrate rezultate semnificative în protecția biologică a plantelor, totuși combaterea chimică rămâne cel mai frecvent aplicată în obținerea producției fitotehnice [7].

Practica utilizării doar a unei metode de control biologic, deși înregistrează rezultate în combaterea unui organism dăunător și rămâne abordarea cea mai studiată, totuși, pornind de la diversitatea mare atât a agenților fitosanitari, cât și a entităților biologice din componența agroecosistemelor, determină necesitarea aplicării simultane a diferitelor metode, care dispun de un potențial mai mare pentru combaterea agenților de dăunare [8]. Anvergura redusă a studiilor bazate pe integrarea diferitor metode de protecție biologică este determinat de complexitatea analizei și numărul mare a factorilor naturali de influență. Cele mai frecvente studii sunt orientate la utilizarea complexă a diferitor organisme utile, îndeosebi aplicarea a doi agenți de control biologic diferiți concomitent [9] sau a agenților microbiologici concomitent cu diferiți factori abiotici naturali. Majoritatea studiilor au constatat că o abordare combinată îmbunătățește eficacitatea combaterii organismelor dăunătoare, ceea ce deschide capacități potențiale de completare a pârghiilor eficiente de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare și demonstrează necesitatea stabilirii și utilizării beneficiilor fenomenelor sinergice în protecția plantelor cu aplicarea mijloacelor ecologic inofensive.

Materiale şi metode

Pe calea înregistrării şi analizei rezultatelor eficiente de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare mijloacelor au fost aplicate diverse abordări, inclusiv a doctrinelor aplicate în diferite științe. Dintre acestea rezultate semnificative au fost înregistrate la aplicarea holismului, și sinergiei. Holismul, ca doctrina integrității lumii, abordează toate elementele sale, natura vie și neînsuflețită, ca părți conectate într-un singur sistem mare – Universul. Sinergia reprezintă o acțiune comună pentru atingerea unui obiectiv comun, bazată pe principiul că întregul este mai mult decât suma părților sale, iar rezultatul total depășește suma factorilor săi constitutivi. Sinergetica, ca teorie a sistemelor complexe este o ramură interdisciplinară a științei care studiază modelele generale ale fenomenelor şi proceselor în sisteme complexe de non-echilibru (fizice, chimice, biologice, ecologice) pe baza principiilor lor inerente de auto-organizare [10].

Identificarea și determinarea particularităților biologice a fost efectuată în conformitate cu indicațiile metodice de cercetare a grupelor principale de microorganisme, care au stat la baza preparatelor omologate [11]. Determinarea activității biologice în condiții de laborator și de producere a fost efectuată conform metodelor descrise de către organele decizionale [12]. Testarea în condiţii de laborator şi în câmpul de experienţă a fost efectuată în 4 repetiții, randomizate respectiv, în conformitate cu cerinţele generale ale experienţelor de acest gen [13].

Rezultate și discuții

Relațiile dintre diferite entități ai virusurilor entomopatogene

În condițiile naturale insectele fitofage sunt atacate cel mai frecvent cu diverse infecții mixte, constituite din doi sau mai mulți agenți entomopatogeni. Cel mai frecvent acestea sunt constituite din diverse entități ale virusurilor entomopatogene, îndeosebi ai virusului poliedrozei nucleare (VPN) cu virusul granulozei, dar și VPN cu virusul poliedrozei citoplasmatice. Cercetările electronomicroscopice au demonstrat că aplicarea cu succes a insecticidelor baculovirale poate fi asigurată doar la cunoaşterea profundă a stării populaţiilor de insecte şi a prezenţei agenţilor de natură virală în componenţa lor, ceea ce a determinat necesitatea cunoașterii nu numai a prezenţei virusurilor entomopatogene, ci şi acţiunea tipului patogenului, relațiilor dintre agenții entomopatogeni şi ecologici, care determină declanşarea epizootiilor artificiale şi asigură un anumit nivel al eficienţei biologice şi economice în aplicarea baculovirusurilor (figura).

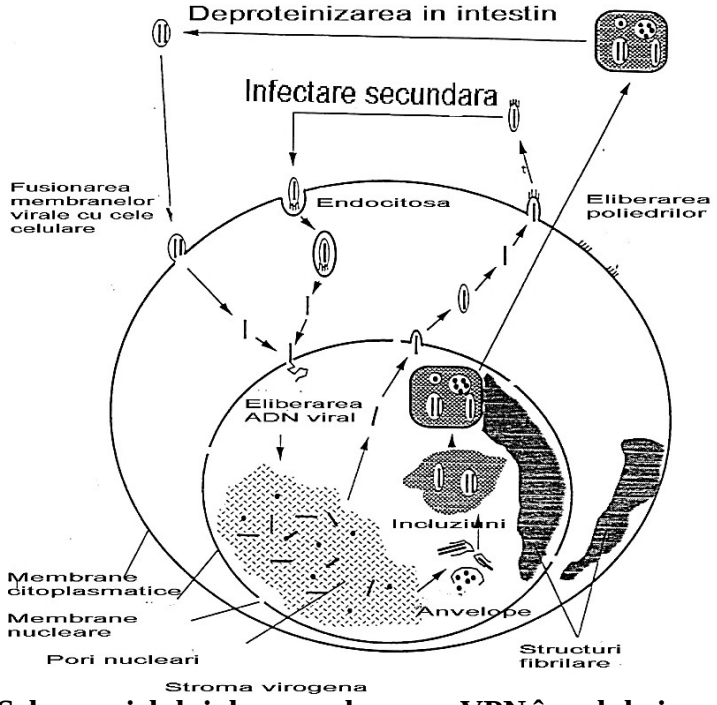


Figura 1. Schema ciclului de reproducere a VPN în celula insectelor lepidoptere

Investigaţiile profunde a relaţiilor dintre diferite tipuri de virusuri au demonstrat prezenţa a mai multor tipuri de interacţiune. La infectarea insectelor cu virusuri ce conţin acelaşi tip de acid nucleic se înregistrează fenomenul de sinergism, care se manifestă prin sporirea puternică a efectelor biologice în cadrul infecţiilor mixte. În acelaşi mod a fost demonstrat şi efectul de interferenţă, care se manifestă prin reducerea eficienţei biologice în cadrul infecţiilor virale mixte.

Asigurarea eficienţei biologice şi economice în folosirea insecticidelor baculovirotice în mare măsură depinde de gradul elaborării tehnologiilor de aplicare a lor. Deşi această constatare pare axiomatică, totuşi timp îndelungat se considera că preparatele virale pot fi aplicate în conformitate cu tehnologiile de aplicare a pesticidelor. Au fost determinate cerinţele principale în elaborarea formelor preparative de insecticide baculovirotice, regulile de pregătire a suspensiilor de lucru, termenele optimale de efectuare a tratamentelor şi posibilitatea amestecării lor în scopul formării preparatelor mixte. Un rol aparte revine acțiunii factorilor mediului şi determinării condițiilor optimale de aplicare a preparatelor virale. Deşi în aplicarea insecticidelor baculovirotice au fost efectuate numeroase investigaţii, ce au permis determinarea cerinţelor principiale pentru utilizarea raţională a lor în combaterea insectelor dăunătoare, totuşi în acest domeniu mai persistă un şir de probleme, ce ţin de determinarea rolului şi locului preparatelor virale în sistemele de protecţie integrată a plantelor. Aceasta devine şi mai actual în condiţiile absenţei fundamentării teoretice a acestor sisteme.

