

POTENȚIALUL NUTRIȚIONAL AL BIOMASEI ALGALE DE *NOSTOC FLAGELLIFORME* (BERK ET CURT) ELENK.

Irina STRATULAT, Victor ȘALARU, Sergiu DOBROJAN

Universitatea de stat din Moldova

În prezentul studiu este prezentată componența biochimică a biomasei algei cianofite *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk. cultivată în condiții de laborator pe mediul mineral Z-8. Biomasa algei conține: Mn – 683,9 mg/kg, Zn – 131,5 mg/kg, Pb – <10 mg/kg, Fe – 1,09 g/kg, Na⁺ – 2,10 g/kg, K⁺ – 8,01 g/kg, Mg²⁺ – 5,40 g/kg, Ca²⁺ – 7,94 g/kg. În componența aminoacizilor predomină: acidul glutamic – 3,8012 mg/100 mg, acidul aspartic – 2,7838 mg/100 mg, leucina – 2,4651 mg/100 mg, alanina – 2,3513 mg/100 mg. Conform acestor rezultate, biomasa algei cianofite *Nostoc flagelliforme* poate fi utilizată ca sursă importantă de suplimente alimentare.

Cuvinte-cheie: *Nostoc flagelliforme*, compoziție biochimică, mediu nutritiv, nutriție.

THE NUTRITIONAL POTENTIAL OF ALGAL BIOMASS OF *NOSTOC FLAGELLIFORME* (BERK ET CURT) ELENK.

In this study is presented the biochemical components of algal biomass *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk. cultivated in laboratory conditions in Z-8 medium. The algal biomass has the following chemical content: Mn – 683,9 mg/kg, Zn – 131,5 mg/kg, Pb – <10 mg/kg, Fe – 1,09 g/kg, Na⁺ – 2,10 g/kg, K⁺ – 8,01 g/kg, Mg²⁺ – 5,40 g/kg, Ca²⁺ – 7,94 g/kg. The highest amount of amino acids are specific for: glutamic acid – 3,8012 mg/100 mg, aspartic acid – 2,7838 mg/100 mg, leucine – 2,4651 mg/100 mg, alanine – 2,3513 mg/100 mg. According to these results the blue-green alga *Nostoc flagelliforme* can be considered an important potential source of nutritional supplements.

Keywords: *Nostoc flagelliforme*, biochemical composition, nutrient medium, nutrition.

Introducere

Odată cu creșterea numărului populației, asigurarea cu produse alimentare devine o problemă tot mai stringentă. Necesitatea de resurse alimentare se observă în majoritatea țărilor în curs de dezvoltare. De aceea, această problemă își poate găsi soluția numai prin evidențierea unor noi resurse netradiționale de produse alimentare. În ultimele decenii s-a intensificat interesul cercetătorilor față de obținerea noilor surse alimentare netradiționale prin valorificarea biomasei algale, care reprezintă și un bogat depozit de substanțe bioactive necesare organismului.

Biomasa algală este considerată una dintre puținele, dar și una dintre cele mai importante surse nutriționale neconvenționale, potențialul său nutrițional fiind remarcabil prin conținutul înalt de proteine, principii biologice active, conținutul calitativ și cantitativ al aminoacizilor. Astfel, aminoacizii au o importanță deosebită pentru organismul uman, aceștia fiind elemente structurale de bază care intră în componența proteinelor, compuși cu importanță biologică remarcabilă.

Datorită conținutului înalt de proteine, glucide, lipide, săruri minerale, vitamine, fitohormoni etc., algele sunt cercetate la nivel mondial și utilizate ca sursă alternativă în cele mai diverse țări. Cele mai populare alge cultivate din încrengătura Cyanophyta sunt speciile din genurile *Anabaena*, *Nostoc* și *Spirulină* [1]. Algele cianofite, la care se referă și *Nostoc flagelliforme*, sunt unele dintre organismele a căror biomasă se utilizează pe scară largă în industria alimentară, biotehnologie, medicină, agricultură etc. [2].

Compoziția biochimică a biomasei algale este frecvent analizată cu scopul de a contribui la echilibrul nutrițional necesar organismului animal și vegetal în săruri minerale și alte principii bioactive, care sunt determinate de rolul important al acestora în desfășurarea proceselor vitale.

