

**INFLUENȚA COMPUSULUI COORDINATIV CU BARIU ASUPRA
PRODUCTIVITĂȚII MICROALGEI *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER**

**THE INFLUENCE OF THE COORDINATING COMPOUND WITH BARIUM ON THE
PRODUCTIVITY OF THE MICROALGAE *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER ⁸**

CIOBANU Eugeniu, asist. univ.

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău,

ORCID: 0000-0003-3595-4421

ciobanu.eugeniu@upsc.md

GRIGORCEA Sofia, dr., conf. univ.

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău,

ORCID: 0000-0002-4948-6430

grigorcea.sofia@upsc.md

NEDBALIUC Boris, dr., conf. univ.

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău,

ORCID: 0000-0002-9116-4515

nedbaliuc.boris@upsc.md

URECHE Dumitru, cercet. șt.

Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova

ORCID: 0000-0001-6511-3426

d.ureche@yahoo.com

COROPCEANU Eduard, dr., prof. univ.

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău,

ORCID: 0000-0003-1073-828X

coropceanu.eduard@upsc.md

BOTEZATU Ion, asist. univ.

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”,

ORCID: 0009-0001-0525-6166

botezatu.ion@upsc.md

CZU: 582.26

DOI: 10.46727/c.29-30-09-2023.p376-382

⁸ Studiul a fost realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „*Elaborarea noilor materiale multifuncționale și tehnologii eficiente pentru agricultură, medicină, tehnică și sistemul educațional în baza complexilor metalelor „s” și „d” cu liganzi polidentati*”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea V: Competitivitate economică și tehnologii inovative, cifra 20.80009.5007.28, cu suportul financiar oferit de ANCD.

Abstract: The article presents the results of research aimed at evaluating the productivity of the microalgae *Chlorella vulgaris* Beijer., grown on modified nutrient media and supplemented with a coordination compound containing barium. It was found that increased concentrations of this compound have an inhibitory action on the *Chlorella* strain. A stimulatory effect was registered when the concentrations of 50, 10, 5 and 1 mg/L of the tested coordination compound were administered, where the biomass obtained was higher by 6.8, 24.54, 13.06 and 0.90% in relation to the witness.

Keywords: *Chlorella vulgaris*, Ba(II), biomass, biostimulator, cultivation.

Introducere

Algele reprezintă o sursă naturală bogată în substanțe biologic active, care pot avea diferite aplicații în agricultură, în industria farmaceutică, în cosmetică, parfumerie etc. Extractele obținute din biomasa microalgelor și cianobacteriilor, precum și filtratele rezultate după cultivarea lor pot fi utilizate ca biostimulatori și ca substanțe antimicrobiene în creșterea unor plante de cultură. Aceste substanțe pot avea un impact pozitiv asupra unor organisme cu rol important în substituirea produselor de sinteză chimică cu acțiune toxică asupra mediului și sănătății omului [7]. Dintre substanțele biologic active, extrase din diverse specii de alge și cianobacterii, care exercită efect stimulator la creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură pot fi menționate: fitohormonii, acizii grași nesaturați, proteinele, polipeptidele, polizaharidele, carotenoidele, polifenolii, alcaloizii, ficobiliproteinele, sterolii etc. [5,10]. Cei mai importanți fitohormoni obținuți de la alge sunt auxinele, acidul abscisic, citokininele și giberelinele. La acțiunea giberelinelor obținute din biomasa speciilor genurilor *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Nostoc* s-a înregistrat o creștere mai sporită a unor plante de cultură (creșterea liniară a tulpinii, acumularea biomasei părții aeriene, mărirea suprafeței foliare etc.) [7,13].

Au fost obținute câteva zeci de tulpini de *Chlorella vulgaris*, care în prezent sunt cultivate. Biomasa produsă de aceste tulpini de clorela este utilizată ca aditiv furajer în rațiunea animalelor, precum și în calitate de stimulatori de creștere la cultivarea unor plante. Biomasa uscată conține până la 50-55% proteine, hidrocarburi, lipide, hormoni vegetali, vitamine și alte substanțe biologic active, care ar stimula productivitatea la unele păsări și animale agricole [1,6].