Aplicarea metodei electronomicroscopice ne-a permis stabilirea gamei infecțiilor entomopatogene virale și a tipului genomului patogenilor, ceea ce sporește posibilitatea dirijării procesului patogenic în vederea sporirii eficienței virusurilor folosite în protecția microbiologică a plantelor. Constituirea bazei informaționale privind diversitatea virusurilor entomopatogene a 19 specii de insecte dăunătoare servește în calitate de suport teoretic și practic la aplicarea în sporirea eficacității biologice prin manifestarea efectelor sinergice și excluderea interferenței la aplicarea infecțiilor mixte [14].

Atingerea productivității agricole sporite poate fi realizată la aplicarea potențialului și creșterea randamentului culturilor agricole, precum și evitarea impactului organismelor dăunătoare prin aplicarea mijloacelor ecologic inofensive [11]. Implementarea preparatelor microbiologice asigură combaterea nu numai a insectelor dăunătoare, ci şi a agenţilor patogeni, care nu pot fi controlate eficient cu alte mijloace de protecţie biologică [12].

Deosebit de importantă este elaborarea preparatelor destinate pentru combaterea agenților patogeni ai bolilor și nematozilor fitopatogeni. În acest sens au fost elaborate diverse preparate constituite în bază de bacterii şi ciuperci antagoniste, asigurând un nivel înalt al eficacității biologice [7, 10]. Actualmente se înregistrează rezultate remarcabile în vederea elaborării și omologării în baza baculovirusurilor, a unor actinomicete și cianobacterii [1].

Investigarea fenomenelor sinergice – direcție de sporire a rezultatelor privind eficacitatea mijloacelor de protecție biologică a plantelor

Funcţionalitatea ecosistemelor naturale și a agroecosistemelor este asigurată de relaţiile existente intre speciile care le constituie şi interacțiunile acestora cu factorii abiotici în cadrul populațiilor, ca verigi a lanțului trofic. Esenţa funcționării agroecosistemelor constă in antrenarea energiei solare şi a substanţelor nutritive in circuitul biologic al elementelor, asigurând funcția energetică, de circulație a materiei şi de autoreglare [11]. Organismele utile prin participarea in diverse relații complexe cu plantele de cultură și organismele dăunătoare, contribuind la menținerea echilibrului dinamic al stării fitosanitare, ceea ce constituie fundamentul protecției biologice a plantelor și baza sistemelor de agricultură durabilă și ecologică.

Sinergismul reprezintă fenomenul de intensificare a acțiunilor care se exercită în același sens, precum și crearea unui întreg care este mai mare decât suma simplă a părților sale. Conceptul de sinergetică reprezintă modalitatea de a scoate în evidenţă necesitatea unei abordări sistemice la soluționarea diferitor probleme, îndeosebi ecologice, bazat pe investigații ştiinţifice cu caracter trans disciplinar. Sinergia semnifică asocierea mai multor elemente pentru îndeplinirea unei funcții unitare sau scop comun [15].

Gestionarea dăunătorilor orientată la reducerea densității populațiilor organismelor dăunătoare cu participarea diferitor organisme utile și factori naturali. Rezultatele înregistrate confirmă ipoteza de lucru privind includerea mai multor metode diferite de soluții naturale, care contribuie la sporirea eficacității biologice, depășind rezultatele obținute la aplicarea unui singur mijloc de combatere. În scopul înregistrării efecte sinergice au fost utilizate abordări experimentale orientate la utilizarea simultană și aplicarea comună a factorilor în schemele propuse pentru combatere. Aplicarea mixtă a preparatelor biologice de natură diferită – micotică (Trichodermin) și bacteriană (Rizoplan) în combaterea agenților patogeni ai bolilor principale a culturii mărului, precum și a bacteriilor (*Bacillus thuringiensis*) și ciupercilor microscopice entomopatogene (*Lecanicilium lecani*) constituie o bază consistentă de încorporare a agenților biologici de gestionare a dăunătorilor la culturile legumicole în spațiu protejat, ceea ce depășește rezultatele înregistrate la aplicarea unui singur agent [16].

Implementarea pârghiilor sinergice și a practicilor stricte a noilor tipuri de agricultură (conservativă, regenerativă, ecologică) sporesc sustenabilitatea agroecosistemelor, deoarece reduc frecvența practicilor agricole să extindă aplicarea mijloacelor ecologic inofensive, sporind beneficiile funcționării întregului ecosistem, ceea ce reprezintă o cale sigură de sporire a gradului de sănătate a plantelor [17].

Aplicarea mijloacelor de control biologic a culturilor cerealiere, pomicole, legumicole și viței de vie activează și valorifică capacitățile potențiale a proceselor de reglare naturală a densității populațiilor de organisme dăunătoare. Elaborarea complexelor de mijloace ecologic inofensiv și factorilor naturali a stat la baza sporirii eficienței biologice și economice în comparație cu aplicarea unui singur mijloc. Analiza comparativă a diversității manifestării fenomenelor sinergice reprezintă un fundament sigur de modificare a activităților sistemelor agricole orientate la sporirea independenței față de agenții fitosanitari și fortificarea considerabilă a activităților agricole și a serviciilor ecosistemice, care, bineînțeles, contribuie la sporirea rentabilității activităților agricole și soluționării problemelor ecologice [18].

Pornind de la gravitatea problemelor determinate de sporirea impactului organismelor dăunătoare pe fundalul schimbărilor climatice și necesitățile implementării mijloacelor ecologic inofensive efective, ținem să menționăm că controlul biologic a inițiat și catalizat fenomene naturale, dar și analize holistice, promovând dovezi palpabile atât în rândul specialiștilor, cât și printre operatorii agricoli. Pentru sporirea eficienței biologice și economice devine necesară extinderea gamei mijloacelor biologice de protecție.

Perspectivele elaborării și aplicării preparatelor biologice complexe

Preparatele biologice – ca mijloace constituite în baza microorganismelor ce manifestă fenomene benefice în relațiile cu agenții fitosanitari ai plantelor de cultură și elemente de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare sunt constituite din celule vii cu proprietăți utile, precum și produsele activității lor metabolice care sunt fie în lichidul cultural sau adsorbit pe suporturi neutre, care înregistrează succese evidente în concurența cu microflora autohtonă și captează nișe ecologice în zona rizosferică [1].

Crearea complexelor microbiene din agrocenoze cu participarea microorganismelor utile contribuie la îmbogățirea solului, ceea ce reprezintă interes științific și practic deosebit. În baza acțiunii polivalente microorganismele sintetizează substanțe biologic compatibile cu mecanismele fiziologo-biochimice, care stau la baza eficacității biologice în diferite condiții agroclimatice. Compoziția unui astfel de complex polifuncțional poate include microorganisme simbiotice sau asociații de microorganisme utile din zona rizosferică, comunitatea cărora influențează planta gazdă mai puternic decât expresia factorilor abiotici de mediu [19].