Spectrul de aminoacizi pentru fiecare specie, gen, familie, ordin, clasă, încrengătură este diferit. De exemplu, algelor verzi le este caracteristică predominarea lizinei, argininei, acidului glutamic; unor cianofite (*Phormidium uncinatum*, *Anabaena cylindrica*, *Anabaena flos-aque*) le este caracteristică predominarea argininei [3]. Conținutul cantitativ al aminoacizilor în biomasa algelor este diferit; astfel, biomasa speciilor *Phormidium uncinatum* este bogată în alanină, *Anabaena cylindrica* în valină, *Aphanizomenon flos-aque* în inhistidină etc. [4].

Analizând compoziția chimică a biomasei algelor *Chaetoceros gracilis*, *Cylindrotheca closterium* și *Tetraselmis gracilis*, s-a dovedit că biomasa lor posedă un conținut ridicat de potasiu și sulf; însă, conform

multor indicatori chimici, specia *Cylindrotheca closterium* este cea mai eficace în acvacultură [5]. Biomasa algei *Porphyridium cruentum* este la fel bogată în minerale, conținutul acesteia se prezintă astfel: (mg/100g): Ca – 4960, K – 1190, Na – 1130, Mg – 629 și Zn – 373 [6].

Biomasa algei *Nostoc flagelliforme*, cunoscută în țările asiatice în comerț pentru valorile sale comestibile [7,8], are un conținut bogat atât în proteine, glucide, lipide, cât și o bogată sursă de numeroase săruri minerale, cum ar fi Ca, Mg, K, Na, Zn, Fe etc. Datele din literatura de specialitate caracterizează conținutul proteic fiind de o înaltă calitate, având în componență mai mult de 7 aminoacizi esențiali (leucină, lizină, metionină, fenilalanină etc. [8]. Carbohidrații și lipidele se completează până la 25,12% și, respectiv, 17,40 % din materia absolut uscată de *Nostoc flagelliforme* [9].

Scopul cercetărilor reflectate în această lucrare constă în elucidarea aspectelor biochimice, în special a compoziției sărurilor minerale și a componenței cantitative a aminoacizilor, pentru a determina potențialul nutrițional al tulpinii *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk. cultivate în condiții de laborator.

Material și metode

Obiect de studiu a servit tulpina algei cianofite *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk. selectată din solurile Moldovei și depozitată în Laboratorul de Algologie al Universității de Stat din Moldova și în Colecția Națională de Microorganisme Neputogene a R. Moldova.

Mediu de cultivare Z-8 cu următoarea componență [10]:

Z-8. Stock soluția I (10 ml). NaNO_3 – 46.7, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 5.9, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 2.5; Stock soluția II (10 ml). K_2HPO_4 – 3.1, Na_2CO_3 – 2.1; Stock soluția III (10 ml). $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0.31, EDTA – 0.37; Stock soluția IV (1 ml). $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 3.3, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 8.8, KBr – 12, KJ – 8.3, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 28.7, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 15.5, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 14.6, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 12.5, $\text{NiSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 19.8, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ – 4.1, V_2O_5 – 0.089, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 47.4, H_3BO_3 – 3.1, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 1.6.

Cultivarea algei s-a efectuat în cultivatorul de alge din cadrul Laboratorului de Algologie, cu menținerea următorilor parametri: pH-ul optim al mediului 7,0-8,0, temperatura de 25-30°C, intensitatea luminii de 2000-3000 lx. Cantitatea de inocul a fost de 0,4 g/l. După cultivarea timp de 10 zile biomasa obținută a fost colectată și supusă analizelor chimice.

Compoziția biochimică a biomasei de *Nostoc flagelliforme* a fost analizată după metodele propuse de academicianul V.Rudic [11]. Spectrul elementelor chimice a fost determinat în cadrul Laboratorului de Încercări de Spectroscopie Atomică al Institutului de Chimie al AȘM. Analiza spectrului aminoacidic al biomasei algale a fost efectuată în cadrul Laboratorului Sanodiagnosticare și Pronosticare al Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM sub conducerea dr. în biologie Svetlana Garaeva, cu utilizarea analizatorului „AAA-339” al Firmei „Microtechna” (Cehia) [12].

Rezultate și discuții

În prezent, cultivarea algelor se bucură de o atenție deosebită, în direcția de obținere a unor noi surse de materii prime de interes economic major. Cu acest scop, pentru obținerea substanțelor nutritive de interes alimentar sau farmaceutic de proveniență algală, există o serie largă de tehnologii de cultivare în vederea obținerii unui randament ridicat al biomasei algale, care necesită a fi supusă analizelor biochimice și utilizării ulterioare în diverse domenii. Creșterea intensivă a algelor în condiții de laborator vizează în principal cercetări ce necesită obținerea, relativ rapidă, a unor cantități destul de mari de biomasă, fie elaborarea unor procedee biotehnologice aplicabile.