Este cunoscut că microalgele acumulează de sute de ori mai multă energie solară decât plantele. S-a stabilit că microalga *Chlorella vulgaris* în procesul de fotosinteză asimilează de 220-240 ori mai multă energie radiantă luminoasă decât aceeași unitate de biomasă a plantelor. Totodată are capacitatea de a produce până la 120-130 g/m² biomasă într-o singură zi, iar într-un bazin cu suprafața de 1 ha, în decursul unei perioade de vegetație poate acumula circa 200 tone biomasă algală proaspătă [12].

Una dintre sarcinile biotehnologiei contemporane constă în identificarea căilor de sporire a producției biomasei și a substanțelor cu importanță fiziologică. Printre soluțiile acceptabile este și utilizarea compuși chimici capabili să stimuleze unele procese biosintetice. Studiile anterioare au demonstrat că unii compuși coordinativi au capacitatea de biostimulatori ai proceselor fiziologice la o serie de organisme (fungi, alge etc.) datorită prezenței în compoziția sa atât a unor biometale (cobalt, zinc etc.), precum și a unor fragmente organice care posedă diverse grupe funcționale și pot modifica în sens pozitiv proprietățile complexului în comparație cu moleculele constituente analizate separat [2,3].

Pentru cultivarea cu succes a microalgelor în condiții dirijate o mare importanță o are asigurarea lor cu elementele chimice necesare nutriției minerale. Pentru sinteza proteinelor, glucidelor, lipidelor și altor componenți celulari majoritatea necesită așa macroelemente ca N, P, K, Mg, S, Ca ș.a., precum și microelementele Fe, Mn, B, Sr, Cu, Zn, Ba, Ti, Mo ș.a. Având condiții nutritive favorabile, culturile de microalge într-un timp scurt acumulează cantități impunătoare de biomasă [4].

Studiile recente au demonstrat că introducerea unor compuși coordinativi ai Ca(II) sau Ba(II), care conțin și Co(II) sporesc productivitatea cianobacteriei *Spirulina platensis* [8].

Scopul prezentei lucrări constă în evaluarea acțiunii compusului coordinativ cu conținut de bariu asupra acumulării biomasei microalgei *Chlorella vulgaris* Beijer.

Materiale și metode

Investigațiile au fost efectuate în laboratorul științific „Biotehnologii ecologice” al Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă”. Obiect de studiu a servit tulpina microalgei *Chlorella vulgaris* Beijer., care a fost preluată de la Institutul de Microbiologie și Biotehnologie (depozitată în Colecția Națională de Microorganisme Neapatogene). Cultivarea s-a realizat în baloane Erlenmeyer de 100 mL închise cu dopuri de vată, la agitare lentă periodică. În calitate de substrat nutritiv s-a folosit mediul lichid Borș (Cojuhari I., Borș Z., 1971) cu următoarea componență chimică (g/L): NH_4NO_3 – 0.1; KH_2PO_4 – 0.04; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0.00001; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0.04; CaCl_2 – 0.02; soluție de microelemente – 1.8 mL (H_3BO_3 – 2.86; $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ – 1.82; $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0.222; MoO_3 – 0.01764; NH_4VO_3 – 0.02296) [14].

La prepararea mediilor nutritive s-a utilizat apă distilată și reagenții chimici nominalizați. În cazul variantelor experimentale mediul lichid de cultură a fost suplimentat cu compusul coordinativ cu conținut de bariu în concentrație de 50 mg/L, 10 mg/L, 5 mg/L și 1 mg/L.

Inoculul a fost obținut din cultura de *Chlorella vulgaris* aflată la mijlocul fazei exponențiale de creștere și separat de mediul nutritiv Borș prin filtrare. Cantitatea inoculului a fost de 0.625 g/L biomasă proaspătă [4]. Baloanele Erlenmeyer inoculate cu clorofita *Chlorella* au fost plasate pe stelaje speciale la o iluminare artificială de circa 4000 lx și temperatura de 24°C.