Crearea de produse biologice integrate include manifestarea simultană a proprietăților de biofertilizanți, fungicide, insecticide, ceea ce face posibilă soluționarea multor probleme de protecție biologică a plantelor și sporirea calității produsului final, precum și sporirea fertilității solului. Astfel are loc reducerea sau excluderea utilizării fertilizanților și pesticidelor, scăzând astfel factorii ce cauzează procesele de oboseală a solului. Cel mai frecvent pentru crearea

consorțiilor bacterie se utilizează diverse microorganisme din familia *Rhizobiaceae*, precum și reprezentanți ai genurilor *Azotobacter, Bacillus, Pseudomonas, Agrobacterium, Azospirillum.* La alegerea culturilor care constituie bază preparatelor complexe se aplică tulpini, care emană substanțe biologic active, stopează dezvoltarea agenților fitopatogeni și stimulează dezvoltarea plantelor. Aceste microorganisme posedă capacitatea de colonizare a elementelor sistemului radicular al plantelor, precum și capacitatea de a coexista în rizosfera lor [20].

Efectele pozitive ale relațiilor din cadrul rizosferelor bacteriene rezidă în favorizarea creșterii plantelor la colonizarea cu succes de bacteriile rizosferice sau filosferice. Cel mai important factor care influențează colonizarea elementelor sistemului radicular sunt bacteriile din genul *Pseudomonas*, care în calitate de factor de adeziune la suprafețele radiculare prin manifestarea chimiotaxisul rizobacterian prin eliminarea exsudatelor radiculare și reproducerea intensă a bacteriilor.

Tulpinile de microorganisme aplicate în tehnologiile de producere a preparatelor biologice orientate la suprimarea dezvoltării agenților patogeni sau artropodelor dăunătoare stopează creșterea și dezvoltarea agenților fitosanitari, formând una sau mai multe substanțe cu proprietăți antibiotice. În mod natural în populațiile de fitopatogeni sunt deseori prezente celule rezistente, îndeosebi după reprocesarea multiplă a microorganismelor utile și aplicarea lor în procedeele de protecție biologică în cadrul aceluiaşi agroecosistem, ceea ce atenționează necesitatea aplicării eforturilor de alternare a produselor microbiologice cu mijloace biologice cu alte mecanisme de acțiune sau ingrediente active.

Condițiile mediului înconjurător exercită un efect semnificativ asupra compoziției microbiene în comunitățile din ecosistemele tratate. Este evident că aceasta depinde de specificitatea reacției diferitelor soiuri și specii de plante protejate, precum și respectarea condițiilor de întreținere a lor. În condiții stresogene devine necesară aplicarea mijloacelor microbiologice în calitate de factor în controlul stresului culturilor agricole. Astfel aplicarea protecției biologice a plantelor bazată pe mijloacele biotehnologie eficiente reprezintă o ofertă strategică alternativă de reglare ecologică a densității populațiilor de organisme dăunătoare prin aplicarea mecanismelor de constituire și aplicare a rezultatelor fenomenului de sinergism pentru aplicarea în sistemele de agricultură convențională și ecologică.

Concluzii

Impactul sporit al organismelor dăunătoare pe fundalul schimbărilor climatice determină necesitatea mijloacelor ecologic inofensive eficiente de păstrare a statutului înalt de sănătate a plantelor, care poate fi atinsă prin aplicarea unei game impresionante de metode de protecție a plantelor. Diferența dintre beneficiile teoretice și eficiența în combaterea organismelor dăunătoare în condiții de producere evidențiază importanța abordărilor holistice care, pe lângă indicatorii rentabilității culturilor agricole, urmăresc starea de dezvoltare a ecosistemului, ceea determină necesitatea concentrării asupra investigării serviciilor ecosistemice.

Protecția biologica a plantelor prin varii abordări ecologice, diversitatea semnificativă a mijloacelor de protecție a plantelor (organisme entomofage, preparate biologice, substanțe biologic active) și eficacitatea lor biologică și economică înaltă, a reușit să atragă atenție substanțială a căpătat un grad de recunoaștere înaltă atât printre specialiștii de înaltă calificare, cât și producătorii agricoli, indiferent de forma de proprietate.

Eficacitatea abordărilor și metodelor biologice aplicate este spoită și pe fundalul creșterii impactului presei pesticide și necesitatea soluționării problemelor ecologice. Pe calea sporirii eficienței economice am reușit să stabilim beneficiile utilizării simultane a două sau mai multor mijloace biologice, înregistrând manifestarea fenomenelor sinergice la aplicarea mixtă a preparatelor biologice de origine bacteriană și micotică, precum și a diferitor factori naturali. Această demonstrează nu numai posibilitatea utilizării beneficiilor aplicării concomitente a două sau mai multe mijloace și perspectivelor managementului holistic în protecția plantelor, precum și recunoașterea necesității aprofundării și extinderii ariei cercetărilor suplimentare.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011103 „*Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliografice

