

PERSPECTIVA UTILIZĂRII BIOMASEI ALGEI CIANOFITE *NOSTOC FLAGELLIFORME* CA OBIECT BIOTEHNOLOGIC ȘI SURSĂ ALIMENTARĂ (SINTEZĂ)

Irina STRATULAT, Sergiu DOBROJAN, Victor ȘALARU

Universitatea de Stat din Moldova

Alga cianofită *Nostoc flagelliforme* este o specie terestră, care se întâlnește mai frecvent în zonele aride și semiaride ale Terrei. Importanța acordată cercetărilor speciei *Nostoc flagelliforme* este argumentată de proprietățile morfofiziologice specifice și de conținutul bogat de substanțe biologice active ce pot fi utilizate în diverse domenii. Din componenții biochimici ai algei de o importanță majoră sunt glucidele, care servesc ca sursă pentru obținerea preparatelor farmaceutice ce au la bază conținutul înalt de polizaharide. Datorită digestibilității ușoare a biomasei algei, *Nostoc flagelliforme* este utilizată pe larg în alimentația omului ca fiind un produs delicios și ca supliment de substanțe biologice active. Aceste cercetări vin să scoată în evidență specia *Nostoc flagelliforme* prin caracteristica conținutului de substanțe biologice active, habitatul acesteia și aspectele de utilizare a biomasei algale în diferite domenii.

Cuvinte-cheie: *Nostoc flagelliforme*, substanțe biologice active, biomasă, cultivare, utilizare.

PERSPECTIVE OF BIOMASS UTILIZATION OF ALGA *NOSTOC FLAGELLIFORME* AS BIOTECHNOLOGICAL OBJECT AND FOOD SOURCES (SUMMARY)

The blue- green alga *Nostoc flagelliforme* is a terrestrial specie, that meets more frequently in arid and semi-arid areas of the Earth. The importance attached of research for *Nostoc flagelliforme* is justified by morpho-physiological properties and rich content of biologically active substances that can be used in various fields. From the biochemical components of the alga of great importance are carbohydrates that serve as a source for production of pharmaceutical preparations which are based on high contents of polysaccharide. Due to easy digestibility of alga, *Nostoc flagelliforme* is widely used for human consumption both as a delicacy and as a supplement of biologically active substances. These researches highlight the *Nostoc flagelliforme* through the characteristic of biologically active substances, evidence of habitat and aspects of utilization the algal biomass in different areas.

Keywords: *Nostoc flagelliforme*, biological active substances, biomass, cultivation, utilization.

Introducere

Algele cianofite sunt cosmopolite, populează ecosistemele terestre și acvatică, datorită particularităților fiziologice, cum ar fi toleranța la temperatură, iluminare, rezistența la secete, proprietatea de a fixa azotul molecular etc. [18]. Pe lângă aceasta, cianofitele sunt considerate și surse importante de compuși bioactivi, ceea ce prezintă un interes deosebit pentru cercetările actuale, orientate spre identificarea surselor alternative de proteine, pigmenți, vitamine, acizi grași și altor compuși bioactivi. În multe regiuni ale Terrei algele cianofite prezintă principala sursă de hrană a omului și animalelor, datorită conținutului de proteine, glucide, lipide și altor principii biologice active care pot completa produsele alimentare insuficiente în asemenea substanțe. Algele cianofite au și o importantă valoare terapeutică, apreciată încă din anul 1500 î.Hr., prin utilizarea lor pentru tratamentul multor boli, cum ar fi guta, cancerul etc. [12].

Datorită proprietăților lor, algele cianofite sunt utilizate și în calitate de stimulatori, bioactivi și inofensivi, ai germinării semințelor și creșterii plantelor.

Din grupa algelor cianofite face parte și specia *Nostoc flagelliforme*, sistematizată în clasa Hormogonephyceae, ordinul Nostocales, familia Nostocaceae, genul Nostoc. Specia *Nostoc flagelliforme* este utilizată pe larg în alimentație având efecte benefice asupra organismului uman și animal. Se consideră că consumul de *Nostoc flagelliforme* tratează tusa, pneumonia, abcesele pulmonare, hipertensiunea arterială, obezitatea, rahitismul și malnutriția. Alga *Nostoc flagelliforme* se administrează ca supliment pacienților după intervențiile chirurgicale acționând ca remediant. În medicina tradițională chineză alga *Nostoc flagelliforme* se utilizează de mai bine de 400 de ani pentru tratarea diverselor boli, cum ar fi diareea, hipertensiunea arterială și hepatita [2,11].