După 8 zile de acțiune a compusului coordinativ tulpina *Chlorella vulgaris* a fost supusă studiului. Prelucrarea statistică a datelor obținute a fost realizată folosind programul computerizat „STATISTICA 7”, fiind determinată și eroarea standard a mediei. Productivitatea tulpinii de microalgă a fost determinată conform metodologiei în vigoare [9,11].

Rezultate și discuții

Chlorella vulgaris Beijer. este o algă verde autotrofă din regnul protista cu structura cocoidală, celulele căreia sunt sferice în unele cazuri elipsoidale, solitare cu diametrul 2.2-7.5μ. Pereții celulari subțiri și netezi compuși din celuloză care nu se gelifică. În unele celule tinere de dimensiuni mai mari 10.0-13.3μ pot fi clar văzute vacuole, cromatoforul este de tip cupiform așezat parietal, cu un singur pirenoid care este înconjurat de 2-4 grăuncioare de amidon. Reproducerea este asexuată prin autospori ce se formează în autosporangi câte 2-8, sau 16 foarte rar, autosporangii sunt de formă sferică-elipsoidală având în diametru 7-8μ. Este o specie α -mezosaprobă care practic se întâlnește în majoritatea tipurilor de bazine acvatice cu apă dulce, în special în cele cu apă stătătoare și poluate cu substanțe organice. La fel poate fi întâlnită și pe toate tipurile de sol. În condiții optime după modul de nutriție este autotrofă și doar în condiții cu exces de substanțe organice în bazinul acvatic devine heterotrofă – deci le este caracteristică mixotrofia. Este o specie cu un nivel de toleranță sporit față de condițiile de mediu cu un nivel de adaptibilitate ridicat, fapt ce permite cultivarea cu ușurință în condiții controlate de laborator, fiind utilizată ca mostră experimentală în diverse cercetări [1,6].

În cazul testării compusului coordinativ cu conținut de bariu (complexul **Ba**), cultivarea microalgei *Chlorella vulgaris* s-a realizat în decurs de 8 zile la o iluminare de circa 4000 lx, la o temperatură de 24°C. La suplimentarea mediului nutritiv lichid Borș cu compusul coordinativ **Ba** a fost înregistrată o sporire a biomasei tulpinii *Chlorella vulgaris* în toate variantele experimentale.

Efectul depinde foarte mult de concentrația compusului chimic utilizat, precum și de intensitatea iluminării, de temperatură și de alți factori abiotici care însoțesc cultivarea. Astfel, după 8 zile de cultivare a tulpinii *Chlorella* pe mediul nutritiv lichid Borș suplimentat cu

compusul coordinativ **Ba**, un nivel mai sporit de biomasă s-a obținut în variantele experimentale, unde concentrația compusului testat a fost de la 10 mg/L până la 5 mg/L. Concentrația de 10 mg/L s-a dovedit a fi cea mai optimală și a stimulat productivitatea tulpinii *Chlorella vulgaris*, care a acumulat în această perioadă de timp o biomasă proaspătă de circa 5.53 mg/L și 5.02 mg/L fiind cu 24.54% și 10.06% mai mare decât cea acumulată de varianta martor (Tab. 1; Figura 1). Biomasa acumulată de microalga testată în aceste variante la 8 zile de cultivare s-a dovedit a fi de circa 9 și respectiv 8 ori mai mare în comparație cu cea administrată inițial în baloanele Erlenmeyer. Odată cu diminuarea concentrației complexului **Ba** productivitatea microalgei scade.

În cazul variantelor suplimentate cu compus coordinativ **Ba** în concentrație de 50 mg/L productivitatea clorofitei a fost de circa 4.71 g/L, iar la concentrația de 1 mg/L a acumulat circa 4.48 mg/L, depășind martorul cu 6.08% și respectiv 0.90%. Compusul administrat în concentrație mai mică de 1 mg/L a avut efect stimulator neînsemnat și biomasă proaspătă acumulată de tulpina *Chlorella* era aproximativ la nivelul martorului.

