**CZU: 582.232:631.53.01** **https://doi.org/10.59295/sum1(171)2023_18**

# PERSPECTIVA UTILIZĂRII ALGELOR ÎN TRATAREA SEMINŢELOR DE PLANTE

***Sergiu DOBROJAN, Gheorghe JIGĂU, Galina DOBROJAN***
*Universitatea de Stat din Moldova*

***Cristin MELNIC***
*GŢ „Melnic Cristin”*

***Tatiana CIOLACU***
*Institutul de Ecologie şi Geografie*

***Eugeniu CIOBANU***
*Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”*

Algele prezintă o sursă naturală de substanţe biologic active, eficiente, sigure şi relativ ieftine, care stimulează procesul de germinare a seminţelor diferitor plante. Conţinutul de biostimulatori ai germinării seminţelor variază în funcţie de poziţia taxonomică a algelor, starea culturilor şi specificul cultivării acestora. Tratarea seminţelor diferitor plante cu biomasa algală, sau cu extracte obţinute din aceasta, are ca efect atât stimularea germinării seminţelor, cât şi îmbunătăţirea stării fiziologice a plantelor, creşterea rezistenţei acestora la factorii de mediu, majorarea cantitativă şi îmbunătăţirea calităţii recoltelor. Articolul prezintă o sinteză a unor rezultate ştiinţifice obţinute care scot în evidenţă faptul că biomasa unor alge poate fi utilizată ca sursă de biostimulatori în tratarea seminţelor plantelor.

***Cuvinte-cheie:*** *alge, seminţe, tratarea seminţelor, biostimulatori, fitohormoni.*

## PERSPECTIVE OF THE USE OF ALGAE IN THE TREATMENT OF PLANT SEEDS

Algae are a natural source of biologically active substances, effective, safe and relatively cheap, which stimulate the germination process of the seeds of different plants. The content of seed germination biostimulators varies depending on the taxonomic position of the algae, the condition of the crops and the specifics of their cultivation. Treating the seeds of different plants with algal biomass, or with extracts obtained from it, has the effect of both stimulating seed germination and improving the physiological state of plants, increasing their resistance to environmental factors, increasing the quantity and improving the quality of harvests. This article presents a synthesis of some scientific results obtained that highlight the fact that the biomass of some algae can be used as a source of biostimulators in the treatment of plant seeds.

***Keywords:*** *algae, seeds, seed treatment, biostimulants, phytohormones.*

Seminţele plantelor rezultă din progresul filogenetic ce a permis supravieţuirea mai bună a acestora faţă de condiţiile de mediu, fiind un organ caracteristic numai gimnospermelor şi angiospermelor, numite din acest motiv spermatofite. Seminţele conţin germenii unei noi plante (embrionul) şi ţesut de depozitare specializat (endosperm, perisperm) închis în învelişul de protecţie (tegumentul) şi au o importanţă primordială pentru menţinerea multor specii de plante [1, 2]. Pentru naşterea unei culturi sau organ vegetal al plantelor din seminţe este necesar ca acestea să germineze. De germinarea seminţelor depinde direct supravieţuirea unor plante şi obţinerea recoltelor bune din punct de vedere calitativ şi cantitativ şi de aceea este necesar ca să se asigure stimularea acestui proces. Stimularea eficientă a germinării seminţelor şi asigurarea unor produse alimentare sigure pentru om poate fi realizată prin utilizarea biostimulatorilor. Biostimulatorii sunt de origine biologică, cu compoziţie complexă, manifestă proprietăţi noi, esenţiale pentru creşterea, dezvoltarea şi supravieţuirea plantelor în condiţii variabile de mediu, iar la utilizarea practică a acestora reduce riscul generării unor daune

ecologice mediului, factor important pentru implementarea lor în agricultura organică. Prin aplicarea biostimulatorilor se promovează sistemul holistic de management al producției agricole, care presupune păstrarea şi îmbunătățirea, stării agroecosistemului, biodiversităţii şi ciclurilor biologice ale organismelor din sol [3].

Actualmente interesul faţă de germinarea seminţelor realizată prin intermediul biostimulatorilor algali este generat de necesitatea creşterii calităţii seminţelor, accelerării dezvoltării plantelor (în special în primele etape ale ontogenezei), sporirea rezistenţei acestora la factori biotici și abiotici, creşterea randamentului şi a productivității culturilor şi obținerea recoltelor sănătoase. Ţine de menționat faptul că algele prezintă o sursă naturală de substanţe biologic active, eficiente, sigure şi relativ ieftine, fapt care argumentează importanţa şi necesitatea utilizării biomasei acestora în procesul de germinare a seminţelor.