1. Voloşciuc, L. Agricultura ecologică: aspecte teoretice și valențe practice. Chisinau. MEC, Combinatul poligrafic central. 2021. 288 p. ISBN 978-9975-62-451-0.
2. Voloşciuc, Л.Т. Combaterea Integrată a Organismelor Dăunătoare (Ghid). Chișinău. Federația agricultorilor din Moldova. 2018. 65 p.
3. Volosciuc, L. Plant health progress for boosting food security. Phytosanitary safety. 2023. Issue 69. p. 374-386. DOI: https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.374-386.
4. Boincean, B., Voloşciuc, L. Rurac, M., Hurmuzachi, Iu., Baltag, G. Agricultura conservativă. Manual pentru producători agricoli şi formatori. Chișinău. IFAD. 2020. 270 p.
5. Stiling, P. Cornelissen, T. What makes a successful biocontrol agent? A meta-analysis of biological control agent performance. Biol. Control 2005, 34, p. 236-246.
6. Vasconcelos, S., Jonsson, M., Heleno, R., Moreira, F., Beja, P. A meta-analysis of biocontrol potential and herbivore pressure in olive crops: Does integrated pest management make a difference? Basic Appl. Ecol. 2022, 63, p. 115-124.
7. Voloşciuc, Л.Т. Producerea culturilor cerealiere și leguminoase pentru boabe în sistem ecologic. Chișinău. IGFPP. 2019. 92 p.
8. Roy, H.E., Pell, J.K. Interactions Between Entomopathogenic Fungi and Other Natural Enemies: Implications for Biological Control. Biocontrol Sci. Technol. 2010, 10, p. 737-752.
9. Spescha, A., Zwyssig, M., Hermida, M.H., Moix, A., Bruno, P., Enkerli, J., Campos-Herrera, R. Grabenweger, G., Maurhofer, M. When Competitors Join Forces: Consortia of Entomopathogenic Microorganisms Increase Killing Speed and Mortality in Leafand Root-Feeding Insect Hosts. Microb. Ecol. 2023, 86, p. 1947-1960.
10. Voloşciuc, L. Sănătatea plantelor – platformă de fortificare a acivităților în domeniul fitosaniar. Simpozionul științific internațional “protecția plantelor – realizări și perspective”, Chișinău, 2-3 octombrie 2023. În Buletinul Informațional EPRS/IOBC, ediția 58. p. 526-538. https://doi.org/10.53040/ppap2023.78 ISBN 978-9975-62-563-0.
11. Voloşciuc, L. The role of synergic phenomena in the elaboration of polyfunctional biopesticides. In the International research conference “Biological method of plant protection: Achievements and Prospects”. Odessa, 3-7 October, 2022. p. 84-89.
12. Voloşciuc, L., Şcerbacova, T., Pînzaru, B., Stîngaci, A., Zavtoni, P., Lungu, A., Crucean, Ş. Reomologarea preparatelor biologice - cale sigură de soluționare a problemelor de protecție a plantelor pentru agricultura convențională și ecologică. În: Simpozionul Științific Internațional “Protecția Plantelor – Realizări și Perspective”. Buletin Informațional EPRS/IOBC, Ediția 58. IGFPP, 2-3 octombrie 2023, Chișinău, Republica Moldova. p. 229-237. ISBN 978-9975-62-563-0. http://doi.org/10.53040/ppap2023.34.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта // М., Агропромиздат, 1989, 313 с.
14. Чухрий, М.Г. Биология бакуловирусов и вирусов цитоплазматического полиэдроза. Кишинев, Штиинца, 1988, 240 с.
15. Regenerative Agriculture: What's Missing? What Do We Still Need to Know? edit. by Dent, D., Boincean B. Springer. 2021. 355 p.
16. Trifan, D., Toaders, G., Enea, C.I., Ghiorghe, A.I., Lungu, E., Toader, E.V., Ilie, L. Economic Model of Regenerative Agriculture and Factors of Agri-Food System Change, in Agrarian Economy and Rural Development-Realities and Perspectives for Romania. 2021. p. 99-104. Available online: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/263027/1/ICEADR-2021-p099.pdf
17. Rizzo, D. M., Lichtveld, M., Mazet, J. A. K., Togami, E. And Miller S. A. Plant health and its effects on food safety and security in a One Health framework: four case studies. Rizzo et al. One Health Outlook (2021) 3:6. p.11-19. https://doi.org/10.1186/s42522-021-00038-7.
18. Deguine, J.P., Aubertot, J.N., Bellon, S., Côte, F., Lauri, P.E., Lescourret, F., Ratnadass, A., Scopel, E., Andrieu, N., Bàrberi, P. Agroecological crop protection for sustainable agriculture. Adv. Agron. 2023, 178, p. 1-59.
19. Новикова, И.И. Полифункциональные биопрепараты для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем в биологическом земледелии. Технологии и технические средства

механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 2 (99). с. 183-194.
20. Павлюшин, В.А., Новикова, И.И., Бойкова, И.В. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика. Сельскохозяйственная биология. 2020, том 55, № 3, с. 421-438.

UDC: 632.937:632.768 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.133

Bacillus thuringiensis var. thuringiensis IN COMBATEREA LARVELOR GĂNDACULUI DIN COLORADO

Zavtoni Pantelimon [1,*], *https://orcid.org/0000-0003-1841-0086*
Goncharuk Violeta[2], *https://orcid.org/0000-0003-2992-1690*
[1] *Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, Chișinău,*
[2] *Institutul de Chimie Bioorganică, Academia Națională de Științe din Belarus, Minsk*
** e-mail: pantelimon.zavtoni@sti.usm.md*

Summary. The action of entomopathogenic bacteria in combination with FP-09 was determined in the fight against the larvae of the first and third instars of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) in the second generation in field conditions on the "Marabel" variety potato crop, where the biological effectiveness of the variant *Bacillus thuringiensis* 10^8 + FP-09 constituted 76.6%. And the biological effectiveness of the entomopathogenic suspension of *Bacillus thuringiensis* in the control of first-third instar larvae in the variant with FP-09 in combating *Leptinotarsa decemlineata* larvae was 6.8%. On the potato lots where a solution of the entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis*, FP-09 was used, several entomophages were observed.

Keywords: *Bacillus thuringiensis* sp. *thuringiensis*, insecticidal activity, plant protections.

Introducere

După studiile întreprinse de Organizaţia Naţiunilor Unite pentru Alimentaţie şi Agricultură (FAO), nivelul actual al producţiei agricole pe plan mondial şi ritmul acesteia de creştere se consideră nesatisfăcătoare. Întrucât aproape 1 miliard (fiecare al cincilea) din populaţia globului suferă de subnutriţie şi doar 1/3 din populaţia globului se alimentează suficient. Aproape jumătate din populaţia globului are o alimentaţie necorespunzătoare, de numai 20-70 calorii de persoană pe zi, faţă de 3000-3250 calorii de persoană pe zi, cât revine în ţările din Europa şi America de Nord.

Combaterea biologică a dăunătorilor este piatra fundamentală a conceptului de luptă integrată, care nu poluează mediul ambiant, fiind în același timp economică și de lungă durată. Metodele biologice de combatere în comparație cu alte metode, prezintă o serie de avantaje: lipsa de toxicitate pentru oameni și animale; acționează numai asupra speciilor dăunătoare, protejând entomofauna utilă și ca urmare, se menține echilibrul biocenotic; nu prezintă pericol de poluare.

Combaterea microbiologică a dăunătorilor se desfășoară pe două căi: prin acțiunea „agenților regulatori permanenți” și prin utilizarea biopreparatelor pe bază de virusuri, bacterii, ciuperci. Tratamentele microbiologice pot fi aplicate sub formă de stropiri sau prafuri, folosind pentru tratare aceleași aparate ca și la combaterea chimică. Cele mai bune rezultate se obțin dacă tratamentele microbiologice sunt aplicate in perioada când omizile se găsesc în vârstele I-a și a II-a, și manifestă o sensibilitate mai ridicată la infecția microbiană (Busuioc, 2006).

Biopreparatele pot fi folosite singure sau în amestec cu doze scăzute de insecticide şi alte produse. Cunoaşterea profundă a particularităţilor biologice ale dăunătorilor şi a relaţiilor lor cu organismele utile. Organismele dăunătoare posedă anumite particularităţi biologice, care se manifestă printr-o adaptivitate sporită la diferite fenomene negative, inclusiv la pesticide, care deşi sunt comune tuturor organismelor, totuşi le asigură un grad ridicat de plasticitate ecologică. Doar cunoscând aceste particularităţi şi luând în consideraţie condiţiile concrete ale mediului, devine posibil controlul densităţii populaţiilor de insecte, agenţi patogeni şi buruieni (Voloșciuc, 2009, 2014).