Tabelul 1. Biomasa proaspătă acumulată de *Chlorella vulgaris* la tratarea cu compusul coordinativ 2

Nr.	Varianta	Biomasa proaspătă start, g/1000 mL	Biomasa proaspătă după 8 zile de cultivare, g/1000 mL		Δ
			$\bar{x} \pm m_x$	σ	
1.	Martor	0.625	4.44±0.13	0.23	-
2.	2 – 50 mg/L	0.625	4.71±0.12	0.21	6.08
3.	2 – 10 mg/L	0.625	5.53±0.24	0.47	24.54
4.	2 – 5 mg/L	0.625	5.02±0.10	0.21	13.06
5.	2 – 1 mg/L	0.625	4.48±0.14	0.29	0.90

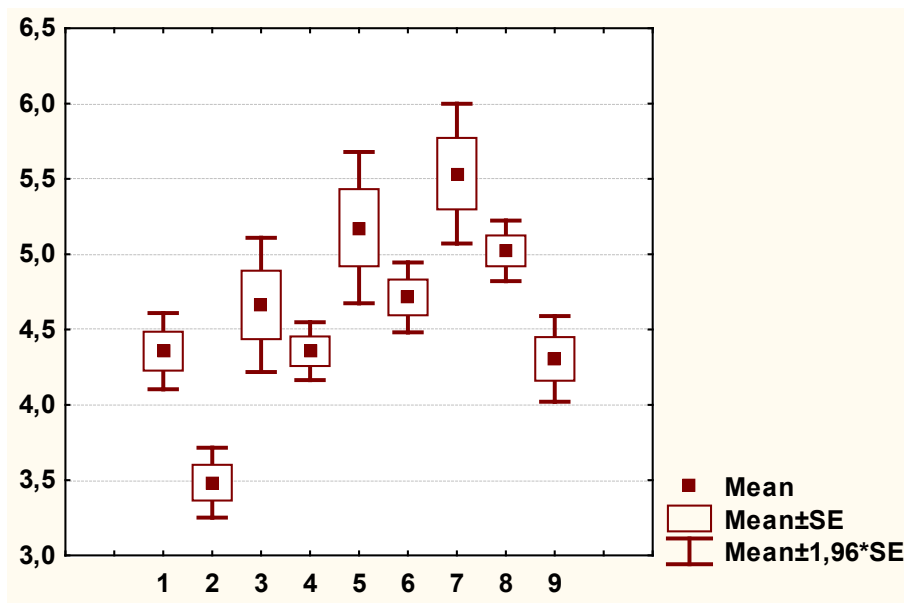


Figura 1. Biomasa umedă acumulată de *Chlorella vulgaris* timp de 8 zile la tratarea cu compusul coordinativ 2 (g/L):

1. Martor; 2. BaCl₂ – 50 mg/L; 3. BaCl₂ – 10 mg/L; 4. BaCl₂ – 5 mg/L; 5. BaCl₂ – 1 mg/L; 6. Ba c/c – 50 mg/L; 7. Ba c/c – 10 mg/L; 8. Ba c/c – 5 mg/L; 9. Ba c/c – 1 mg/L

Generalizând rezultatele, confirmăm importanța compusului chimic administrat suplimentar la mediul de cultură lichid Borș pentru creșterea microalgei *Chlorella vulgaris*, de asemenea și cantitatea de substanță activă administrată, care a stimulat dezvoltarea acesteia.

Concluzii

1. Rezultatele obținute au demonstrat că compușii bariului suplimentați la mediul nutritiv lichid Borș au acțiune stimulatorie asupra culturii *Chlorella vulgaris*. Efectul acestora depinde de concentrația compușilor administrați, precum și de intensitatea luminii și temperatura la care se dezvoltă cultura.

2. Concentrațiile de 50 mg, 10 mg, 5 mg și 1 mg/L de Ba suplimentate la mediul de cultură s-au dovedit a fi în diferită măsură stimulatorie, doar concentrația de 50 mg/L de BaCl₂ având efect inhibitor – 3.48 mg/L, cu 21.6% mai mic ca în varianta martor.

