

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. tenuissima*, *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 grâu 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 plantulele juvenile de grâu comun.

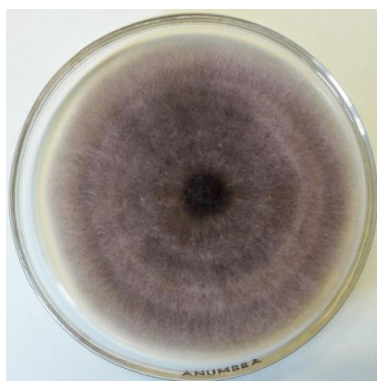
Materialle și metode

Cercetările au fost efectuate în condiții de laborator. În calitate de material au fost utilizate 10 genotipuri ce prezintă linii și 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.

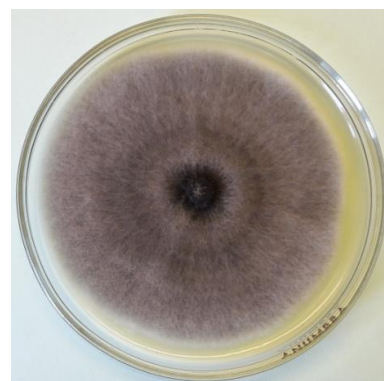
Izolatele *A. alternata* din plante de grâu comun de toamnă cu semne de putrefacție la baza tulpinii, au fost obținute pe mediul nutritiv *Potato Dextrose Agar* [11] și identificate pe baza caracterelor morfo-culturale și microscopice [3] (Fig.1, 2).



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 Czapek [11].

Boabele de grâu au fost tratate cu FC timp de 18 ore, după care au fost clătite cu apă distilată și menținute timp de 6 zile în cutii Petri pe hârtie de filtru umectată. În calitate de caractere metrice au servit germinația (%), lungimea radiclei (mm), tulpiniței (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, eritabilității 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 eritabilitate 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.

Rezultate 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).

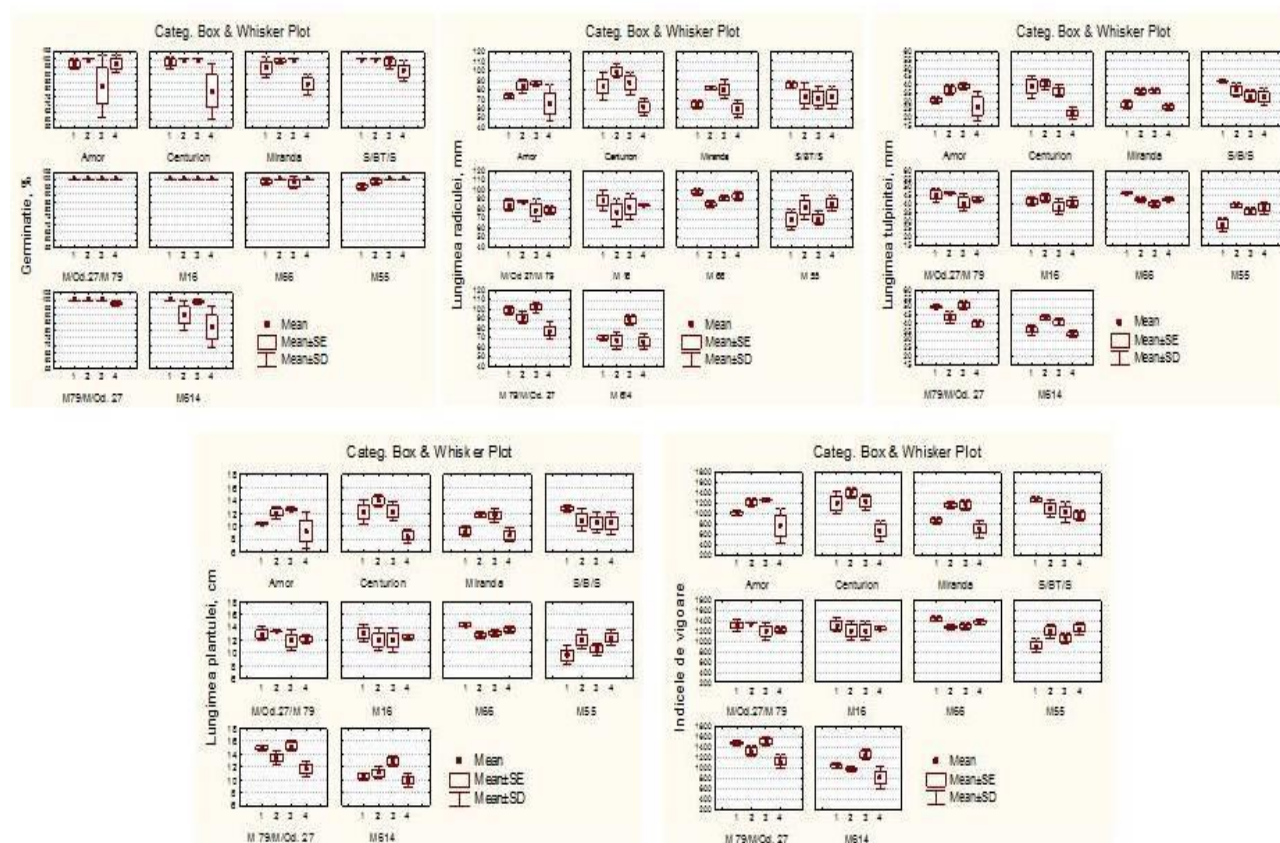


Figura 3. Influența filtratelor de cultură *A. alternata* asupra caracterelor de creștere a plantulelor de grâu comun

Lungimea radiclei 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 radiclei, 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, %
<i>Germinație</i>					
Genotip de grâu	9	100*	3,11	0,003	23,87
Izolata fungului	3	205*	6,37	0,001	48,93
<i>Genotip x izolată</i>	27	82*	2,56	0,001	19,57
Efecte aleatorii	80	32			7,63
<i>Lungimea radiclei</i>					
Genotip de grâu	9	629,1*	7,880	0,000	42,22
Izolata fungului	3	540,5*	6,771	0,000	36,28
<i>Genotip x izolată</i>	27	240,5*	3,013	0,000	16,14
Efecte aleatorii	80	79,8			5,36
<i>Lungimea tulpiniței</i>					
Genotip de grâu	9	289,2*	25,39	0,000	51,07
Izolata fungului	3	210,0*	18,44	0,000	37,08
<i>Genotip x izolată</i>	27	55,7*	4,89	0,000	9,84
Efecte aleatorii	80	11,4			2,01
<i>Lungimea plantulei</i>					
Genotip de grâu	9	15,84*	11,27	0,000	44,36
Izolata fungului	3	13,65*	9,71	0,000	38,23
<i>Genotip x izolată</i>	27	4,81*	3,43	0,000	13,47
Efecte aleatorii	80	1,41			3,95
<i>Indicele de vigoare</i>					
Genotip de grâu	9	219940	13,010	0,000	36,07
Izolata fungului	3	298897	17,680	0,000	49,02
<i>Genotip x izolată</i>	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 varianței genotipice la varianta fenotipică a organelor de creștere și dezvoltare s-au reflectat asupra diferențelor de valori ale coeficientului de ereditabilitate (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 radiclei	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 radiclei 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 radiclei, 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>.