În general, germinarea semințelor se realizează în trei faze consecutive. Prima fază se caracterizează prin absorbția rapidă a apei în spațiile aplazice prin intermediul forțele antrenate de sămânță. În cea de a doua fază, de activare, are loc restabilirea activităților metabolice (sinteza proteinelor), iar în faza a 3-a de germinare are loc alungirea celulelor și apariția radicululelor. Până la finisarea fazei a 2-a de germinare a semințelor acest proces este reversibil, deoarece semințele pot fi din nou uscate păstrând-şi viabilitatea şi respectiv în condiții adecvate, poate germina [4]. Procesul de germinare a seminţelor este influenţat de factorii exogeni şi anume de apă, oxigen, temperatură, lumină etc. Apa este absolut necesară pentru germinare, în timpul îmbibării apei se activează enzimele hidrolitice care descompun rezerva alimentară în substanțe chimice utile din punct de vedere metabolic. Astfel, putem constata că apa facilitează direct germinarea seminţelor. Oxigenul este elementul principal al activităţii metabolice a seminţelor. Se consideră că dacă mediul de germinare este slab aerat, acest fapt afectează negativ rata de germinare și procentul de germinare al seminței. Temperatura, la fel, influenţează direct procesul de germinare, temperaturile foarte scăzute dar și cele foarte ridicate împiedică germinarea semințelor, însă cele optime au efect stimulator [5].

Germinarea seminţelor este influenţată şi de factorii interni, cum ar fi reglatorii de creştere, perioada de repaus şi viabilitatea. Biomasa algală conţine fitohormoni și regulatori de creștere (aşa cum sunt: citokininele, auxinele, giberelinele, betainele, acid abscisic și brasinosteroizii), polizaharide de matrice și de rezervă (alginați, caragenani, agar, ulvan, mucopolizaharide și oligozaharide, fucoidan, laminaran, amidon și fluoroid) etc., care au efect biostimulator al germinării seminţelor diferitor plante [6-10].

Ţine de remarcat faptul că tipul şi conţinutul de fitohormoni din biomasa algelor este variat în funcţie de poziţia sistematică a acestora, datele privitor la conţinutul de fitohormoni a unor grupe taxonomice de alge şi cianobacterii se prezintă în (tab. 1).

**Tabelul 1. Conţinutul de fitohormoni a unor alge din diferite grupe taxonomice [11-13].**

| Încrengătura | Genul | Tipul de fitohormoni |
|---|---|---|
| ***Chlorophyta*** | *Enteromorpha, Chlorella, Cladophora, Caulerpa, Chlamydomonas, Dunaliella, Draparnaldia* | Auxine |
| | *Protococcus, Chlorella, Scenedesmus, Chlamydomonas* | Citochinine |
| | *Caulerpa* | Giberline |
| | *Chlorella, Dunaliella, Haematococcus* | Acid abscisic |
| | *Enteromorpha* | Acid lunularic |
| | *Dunaliella, Chlorella* | Acid iasmonic |
| | *Ulva, Chlorella* | Poliamine |
| | *Hydrodictyon* | Brasinosteroizi |
| ***Phaeophyta*** | *Macrocystis, Laminaria, Fucus, Ascophyllum* | Auxine |
| | *Fucus, Ascophyllum, Sargassum, Macrocystis* | Citochinine |
| | *Fucus* | Giberline |
| | *Ascophyllum, Laminaria* | Acid abscisic |
| | *Dyctiota* | Poliamine |

| | | |
|---|---|---|
| ***Rhodophyta*** | *Botryocladia, Porphyra, Gelidium, Gracilaria, Gracilariopsis, Chondracanthus, Hypnea* | Auxine |
| | *Porphyra* | Giberline |
| | *Porphyra* | Citochinine |
| | *Gelidium* | Acid iasmonic |
| | *Cyanidium, Gelidium, Grateloupia* | Poliamine |
| | *Griffithsia* | Rodomorfină |
| ***Charophyta*** | *Chara* | Citochinine |
| ***Euglenophyta*** | *Euglena* | Citochinine, acid iasmonic, poliamine |
| ***Cyanophyta*** | *Arthronema, Calothrix, Synechococcus, Nostoc, Trichormus, Anabaena,* | Citochinine |
| | *Anabaena, Nostoc, Calothrix, Scytonema, Cylindrospermum, Spirulina, Synechococcus,* | Giberline |
| | *Spirulina* | Acid iasmonic |
| | *Spirulina* | Acid indol-3-acetic |
| | *Spirulina* | Acid fenilacetic |
| | *Spirulina* | Acid ascorbic |
| | *Spirulina* | Acid aminociclopropan-1-carboxilic |
| | *Spirulina* | 6-benzilaminopurină |