Fig.1. Cultivarea algei *Nostoc flagelliforme* în cuvă în condiții de laborator.

În laborator, productivitatea culturii de *Nostoc flagelliforme* în cultivatorul deschis a fost de 5-6,3 grame/zi/0,75 m².

Conform datelor din literatura de specialitate, *Nostoc flagelliforme* se caracterizează printr-o compoziție biochimică echilibrată. În acest context, a fost stabilită componența principalelor elemente chimice din biomasa absolut uscată.

Tabelul 1

Compoziția biochimică a biomasei de *Nostoc flagelliforme*

proteine	glucide	lipide
22,74 - 37,85 %	15,95 - 24,80 %	6,93 - 17,40 %

Componența calitativă a proteinelor a fost identificată prin determinarea aminoacizilor din biomasa tulpinii de *Nostoc flagelliforme*, fiind evidențiată prezența unui spectru larg atât al aminoacizilor neesențiali, cât și al celor esențiali (Tab.2).

Tabelul 2

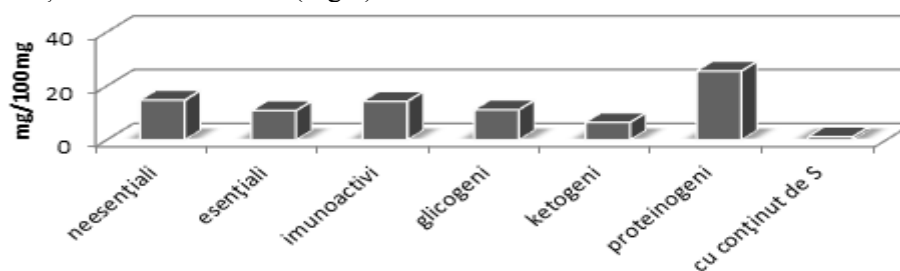
Spectrul de aminoacizi identificați în biomasa tulpinii *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk., mg/100mg

Aminoacizi esențiali	mg/100 mg	Aminoacizi neesențiali	mg/100 mg
Izoleucină	1,0650	Acid aspartic	2,7838
Leucină	2,4651	Serină	1,3147
Lizină	1,0165	Acid glutamic	3,8012
Metionină	0,3320	Prolină	1,3664
Triptofan	-	Glicină	1,4659
Histidină	0,2994	Alanină	2,3513
Treonină	1,6697	Cisteină	0,8323
Valină	1,5406	Tirozină	0,8210
Arginină	1,3440	ac.y-aminobutiric	0,0066
Fenilalanină	1,0917	Ornitină	0,0277
Σ	10,8240	Σ	14,7365
Σ Aminoacizilor liberi		25,5948	
Σ indicii metab. azotați		25,7753	

Aminoacizii preponderent prezenți sunt: acidul glutamic – 3,8012 mg/100 mg, acidul aspartic – 2,7838 mg/100 mg, leucina – 2,4651 mg/100 mg, alanina – 2,3513 mg/100 mg etc.

Acești aminoacizi au un rol important în derularea normală a activității fiziologice umane. *Acidul glutamic*: ameliorează funcțiile creierului, atenuează starea de oboseală, scurtează durata vindecării ulcerelor tubului digestiv, are efect de ameliorare a confortului psihic sau poate fi agent stimulant al creierului. *Acidul aspartic*: stimulează sistemul imunitar, crește rezistența organismului și elimină amoniacul din organism. *Leucina*: s-a constatat că menirea ei este de a menține sănătatea țesuturilor, susține organismul după intervenții chirurgicale, stimulează sinteza de proteine. *Alanina*: stimulează sistemul imunitar, scade riscul formării litiazei renale, iar prin reglarea metabolismului glucidelor ajută la sistarea hipoglicemiilor.

De asemenea, au fost analizate și tipurile de aminoacizi, constatându-se că cea mai mare cotă o dețin cei proteinogeni, urmați de cei imunoactivi (Fig.2).

Fig.2. Componenta cantitativă a tipurilor de aminoacizi din biomasa tulpinii de *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk.

Biomasa algei *Nostoc flagelliforme* posedă un conținut bogat de minerale. Conform rezultatelor prezentate (Tab.3), se poate menționa că biomasa algală cultivată pe mediul Z-8 este caracterizată de cantități semnificative de Mn – 683,9 mg/kg și Zn – 131,5 mg/kg, pe când elementele chimice Fe, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ sunt în cantități mai reduse.