O aplicare largă au insecticidele bacteriene pe baza microorganismelor sporifere *Bacillus thuringiensis*- element natural al biocenozei. Pentru prima data bacteriile de acest gen au fost isolate din insecte, următoarele cercetări arată răspândirea largă a lor în mediul înconjurător. Unii autori

anunță prezența acestor bacterii în sol și frunze. În lucrările de specialitate se demonstrează prezența bacteriilor în insecte, în așternutul animalelor și pe pășuni (Кузнецова, 2012).

Aplicarea preparatelor biologice, care deja și-au demonstrat avantajele tehnologice și economice față de cele surse biologice de protecție a plantelor, poate deveni o realitate doar la extinderea permanentă a gamei agenților biologici aplicați la baza elaborării mijloacelor unei game extinse de mijloace de protecție a plantelor și omologarea națională și internațională a acestora (Voloșciuc, 2018, 2019).

Cu colegii Institutului de Chimie Bioorganică, Academia Națională de Științe din Belarus, Minsk, pentru prima dată s-a obținut complexe a derivaților acidului *para*-aminobenzoic (pABA) cu bacterii din genul *Bacillus* cu acțiune stimulatoare de creștere și de combatere a dăunătorilor, ceia ce va reduce semnificativ numărul de tratamente chimice (Zavtony și al., 2023).

Scopul cercetării noastre au fost bacteriile entomopatogene *B. thuringiensis* în amestec cu FP-09 la protecția culturii cartofului.

Materiale și metode

Ca obiect de studiu a fost utilizat larvele Gândacului din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) de vârsta întâia și a treia la lotul de cartof amplasat pe baza experimentală al IGFPP al USM. La cercetări s-au aplicat bacteriile entomopatogene de *B. thuringiensis.* Pentru selectarea tulpinelor, cu acţiune antagonistă faţă de fitofagii de origine bacteriană au fost utilizate culturi de *B. thuringiensis* din colecţia naţională de microorganisme nepatogene şi alte culturi izolate din larve colectate din condiţii naturale de Coleoptere. Larvele de Coleoptere infectate cu *B. thuringiensis* a fost colectate din natură şi aduse în laborator și a fost examinate la microscop. Modificările patologice se exprimă la larve de Coleoptere printr-o culoare închisă.

Pentru cultivarea tulpinilor bacteriene a-u fost utilizate medii nutritive agarizate şi lichide, specifice fiecărei specii. Insămânțările microorganismelor a-u fost efectuate în conformitate cu metodele aplicate in practica microbiologică.

Pentru izolarea, cultivarea a *B. thuringiensis* sunt utilizate medii de cultură. Mediile pot fi lichide sau solidificate ca agar. Agarul este un fitocoloid, alcătuit din doua polizaharide: agaroză (cca 70%) şi agaropectinază (în cea mai mare parte galacturonază) obţinute din diferite alge roşii marine (din grupul Rhodophytae), medii din cartof- glucoză-agar.

Titrul s-a determinat cu ajutorul camerei Goreaev prin calea spălării bacteriilor la 1 litru de apă de pe mediul nutritiv ori diluţia mediului lichid până la 1 litru.

Titrul s-a calculat după formula

$$T = 25{,}10^4 \times A \times D,$$

A- numărul mediu de bacterii într-un pătrat mare

D- diluţii

T- titrul suspensiei bacteriene la 1 ml

Ţinînd cont de faptul că moartea insectelor testate mai poate fi cauzată şi de alţi factori ce nu ţin de potenţialul de infecţie ai bacteriilor, pentru determinarea activităţii biologice a preparatelor se aplică formula Abbot, care ia în consideraţie şi mortalitatea larvelor în control:

Procentul mortalității larvelor s-a calculat după Abbot:

$$P = \frac{(Mc - Mo)}{100 - Mc} \times 100$$

unde P - activitatea biologică exprimată în procentul de mortalitate a insectelor,

Mo - larve moarte în experiență % ;

Mc - larve moarte în martor %.

Pentru determinarea activităţii biologice a bacteriilor se mai aplică şi timpul letal (TL_{50}), care indică la timpul necesar pentru obţinerea a 50% de mortalitate a larvelor. Acest indice se determină în mod analogic înregestrînd rezultatele după diferite intervale de timp.

Prelucrările s-au efectuat la larvele de vârsta întâia a treia a dăunătorului *L. decemlineata.*

Experiența cu aplicarea bacteriilor entomopatogene de *B. thuringiensis.* var. thuringiensis, s-a

efectuat conform îndrumărilor standard (Lazar, 2002) în 5 variante (Martor, *B. thuringiensis*, FP-09, Et. Coragen) cu 3 repetiții randomizate, în conformitate cu cerințele generale ale experiențelor (Доспехов, 1985).

Cercetările au fost efectuate pe lotul experimental al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Universității de Stat a Republicii Moldova. Obiectele cercetării au fost suspensii de bacterii entomopatogene *B. thuringiensis*, var. thuringiensis.

Rezultate și discuții

Condițiile climaterice ale anului curent - 2023 în perioada efectuării experiențelor se caracterizează printr-o varietate destul de variată.

Datorită poziţiei Republicii Moldova în sud-estul continentului european, circulaţia atmosferică se caracterizează prin acţiunea cu prioritate a centrelor barice specifice Europei meridionale şi de sud-est. După importanţa lor pentru aspectele de vreme si de climă pe care le determină, aceştia sunt: ciclonii mediteranieni, anticiclonul siberian, anticiclonul azoric şi anticiclonul scandinav. Masele de aer care se deplasează între principalele centre barice ajung deasupra Republicii cu caracteristici fizice modificate datorită transformării lor, determinând succesiunea stărilor de vreme din Republica Moldova.

În luna aprile temperatura minimală a variat de la 5,0°C până la 7,8°C cu temperatura medie lunară de la 7,4° C până la 10,7°C. Cantitatea de precipitaţii în luna aprilie a atins nivelul de 133.0 mm. Cantitatea de precipitaţii au fost înregistate în decurs de 17 zile a lunii aprilie.

Indicii care caracterizează nivelul temperaturii în luna mai a crescut în comparaţie cu luna aprilie. În prima şi a doua a decadei a lunii temperatura minimală a constituit 11,7°C - 15,4°C, cu un nivel al temperaturii maximale de la 12,4°C până la 20,2°C. Temperatura medie lunară a atins nivelul de 17,2°C - 24,9°C. În luna mai cantitatea de precipitaţii a constituit 13,0 mm, ceea ce constituie un nivel mai redus de cât în luna aprilie.

Trebuie de menționat, că indicii de temperatură s-au menținut pe tot parcursul efectuării experiențelor. Temperatura medie în luna iunie s-a menținut la nivelul de 20,5°C, iar în prima decadă şi în decada a trea 23,5°C. Nivelul temperaturii maximale a constituit 25,5°C. Cantitatea de precipitaţii a costituit 20 mm. Luna iulie temperature medie în perioada data a variat de la 25,5°C până la 30,0°C. Cantitatea de precipitaţii a fost 1,0 mm.