Pentru a rezuma, putem concluziona că cea mai mare diversitate a tipurilor de fitohormoni este prezentă în biomasa algelor din încrengăturile *Cyanophyta*, *Chlorophyta, Phaeophyta* şi *Rhodophyta* (datele detaliate sunt prezentate în tab. 1). Utilizarea biomasei algei verzi *Chlorella vulgari*. pentru tratarea seminţelor de grâu, orz, porumb şi salată a rezultat cu germinarea majoră a acestora şi îmbunătăţirea stării fiziologice a culturilor [14-16].

Cu o varietate semnificativă de fitohormoni sunt caracterizate şi algele marine, însă cercetarea acestora şi utilizarea în practică este complicată în condiţiile Republicii Moldova. Pentru ţara noastră cele mai accesibile pentru cercetare şi utilizat în vederea germinării seminţelor sunt algele cianofite (cianobacteriile). Aceste alge produc numeroase substanţe biologic active, cum ar fi citochininele, giberlinele, unii acizi fitoreglatori şi au efect biogerminativ semnificativ [17]. Biomasa speciilor de alge cianofite *Anabaena vaginicola*, *Nostoc calcicole* şi *Scytonema bohneri* conţine auxina şi acid indol-3-butiric care are efect biostimulator pronunţat asupra germinării multor seminţe de plante. Cercetările realizate asupra a 34 de alge cianofite din genurile *Nostoc, Synechocystis, Anacystis, Gloeothece, Phormidium, Plectonema, Symploca, Calothrix, Scytonema, Chlorogloeopsis* şi *Fischerella* au evidenţiat faptul că aproape toate speciile secretă auxină şi alte substanțe biostimulatoare şi crează premize de utilizare în tratarea seminţelor diferitor plante [18-21].

În cercetările realizate de Aly, M. H. A. şi coautorii [22] s-a demonstrat faptul că biomasa cianobacteriilor *Nostoc muscorum* şi *N. humifusum* este bogată în acid giberlinic (2859,00-9384,90 $ngl^{-1}$) şi acid ascorbic (5230,50-163,40 $ngl^{-1}$), iar aplicarea acestora la tratarea seminţelor de *Beta vulgaris* a contribuit la germinarea a 68,73 - 64,41% din seminţele plantelor experimentate (germinarea seminţelor în loturile de control care nu erau tratate cu extract din biomasa algală constituia doar 61,02%). Astfel, constatăm că aceste specii au un potenţial major de biostimulare a germinării seminţelor plantelor şi pot fi utilizate în practică.

În afară de fitohormoni biomasa algelor cianofite este bogată şi în aminoacizii care au un efect biostimulator pronunţat şi influenţează pozitiv asupra creșterii plantelor și a performanței culturilor. Suplimentar,

biomasa multor microalge este bogată în macronutrienţi (N, P, K) şi micronutrienţi (Fe, Mg, Mn), care influenţează pozitiv procesul de germinare a seminţelor [23-25].

Cercetările noastre anterioare au demonstrat faptul că utilizarea biomasei diferitor specii de alge cianofite contribuie la stimularea germinării seminţelor unor plante de cultură (tab. 2).

**Tabelul 2. Studierea influenței biostimulatorilor obţinuţi din biomasa algelor *Nostoc flagelliforme* şi *N. verrucosum* asupra germinării semințelor de tomate, % [26].**