3. Cele mai semnificative date s-au obținut în variantele cu concentrația compusului coordinativ cu conținut de Ba cu concentrația de 10 mg/L a compusului coordinativ, la care *Chlorella vulgaris* a format o biomasă de circa 5.53 g/L sau cu 24.54 % mai sporită decât martorul.

BIBLIOGRAFIE

1. BEGU, A.; MANIC, Ș.; ȘALARU, V.; SIMONOV, Gh. Lumea vegetală a Moldovei. Ciuperci. Plante fără flori. Chișinău: Știința, 2007, vol. 1. 200 p.
2. COROPCEANU, E.; CILOCI, A.; ȘTEFÎRȚĂ, A.; BULHAC, I. Study of useful properties of some coordination compounds containing oxime ligands. Academica Greifswald, Germania. 2020. 266 p. ISBN 978-3-9402237-24-8
3. COROPCEANU, E.; RUDIC, V.; CEPOL, L.; RUDI, L.; LOZAN, V.; CHIRIAC, T.; MISCU, V.; BULHAC, I.; KRAVTSOV, V.; BOUROSH, P. Synthesis and Crystal Structure of [Co(DmgH)₂(Thio)₂]₂F[PF₆]. The Effect of Fluorine-Containing Co(III) Dioximates on the Physiological Processes of the Microalga *Porphyridium cruentum*. In: Russian Journal of Coordination Chemistry. 2019, vol. 45, nr. 3, pp. 206-213.
4. DOBROJAN, S.; ȘALARU, V.; ȘALARU, V.; MELNIC, V.; DOBROJAN, G. Cultivarea algelor. CEP USM, 2016, 173 p.
5. ERIKSEN, N. Production of phycocyanin pigment with applications in biology, biotechnology, foods and medicine. In: Appl. Microbiol. Biotechnol., 2008, 80, pp. 1-14.
6. NAGY-TÓTH, F.; BARNA, A. Alge verzi unicelulare (*Chlorococcales*) Determinator. Presa Universitară Clujeană, 1998, 200 p.
7. NEDBALIUC, B.; BRÎNZĂ, L.; CIOBANU, E.; et. al. Efectul biostimulator al unor microorganisme (alge și fungi) asupra creșterii și dezvoltării plantelor de porumb și tomate. Conferința științifico-practică internațională „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă” Ediția a IX-a. Vol. 1. Chișinău, UST, 19-20 martie 2022, pp. 130-135.
8. NEDBALIUC, B.; COROPCEANU, E.; CIOBANU, E.; GRIGORCEA, S.; URECHE, D. ; BRÎNZĂ, L. The influence of some Ca(II) and Ba(II) with Co(II) compounds on the productivity of the cyanobacteria *Spirulina platensis*. In: Acta et commentationes. 2023, nr. 1
9. RUDIC, V. Aspecte noi ale biotehnologiei moderne. Chișinău: Știința, 1993. 140 p.
10. RUDIC, V. et. al. Ficobiotehnologie – cercetări fundamentale și realizări practice. Ch., S.n., 2007. 365 p.
11. RUDIC, V.; GUDUMAC, V.; BULIMAGA, V. ș.a. Metode de investigații în ficobiotehnologie. Chișinău: CE USM, 2002. 61 p.
12. ȘALARU, V.; ȘALARU, V.; ICHIM, M.; TODERAȘ, I.; MANEA, Ș. Biomasa algală - sursă alternativă de energie, produse alimentare nonpoluate și substanțe biologice active. In: Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii). 2007, nr. 7, pp. 196-200.
13. TROFIM, A.; BULIMAGA, V.; ZOSIM, L. Utilizarea Biostimulatorilor Cianobacterieni în Agricultură Ecologică. Chișinău: S.n., (F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 2021. 80 p.
14. UNGUREANU, L.; TUMANOVA, T.; UNGUREANU, G. Algele – hrană pentru organismele acvatice. În: Ghid metodologic pentru piscicultori. Chișinău: S. n., (F.E.-P. „Tipografia Centrală”), 2022. 93 p.