Tabelul 3

Spectrul de elemente minerale din biomasa algei *Nostoc flagelliforme*

Mineralele analizate							
Mangan (Mn), mg/kg	Zinc (Zn), mg/kg	Plumb (Pb), mg/kg	Fier (Fe) total, g/kg	Sodiu (Na ⁺), g/kg	Potasiu (K ⁺), g/kg	Magneziu (Mg ²⁺), g/kg	Calciu (Ca ²⁺), g/kg
683,9	131,5	□10	1,09	2,10	8,01	5,40	7,94

Constatările noastre au confirmat de asemenea faptul că biomasa algei *Nostoc flagelliforme* este o bogată sursă de micro- și macroelemente de o importanță deosebită, deoarece toate aceste elemente joacă un rol important în organismul uman și animal. De exemplu, *Fierul* este un component al hemoglobinei, precum și al unor numeroase sisteme enzimice din lanțul respirator, având un rol-cheie în respirația celulară. *Zincul* este component a peste 300 de enzime și proteine care participă în toate procesele metabolice importante. *Manganul* este unul din microelementele esențiale pentru plante, animale și oameni, este atât constituent, cât și activator a numeroase enzime și proteine, având peste 20 de funcții identificate.

Concluzii

Se poate afirma că tulpina *Nostoc flagelliforme* (Berk et Curt) Elenk. prezintă o sursă importantă de substanțe biologice active, în special de proteine care ating valoarea de 37,85% din biomasa absolut uscată. De asemenea, spectrul aminoacizilor este destul de vast, componența calitativă a proteinelor denotă prezența în cantități mai mari a aminoacizilor imunoactivi, iar spectrul elementelor chimice este caracterizat de cantități semnificative de Mn – 683,9 mg/kg și de Zn – 131,5 mg/kg. Rezultatele obținute pot servi drept reper pentru valorificarea tulpinii de *Nostoc flagelliforme* în diverse domenii ale activității umane, având perspective de utilizare în industria alimentară, fitotehnie, zootehnie și farmacologie.

Referințe:

- KARANTH, R., MADAIAN, R., *Biochemical Composition of Seven Species of Cyanobacteria Isolated from Different Aquatic Habitats of Western Ghats, Southern India*, 2011, vol.54, no.5, p.849-857.
- VENKATARAMAN, L.V., BECKER, E.W. *Biotechnology and Utilization of Algae – The Indian Experience*. Dept. Sci. Technol. New Delhi, India and CFTRI, Mysore. 1985. 257 p.
- СИРЕНКО, Л.А., КОЗИЦКАЯ, В.Н. *Биологически активные вещества водорослей и качество воды*. Киев: Наукова Думка, 1988. 256 с.
- БАРАШКОВ, Г.К. *Сравнительная биохимия водорослей*. Москва: Пищевая промышленность, 1972. 336 с.
- ALFREDO, M. et al. *Chemical Composition of Three Microalgae Species for Possible Use in Mariculture*, 2007, vol.50, no.3, p.461-467.
- REBOLLOSO FUENTES, M.M. et al. Biomass nutrient of the microalga *Porphyridium cruentum*. In: *Food Chemistry*, 2000, no.70, p.345-353.
- KUNSHAN, G. Chinese studies on the edible bluegreen alga, *Nostoc flagelliforme*: a review. In: *Journal of Applied Phycology*, 1998, no.10, p.37-49.
- SIJUN YUE, SHIRU JIA, JIN YAO, YUJIE DAI. Nutritional analysis of the wild and liquid suspension cultured *Nostoc flagelliforme* and antitumor effects of the extracellular polysaccharides. In: *International Conference on Future Information Engineering (FBIE)*, 2010, p.72-75.
- STRATULAT, I. et al. Biologically active substances content from the alga *Nostoc flagelliforme* biomass. In: *2nd International Conference „Microbial Biotechnology-scientintensiv domain of modern knowledge”*, Chișinău, 2014. 179 p.
- ГАРАЕВА, С.Н., РЕДКОЗУБОВА, Г.В., ПОСТОЛАТИ, Г.В. *Аминокислоты в живом организме*. Кишинёв: Академия Наук Молдовы, 2009. 550 с.
- RUDIC, V. ș.a. *Metode de investigație în ficobiotehnologie*. Chișinău: CE USM, 2002. 61 p.
- KOTAI, J. *Instructions for preparation of modified nutrients solution Z-8 for algae*. B-11/69, 1972. p.5.

Notă: Lucrarea a fost efectuată în cadrul Proiectului 14.819.18.02.05A

Prezentat la 17.12.2015