| Variantele experimentale | Perioada de timp expuse la tratat, ore | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,5 | | | 3 | | | 4,5 | | |
| | 1 zi | 2 zi | 4 zi | 1 zi | 2 zi | 4 zi | 1 zi | 2 zi | 4 zi |
| **Martor** | 23,07 | 92,30 | 76,92 | 63,63 | 81,81 | 81,81 | 35,71 | 78,57 | 85,71 |
| **Sol. I - alge** | 60,00 | 80,00 | 90,00 | 40,00 | 70,00 | 90,00 | 60,00 | 90,00 | 95,00 |
| **Sol. II -- alge** | 50,00 | 80,00 | 98,00 | 68,00 | 98,00 | 99,00 | 50,00 | 80,00 | 80,00 |
| **Sol. III - alge** | 7,14 | 57,14 | 64,28 | 50,00 | 92,85 | 92,85 | 53,84 | 92,30 | 96,50 |
| **Sol. IV- - alge** | 8,33 | 16,66 | 33,33 | 15,38 | 53,84 | 69,23 | 16,66 | 83,33 | 91,66 |
| **Sol. V-- alge** | 15,38 | 23,07 | 30,76 | 50,00 | 91,66 | 91,66 | 35,71 | 64,28 | 85,71 |

Rezultatele prezentate în tab. 2 indică faptul că biostimulatorii algali obţinuţi din biomasa combinată a algelor cianofite *Nostoc flagelliforme* şi *N. verrucosum*, variantele experimentale I şi II au ca efect stimularea germinării seminţelor de tomate cu până la 21,08% comparativ cu variantele de seminţe netratate.

Anterior, am realizat şi alte cercetări cu scopul stabilirii efectului biostimulator al tratării seminţelor de grâu cu biomasa combinată a algelor *Nostoc gelatinosum* şi *Anabaena variabilis*, caare au scos în evidenţă faptul că algele cercetate manifestă un efect biostimulator pozitiv major asupra germinării seminţelor şi au un potenţial practic de utilizare (tab. 3).

**Tabelul 3. Studierea influenței biostimulatorilor algali obţinuţi din biomasa algelor *Nostoc gelatinosum* şi *Anabaena variabilis* asupra germinării semințelor de grâu, % [27].**

| Variantele experimentale | Perioada de analiză, zile | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **7** | **14** |
| **Sol. I - alge** | 0,00 | 0,00 | 0,66 | 74,00 | 84,00 |
| **Sol. II - alge** | 0,00 | 0,00 | 1,33 | 68,00 | 79,33 |
| **Sol. III - alge** | 0,00 | 0,00 | 5,33 | 86,00 | 98,33 |
| **Sol. IV- alge** | 0,00 | 0,00 | 9,33 | 91,33 | 97,33 |
| **Martor** | 0,00 | 0,00 | 3,33 | 64,66 | 72,00 |

Un alt studiu realizat de cercetători din domeniu [28, 29**]** a evidenţiat faptul că tratarea seminţelor de grâu înainte de semănat cu biomasă de Spirulina are ca efect stimularea germinării acestora. Utilizarea hidrolizatului obţinut din biomasa de *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco la tratarea seminţelor de grâu a avut ca efect stimularea germinării seminţelor de grâu și creșterea culturii înfiinţate pe solurile sărate [30]. Astfel, putem concluziona că tratarea seminţelor de grâu cu biomasa algală are ca efect stimularea germinării seminţelor.

Biostimulatorii obţinuţi din biomasa unor alge cianofite au ca efect stimularea germinări seminţelor unor plante medicinale. Cercetări de pionerat realizate în această direcţie, în ţara noastră, au fost efectuate sub coordonarea dnei. dr. Alina Trofim care a scos în evidenţă faptul că utilizarea filtratului şi a biomasei algelor cianofite *Spirulina platensis* şi *Calothrix marchia* au efect stimulator major asupra germinării seminţelor de menta (în varianta martor, în lipsă de biostimulatori, au germinat 64-68% din seminţe, iar în cea cu biostimulatorii S22 – 88-96%) (rezultatele sunt prezentate în Tab. 4).

**Tabelul 4. Procentul de germinare a seminţelor de mentă la aplicarea biostimulatorilor produşi în baza filtratelor rezultate de la cultivarea *Sp. platensis* şi *C. marchia* CNMN-CB-18 [31].**

| Varianta experimentală | Procent de germinare (PG %) |
|---|---|
| Martor | 64-68 |
| S1 | 72-84 |
| S11 | 84-88 |
| S2 | 84-88 |
| S22 | 88-96 |

**Concluzii**

În baza celor menţionate, concluzionăm că algele prezintă o sursă majoră, ecologică şi regenerabilă de substanţe biostimulatoare a germinării seminţelor diferitor plante de cultură, medicinale şi aromatice. Utilizarea biostimulatorilor algali are ca efect accelerarea procesului de germinare a semințelor, creşterea rezistenței plantelor la factorii de mediu şi majorarea productivității culturilor. Pentru asigurarea dezvoltării agriculturii durabile recomandăm aplicarea biostimulatorilor obținuți din alge, în special cele cianofite, la tratarea semințelor diferitor plante.