Nivelul temperaturii în luna august a crescut de la 28,1°C pînă la 33,4°C, precipitaţii a constituit 2 mm.



a b c

Figura 1 (a, b, c). Atacul dăunătorului Gândacul din Colorado la lotul experimental de cartof, soiul „Marabel”

În figura 2 se observă numărul larvelor înregistrate de *L. decemlineata,* la cultura de cartof, soiul ,,Marabel,, înainte de prelucrare și după prelucrare. În martor numărul larvelor s-a majorat de la 22,6 până la 35,2 larve, iar in varianta *B. thuringiensis* 10^8 înainte de prelucrare a fost 17,5 larve și după prelucrare a scăzut până la 4,8 larve. În varianta *B. thuringiensis* 10^8 + FP - 09 înainte de prelucrare a fost 17,1 larve și după prelucrare a scăzut până la 4,0 larve.

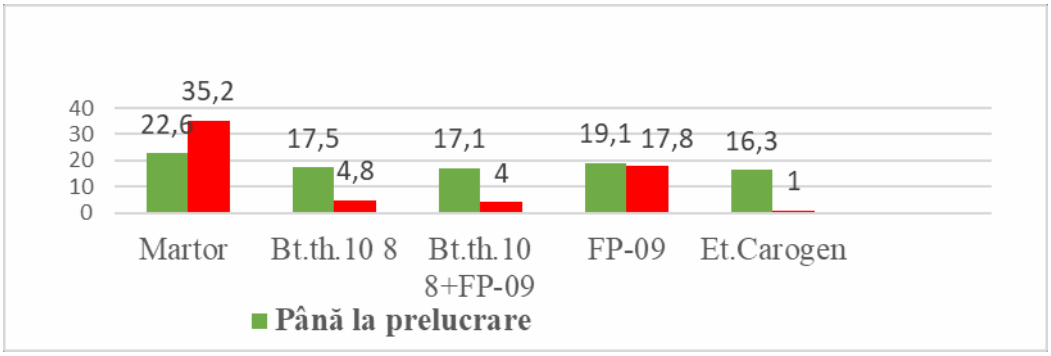


Figura 2. Numărul larvelor înregistrate de *Leptinotarsa decemlineata*, la cultura cartofului, soiul „Marabel" înainte și după prelucrare

Analizând datele expuse în tabel, putem menționa, că s-a determinat acțiunea bacteriilor entomopatogene în combinație cu FP-09 în combaterea larvelor de vârsta întâia a treia a Gândacului din Colorado (*L. decemlineata*) la a doua generație în condiții de câmp la cultura de cartof soiul „Marabel", unde eficacitatea biologică la varianta *B. thuringiensis* 10^8 + FP-09 a constituit 76,6 %.

Tabel

Eficacitatea biologică a suspensiei entomopatogene de *B. thuringiensis* în sinergie cu FP-09 în combaterea dăunătorului *L. decemlineata* la cartof, soiul „Marabel" II generație

Nr. d/r	Varianta	Titru 10^8 UFC/ml	Până la preluc. larve / 10 plante	După prelucrare larve/10 plante la zi				Eficacitatea biologică, %
				3	5	7	9	
1	Martor		22,6	24.0	28.1	30.6	35,2	-
2	*B. thuringiensis* var. thuringiensis	10^8 UFC/ml	17,5	15,2	7,9	5,9	4,8	72,5
3	*B. thuringiensis* var. thuringiensis + FP - 09	10^8 UFC/ml + 50g	17,1	15.2	8.3	6.2	4,0	76,6
4	FP - 09	50g.	19,1	18.3	17.3	16.3	17,8	6,8
5	Et. Coragen 20 SC	0,06 l/ha	16,3	3.2	2.0	1.0	1,0	93,8
	DEM							2,3

Pe loturile de cartof unde s-au folosit suspensii a bacteriilor entomopatogene de *B. thuringiensis*, FP-09 au fost observați mai mulți entomofagi ca: Zicrona albastră (*Zicrona caerulea*) și *Perillus bioculatus* și alți entomofagi.

Concluzii

Eficacitatea biologică a bacteriilor entomopatogene *Bacillus thuringiensis* 10^8 în combinație cu FP- 09 pentru combaterea larvelor de vârsta L_1-L_3 a Gândacului din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) la a doua generație în condiții de câmp la cultura de cartof soi „Marabel", a constituit 76,6 %

S-a determinat acțiunea in controlul larvelor de vârsta L_1-L_3 în varianta cu FP-09 unde eficacitate biologică în combaterea larvelor de *L. decemlineata* a constituit 6,8%.

Ca rezultat se poate observa în varianta bacteriilor entomopatogene *B. thuringiensis* var. thuringiensis 10^8 UFC/ml unde eficacitatea biologică a fost de 72,5%, față de etalonul chimic care a avut o eficacitate de 93,8%.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011103 *„Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”, finanțat de* Ministerul Educației și Cercetării al RM

Referințe bibliografice

1. Busuioc Mihai. Entomologie agricolă: Manual pentru studenţi, instituții de învăţământ superior agronomic. Centrul Ed. al UASM, Chişinău, 2006. 639 p. ISBN 978-9975-64-020-6
2. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și burueni în Republica Moldova (red. dr. I. Lazar). Chișinău, Tipografia Centrală, 2002, 239 p.
3. Voloşciuc L. Biotehnologia producerii şi aplicării preparatelor baculovirale în agricultura ecologică. Chişinău: Bons Offices, 2009. 264 p. ISBN 978-9975-9774-5-6.
4. Voloșciuc L. Combaterea integrate a Organismelor dăunătoare (Ghid). Chișinău. Federația agricultorilor din Moldova. 2018. 65 p.
5. Voloșciuc L. Producerea culturilor cerealiere și leguminoase pentru boabe în system ecologic. Chișinău. IGFPP, 2019. 92 p. ISBN 978-9975-3231-3-0.
6. Voloșciuc L. Protecția integrată a plantelor și calitatea produselor agricole. In: Akademos, nr. 3. Vol. 34. 2014, p. 71. ISSN 1857-0461.
7. Zavtony P., Stingaci A., Scerbacova T., Samoilova A., Goncharuk V., Lisouskaya M., Mihalichiuk A. Eficacitatea tratării plantelor la cartof cu suspensii de bacterii entomopatogene în sinergie cu derivații al acidului para-aminobenzoic. In: *Protecția Plantelor - realizări și perspective* Simpozion științific internațional (Ediția VII-a), Chișinău, 2-3 octombrie 2023, p. 245-250. (Information Bulletin EPRS/IOBC Section). ISBN 978-9975-62-563-0. https://doi.org/10.53040/ppap2023.02
8. Кузнецова Л.Н. Выделение и биотестирование активных штаммов энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* berliner из насекомых природных популяций Крыма. In: Институт сельского хозяйства Крыма НААН, Гвардейское, Украина. «Биология химия». Том 25 (64). 2012. № 3. с. 89-94. УДК 579.64:632.937.3.