**Referințe:**

1. АЛЕКСЕЙЧУК Г. Н., ЛАМАН Н. А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. Мн.: Право и экономика, 2005, 48 с.
2. DELIU C. Morfologia şi anatomia plantelor. Presa Universitară Clujeană, 1999, 174 p.
3. JELEV N., DASCALIUC AL. Utilizarea biostimulatorilor în cercetările ştiinţifice şi în practica agricolă. // Buletinul AŞM, Ştiinţele vieţii, nr. 3(336) 2018, p. 22-34.
4. ANISH CH., SNEHASHIS K. Germination: the way of entering into a new life.// AgriCos e-Newsletter, Vol. 1, Iss. 06, 2020, p. 1-4.
5. GUAN B. Germination responses of Medicago ruthenica seeds to salinity, alkalinity, and temperature // Journal of Arid Environment, nr. 73, p. 135-138..
6. KHAN W., MENON U., SUBRAMANIAN S., JITHESH M., RAYORATH P., HODGES D. et al. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development // Journal of Plant Growth Regulation, 2009, 28(4), p. 386–99.
7. HONG YP., CHEN CC., CHENG HL., LIN CH. Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract // Gartenbauwissenschaft: Germany, 1995, vol. 60, is. 4, p. 191-194.
8. LÓPEZ BC. Uso de derivados de algas marinas en la producción de tomate, papa, chile y tomatillo. Coahuila // Palau: Bioquím S.A, 2001, p. 24.
9. STIRK WA., TARKOWSKÁ D., TUREČOVÁ V., STRNAD M., VAN STADEN J. Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak®, a commercial seaweed extract made from Ecklonia maxima // Journal of applied phycology, 2014, 26(1), p. 561–567.
10. DU JARDIN P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation // Scientia Horticulturae, 2015, p. 3–14.
11. TARAKHOVSKAYA E. R., MASLOV YU. I., SHISHOVA M. F. Phytohormones in algae.// Russian Journal of Plant Physiology, 2007, vol. 54, no. 2, p. 163–170.
12. CAM VAN T., DO, THUAN DANG TRAN, QUANG TRUNG NGUYEN. Phytohormones production in microalgae and the methods of characterization // Recent Research Advances in Biology, vol. 5, 2021, p. 24-41.
13. ZAPATA D., ARROYAVE C., CARDONA L., ARISTIZÁBAL A. Phytohormone production and morphology of *Spirulina platensis* grown in dairy wastewaters // Algal Research, 59(2):102469, 2021. https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102469.
14. UYSAL O., UYSAL FO., EKINCI K. Evaluation of microalgae as microbial fertilizer // European Journal of Sustainable Development, 2015, 4(2), p. 77–82.