UDC: 632.936:632.76:634.1 https://doi.org/10.53040/gppb8.2024.134

CAPTURAREA DAUNATORULUI POLIFAG - GÂNDACUL PĂROS (*Epicometis hirta* Poda) PRIN APLICAREA CAPCANELOR COLORATE NEADEZIVE CU ATRACTANȚI

Zubcu Ion, *https://orcid.org/0009-0003-1283-1717*
Todiraș Vladimir, *https://orcid.org/0009-0002-4965-6572*
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM, Chișinău, Republica Moldova
e-mail: vladimir.todiras@sti.usm.md

Summary. The paper presents the results of research aimed at establishing the effectiveness of non-adhesive colored traps and attractants for control of *Epicometis hirta* in the plum orchard. The respective evaluation studies were carried out during the year 2024, namely the II trimester. The assessment of the frequency of the attack, the intensity of the flight, the degree of attack and the determination of the biological effectiveness of the traps in combating the mentioned pests was carried out according to the classical methods specific to the applied technical-experimental field.

Keywords*:* plum orchard, injury, *Epicometis hirta.*

Introducere

Pentru Republica Moldova pomicultura constituie o ramură care an de an este încadrată în planul de dezvoltare și extindere teritorială și necesită o atenție specială cu coordonarea mai multor capitole de menținere și protejare. La fiecare specie sunt luate în calcul anumite cerințe de creștere și menținere care necesită a fi respectate etapă cu etapă. Unul din dăunători care in ultimii ani a căpătat o răspîndire tot mai largă și a devenit un dăunător problematic pentru fermieri agricoli din Republica Moldova este gândacul păros.

Gândacul păros al florilor este raspindit in plantațiile pomicole din Europa, America de Nord si Orientul Mijlociu. In Republica Moldova se găseste în toate zonele pomicole in special speciile de gutui, ciresi, mar, prun si visine. Gândacul păros este o specie polifagă care se hraneste cu staminele florilor provocind pagube pânî la 100 % compromițînd recolta.

Adultul are corpul oval alungit de 9-14 mm lungime si 6-8 mm lățime de culoare neagră-mată, acoperit cu perisori deși și lungi, de unde provine denumirea de gândac păros.

Pronotul prezintă o carenă mediană, longitudinală. Elitrele sunt cenușii-negre cu pete albe sau albe-gălbui neregulate. Oul este alb-murdar, rotund sau suboval, cu diametru 0.75-1.5 mm. Larva are corpul de 14-16 mm lungime, la completa dezvoltare usor curbat până la 25 mm. Pe partea posterioară a abdomenului este mai lățită. Pe ultimul segment abdominal prezintă două rânduri de spiculi (cîte 15-20 in fiecare), dispuși în unghi ascuțit. Pupa este la început albă, apoi devine galben, de 14-15 mm lungime [1].

Cercetările noastre au demonstrat posibilitatea de utilizare a metodelor ecologic inofensive de combatere a acestui dăunător. Capcanele colorate neadezive se utilizează atât pentru monitorizare, cât și pentru capturarea în masă a gândacului păros la cultura de măr [2].

Obiectivul cercetării este evaluarea eficacității capcanelor colorate neadezive cu atractanți la capturarea gândacului păros (*Epicometis hirta*) în livezile de prun.

Materiale și metode

Caracteristica punctelor cercetate: Cercetările cu scop de evaluare a eficacității acțiunii în diverse condiții de mediu s-au realizat pe parcursul anului 2024 pe 2 terenuri cu livadă de prun zona de Centru a R.M. în raionul Nisporeni, repartizate în localități diferite. Livada de prun GȚ Zubcu Ion, a fost înființată în anul 2010. Soiul dominant este Stanley. Suprafața constituie 2,5 ha. Plantația este poziționată în pantă cu expoziție nordică. Distanța între rânduri atinge mărimea de 5 metri, distanța între pomi atinge 3 metri.

La patru rânduri s-au instalat 12 capcane amplasate la distanța de 3-9 m, acestea fiind asigurare cu momeala de atractanti cu formulația identică. Capcanele au fost amplasate în perioada 11-16 aprilie, monitorizând situația din 2 in 2 zile. Pentru monitorizarea și capturarea în masă a gândacului păros au fost elaborate capcane colorate și neadezive, capcanele reprezintă recipient din plastic de tip "VAS" în forma de cilindru cu volumul de 1.0 litru, diametru de 10-12 cm, înalțimea 12 cm. Culoarea capcanei este albă cu nuanțe de albastru (440-460 nm) cu coeficientul înalt de reflexive (un plafon si striu), acestea continînd momeala cu atractanți.



Figura 1. Aspectul capcanei experimentale pentru monitorizarea și capturarea dăunătorului gândacul păros (*E. hirta*) in livada de prun

Momeala reprezintă un amestec de atractanti din uleiuri eterice, cuprizând 2 substante active de proveniență naturală (*cinnamyl alcool* și *trans-anethol*) care provoacă reacția de ademenire a ambelor sexe a dăunătorului. Momeala se află pe un disc de bumbac amplasat in pungi ziplock cu grosimea peliculei de 0.2 mm, ea este fixată sub plafonul albăstru, care este amplast deasupra capcanei. La utilizarea capcanei recipientul pe 1/3 din volum se umple cu apă potabilă, care este component important pentru capturarea gândacilor. Capcanele se atașează la periferia crengilor pomilor fructiferi la o înalțime de 1.5-2 m, câte 25-30 capcane/ha.

Rezultate și discuții

An de an condițiile de mediu se manifestă prin fluctuații ciclice care generează modificări accentuate în agroecosistemele cultivate și anume în plantații pomicole multianuale cu un sistem de întreținere ajustat la cerințele moderne [2, 3, 6]. Astfel se face abordare la prognoză, avertizare și aplicare a unor produse biorationale care mai sunt denumite produse bioecologice, cu acțiune redusă asupra componentelor de mediu. Prin această lucrare, urmează prezentarea detaliată a cercetărilor anului 2024 cu scop de evidență a zborului gândacului păros (*E. hirta*) și evaluare a capcanelor realizate în livada de prun Gospodăria Țărănească Zubcu Ion, r-l Nisporeni.



Figura 2. Aspectul capcanei experimentale cu dăunători capturați în livada de prun

Capcanele testate au demonsrtat eficacitate înaltă (Figura 2) Conform tabelului de mai sus obsevam că în capcanele nr. 7, nr. 8, nr. 9 amplasate aproape de centru livezii s-au capturat de la 40 până la 57 dăunători.