15. ODGEREL B., TSERENDULAM D. Effect of *Chlorella* as a biofertilizer on germination of wheat and barley grains // Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences, 2016; 4(220), p. 26–31.
16. RONGA D., BIAZZI E., PARATI K., CARMINATI D., CARMINATI E., TAVA A. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions // Agronomy, 2019, p. 4:192.
17. DOBROJAN S., ŞALARU V., ŞALARU V., MELNIC V., DOBROJAN G. Cultivarea algelor. hişinău: CEP USM, 2016, 173 p.
18. СЕЛЯХ И. О., СЕМЕНОВА Л. Р. Синтез и секреция гормоноподобных соединений у цианобактерий // Материалы Международной научной конференции «Автотрофные микроорганизмы», 2000, с 163–164.
19. SERGEEVA E., LIAIMER A., BERGMAN B. Evidence for production of the phytohormone indole-3-acetic acid by cyanobacteria // Planta, 2002, vol. 215, p. 229–238.
20. RODRÍGUEZ A.A., STELLA A.M., STORNI M.M., ZULPA G, ZACCARO M.C. Effects of cyanobacterial extracellular products and gibberellic acid on salinity tolerance in *Oryza sativa L.* // Saline Systems, 2006, №2, p. 7–10.
21. PRASANNA, R., NAIN L., TRIPATHI R., GUPTA V., CHAUDHARY V., MIDDHA S., JOSHI M., ANCHA R., KAUSHIK B.D. Evaluation of fungicidal activity of extracellular filtrates of cyanobacteria – possible role of hydrolytic enzymes // J. Basic Micrbiol., 2008, №48, p. 86–94.
22. ALY, M. H. A., AZZA A. M., ABD EL-ALL., SOHA S. M., MOSTAFA. Enhancement of sugar beet seed germination, plant growth, performance and biochemical components as contributed by algal extracellular products // J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 33 (12): 2008, p. 8823 – 8842.
23. RONGA D., BIAZZI E., PARATI K., CARMINATI D., CARMINATI E., TAVA A. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions // Agronomy, 2019, 9(4), p. 1-22.
24. GEBSER B., POHNERT G. Synchronized regulation of different zwitterionic metabolites in the osmoadaption of phytoplankton // Marine drugs. 2013, 11(6): 2168-2182. https://doi.org/10.3390/md11062168.
25. TATE JJ., GUTIERREZ-WING MT., RUSCH KA., BENTON MG. The effects of plant growth substances and mixed cultures on growth and metabolite production of green algae *Chlorella sp*.: a review. // Journal of plant growth regulation, 2013, 32(2), p. 417–428.
26. DOBROJAN S., ŞALARU V., DOBROJAN G. *Procedee de tratare a seminţelor înainte de semănat*. Brevet de invenţii nr. 4606
27. DOBROJAN S., ŞALARU V., DOBROJAN G., JIGĂU GH., COSTICA M., CIOBANU EU., TĂRÎŢA T., SEMENIUC E. *Procedeu de tratare a seminţelor de grâu înainte de semănat*. Brevet de invenţii nr. 4662.
28. DMYTRYK A., ROJ E., WILK R., CHOJNACKA K., GORECKI H. Effect of new biostimulators on the initial phase of plant growth // Przemysl Chemiczny, 2014, 93(6), p. 1020-1025.
29. MICHALAK I., CHOJNACKA K., DMYTRYK A., WILK R., GRAMZA M., RÓJ E. Evaluation of supercritical extracts of algae as biostimulants of plant growth in field trials. // Frontiers in plant science, 2016, 7. DOI: 10.3389/fpls.2016.01591.
30. EL ARROUSSI H., ELBAOUCHI A., BENHIMA R., BENDAOU N., SMOUNI A., WAHBY I. Halophilic microalgae *Dunaliella salina* extracts improve seed germination and seedling growth of *Triticum aestivum L.* under salt stress // II World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture, 2015, p. 13–26.
31. TROFIM A., BULIMAGA V., ZOSIM L. *Utilizarea biostimulatorilor cianobacterieni în agricultura ecologică.* Chişinău, 2021, 79 p.

**Date despre autor:**
***Sergiu DOBROJAN***, doctor în biologie, conf. univ., cercetător ştiinţific principal LCŞ „Algologie Vasile Şalaru”, Universitatea de Stat din Moldova.
**E-mail**: sergiudobrojan84@yahoo.com
**ORCID**: 0000-0003-0040-5836

***Gheorghe JIG***ĂU, doctor în biologie, conf. univ., cercetător ştiinţific coordonator LCŞ „Procese pedogenetice”, Universitatea de Stat din Moldova.
**E-mail**: gheorghe.jigau@gmail.com
**ORCHID:** 0000-0002-4778-2105

***Galina DOBROJAN***, cercetător științific, LCŞ „Algologie Vasile Şalaru”, Universitatea de Stat din Moldova.
**E-mail**: galinadobrojan87@gmail.com

***Cristin MELNIC***, cercetător științific, administrator și fondator GŢ „Melnic Cristin”.
**E-mail**: melnicvictor088@gmail.com

***Tatiana CIOLACU***, doctor în şt. solului, cercetator ştiinţific coordonator; LCŞ ,,Geomorfologie si Ecopedologie”, Institutul de Ecologie si Geografie.
**E-mail**: ciolacutatiana5@gmail.com
**ORCID**: 0000-0002-9972-9314

***Eugeniu CIOBANU***, cercetător științific, LCŞ ,,Biotehnologii Ecologice”, Universitatea Pedagogică de Stat ,,Ion Creangă”
**E-mal**: eugeniuciobanu@yahoo.com
**ORCID**: 0000-0003-3595-4421

*Prezentat la 04.04.2023*