Tabel

Rezultatele evidenței capcanelor în perioada înfloririi pomilor de prun, Gospodăria Țărănească Zubcu Ion, r-l Nisporeni

Capcana	Numărul dăunătorilor gândacul păros (*Epicometis hita*) capturați		
	11.04.2024	13.04.2024	16.04.2024
Nr.1	12	10	14
Nr.2	27	31	25
Nr.3	17	25	20
Nr.4	23	20	25
Nr.5	16	21	19
Nr.6	15	19	17
Nr.7	47	41	44
Nr.8	52	49	48
Nr.9	57	55	52
Nr.10	10	9	11
Nr.11	7	12	10
Nr.12	14	11	12

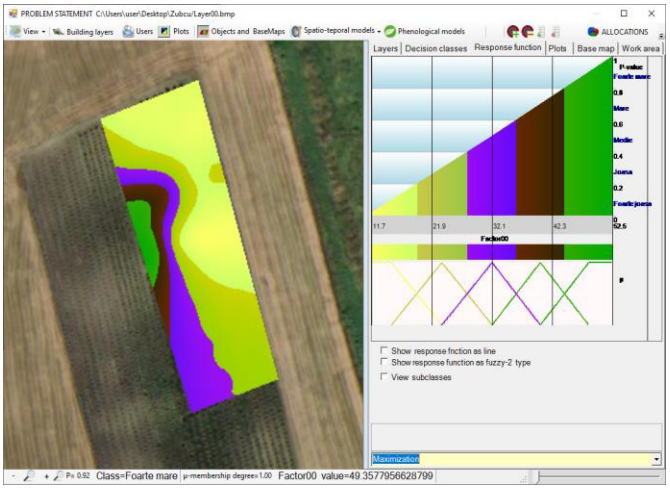


Figura 3. Răspândirea spațială a gândacului păros în livada de prun. Interpolare spațială în programul *BioClass*

Aplicarea capcanelor colorate si numarul dăunătorilor capturați permite construirea diferitor grafice cît și a hărților de distribuire a dăunătorului în spațiul unei livezi. În Figura 3 este prezentată răspândirea spațială a gândacului păros în livada de prun. Interpolarea spațială s-a efectuat în programul BioClass (http://www.ecobionet.com/DSS.htm).

S-a identificat un focar bine delimitat al dăunătorului gândacul păros (*E. hirta*). Această informație este necesară pentru suportul deciziilor de amplasare a capcanelor sau tehnologiei de aplicare a produselor de uz fitosanitar.

Concluzii

Controlul daunatorului gândacului păros (*Epicometis hirta*) din livada de prun a înregistrat rezultate finale acceptate în scara de estimare a eficacității acțiunii capcanei colorate neadezive si cu atractanti.

Capcaneleelaborate pot fi utilizate cu succes pentru monitorizarea dăunătorului gândacul păros și în sestemele ecologice de capturare în masă.

Capcanele pot prezenta o opțiune de viitor pentru cercetări la alte diverse scheme de testări științifice biologice.

Notă. Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011103 *„Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fundalul schimbărilor climatice”,* finanțat de Ministerul Educației și Cercetării al RM.

Referințe bibliogrfaice

1. Agricultura Ecologică. Suport de curs. Chișinău, 2021, 338 p.
2. Третьякова, Т.Ф., Тодираш, В.А. Цветные ловушки для мониторинга и отлова бронзовки мохнатой. În: Seminarul internațional «Перспективы развития регионального производства и использования биологических средств защиты растений от вредителей и болезней”, 10-11 сентября 2020 г., Одесса. NAAS of Ukraine; ETI «Biotechnica». Odessa, 2020, pp.24-33.
3. Bolile Prunului: care sunt acestea și metode de combatere. În: *Revista Libertatea*. https://www.libertatea.ro (accesat: 26.04.2024).
4. Gulii V., Pamujac N. 1994. Protecția integrată a plantelor. Chișinău: Univeristas, 1-527 p.44-51.
5. ISTIS. 2009. Ghid pentru determinarea rezistenței la boli și dăunători. București, 313 p.
6. Lazari I. 2002. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice şi biologice de protecţie a plantelor de dăunători, boli şi buruieni în Republica Moldova, Chişinău, Tipografia Centrală, 286 p.
7. Sumedrea D., Isac I., Iancu M. et al. Pomi. Arbuști fructiferi. Căpșun. Ghid tehnic și economic. Coordonat de către Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale. Pitești, România, 2014. 284 p.
8. Busuioc M. Entomologie agricola, 2006, 428 p.

National Institutions/Organizations

- Moldova State University, Chisinau
- Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, MSU, Chisinau
- National Botanical Garden (Institute) „Alexandru Ciubotaru”, MSU, Chisinau
- Institute of Chemistry, USM, Chisinau
- Technical University of Moldova, Chisinau
- Institute of Microbiology and Biotechnology, Technical University of Moldova
- Public Institution Scientific and Practical Institute of Horticulture and Food Technologies, Chisinau
- Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection, Chisinau
- Institute of Forestry Research and Management, Chisinau
- Public Institution National Center of Research and Seed Production, section "Porumbeni", s. Pascani
- Public Institution National Center of Research and Seed Production, section "Selecția", v. Balti
- The “Plaiul Fagului” Natural Reserve, Ungheni district, Radenii Vechi commune
- Phytosanitary Control and Protection of Fruit Plantations, Republic of Moldova, Chisinau

Institutions/Organizations from abroad

- „Ion Ionescu de la Brad” Iasi University of Life Sciences, Romania
- The Research-Development Institute for Grasslands Brasov, Romania
- Romanian Association for Sustainable Agriculture (Arad), Romania
- Bank of Plant Genetic Resources Suceava, Romania
- Vegetable Research and Development Station Buzau, Romania
- Volunteers and Maintainers of seeds, Romania
- National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies, Cluj-Napoca, Romania
- Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine
- Chernivtsi National University named Yuriy Fedkovich, Ukraine
- Department of Pharmacognosy and Medical Botany, I. Horbachevsky Ternopil National, Ukraine
- Engineering and Technological Institute "Biotekhnika" of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa
- Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
- Institute of Horticulture, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
- Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
- Institute of Vegetable and Melon Growing of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Kharkiv region, Ukraine
- M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
- Medical University, Ternopil, Ukraine
- National Dendrological Park „Sofiyivka”, National Academy of Sciences of Ukraine, Uman City, Ukraine
- National Scientific Centre “V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking” of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa region, Ukraine
- National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
- Odessa National University of Technology, Ukraine
- Odessa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Khlybodarske Village, Odessa, Ukraine
- Plant Breeding and Genetics Institute – National Center for Seed and Cultivar Investigation, Odessa, Ukraine

- Research station “Mayak” of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kruty village, Chernihiv region, Ukraine
- Research Station of the Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
- Taras Shevchenko Kyiv National University, NSC ‘Institute of Biology and Medicine’, Kyiv, Ukraine
- The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Tsentralne, Kyiv region, Ukraine
- Transcarpathian Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Uzhhorod, Ukraine
- Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, Kyiv, Ukraine
- Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection NAAS, v. Boiany, Ukraine
- Uman National University of Horticulture, Uman City, Ukraine
- Academy of Agriculture, Tbilisi, Georgia
- LEPL Scientific-Research Center of Agriculture, Tbilisi, Georgia
- Department of Plant Breeding, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden
- Eastern Mediterranean Agricultural Research Ens, Adana, Turkey
- Transitional Zone Agricultural Research Institute, Eskisehir, Turkey
- Formerly Sustainable Plant Protection Institute, CNR, Italy
- Institute of Bioorganic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus
- Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, Czech Republic
- Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Republic of Lithuania
- Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Nitra, Slovak Republic

Formatul 60x84 1/8
Bun de tipar 2024
Tirajul 30 ex.
Centrul Editorial-Poligrafic USM
Str. Alexei Mateevici, 60, Chișinău, MD-2009
e-mail: cep1usm@mail.ru