Habitatul și cultivarea speciei *Nostoc flagelliforme*

Din cele circa 100 de specii din genul Nostoc, alga *Nostoc flagelliforme* are unele particularități ecologice și fiziologice specifice, prin care se deosebește de celelalte specii [11]. Această specie habitează în masă solurile bogate în carbonați de calciu ale regiunilor cu climă uscată. *Nostoc flagelliforme* poate fi întâlnită

mai des în nordul Chinei, ce pare a fi o zonă preferată de această specie [11]. Această algă a fost întâlnită aproape în toate zonele cu climă semiaridă, cum ar fi Rusia, Texas, Mexic, Africa, Algeria, Cehoslovacia, Franța, Japonia, Mongolia, Maroc, Somalia, SUA etc. [20]. Alga *Nostoc flagelliforme* se întâlnește și în regiunile cu climă moderat-continentală, în același rând și pe solurile din raioanele de sud ale Moldovei [21].

Cultivarea speciei *Nostoc flagelliforme* se realizează după procedee și tehnici specifice cultivării algelor cianofite. Ea se cultivă atât în condiții de laborator, cât și în câmp, pentru experimentare și pentru consum. Unii autori menționează că cultivarea algei *Nostoc flagelliforme* în condiții de câmp generează creșterea lentă a biomasei, cu rata anuală de creștere mai mică de 6% [2]. Cultivarea masivă a algei, în condiții naturale, de mult timp se efectua în China. Datorită proprietăților sale, alga *Nostoc flagelliforme* a început a fi pe larg exploatată și colectată de chinezi. Colectarea extinsă și necontrolată a biomasei algei *Nostoc flagelliforme* a dus la deșertificarea unor zone întinse din nordul Chinei. Ca rezultat, exploatarea ei a fost interzisă de către Consiliul de Stat al Republicii Populare Chineze, iar în anul 1999, în scopul menținerii speciei, Ministerul de Silvicultură din China a numit alga *Nostoc Flagelliforme* plantă protejată de categoria II. Astfel, în anul 2000 colectarea și comercializarea algei *Nostoc flagelliforme* în China a fost strict interzisă, aceasta începând a fi cultivată în condiții de laborator [7,2,3].

Cultivarea în condiții de laborator s-a dovedit a fi dificilă, dar nu imposibilă, pentru perioade lungi de timp. Cultivarea algei *Nostoc flagelliforme* în condiții de laborator este mai eficientă, deoarece permite dirijarea factorilor de mediu și asigurarea unei cantități înalte de biomasă. Cercetările efectuate demonstrează că cultivarea în laborator a algei *Nostoc flagelliforme* pe mediile nutritive Fogg, Gusev, Gromov-6, Drew și Z-8 asigură majorarea cantității biomasei algale de 5,85-15,57 ori într-o perioadă de 12 zile [6].

Însă, cultivarea în condiții de laborator a algei *Nostoc flagelliforme* trebuie efectuată cu precauție respectând condițiile de iluminare (1000-3000 lux), temperatură (25-35°C), agitare, utilizând mediile nutritive Gusev, Gromov-6, Fogg, Drew, Z-8, Bg-11 etc. [6,11]. Asigurarea acestor condiții face ca biomasa algală să fie mai costisitoare. Pentru minimizarea costului biomasei algei *Nostoc flagelliforme* se propune utilizarea mediilor nutritive ieftine, preparate pe baza combinării diverselor deșeuri ale animalelor. Cultivarea algei *Nostoc flagelliforme* pe medii nutritive compuse din combinarea deșeurilor animaliere permite obținerea unei cantități a biomasei algale de 11,42-22,56 ori mai mari decât cantitatea inoculului în decursul a 15 zile [14].

Unii autorii [17,1] consideră că cultivarea în condiții de laborator a algei *Nostoc flagelliforme* pe medii lichide poate contribui la modificarea proprietăților chimice și fizice ale masei gelatinoase care înconjoară coloniile și a conținutului de substanțe biologice active din celule.

Cu toate acestea, pentru menținerea, studierea și experimentarea speciei, este absolut necesară cultivarea în condiții de laborator.

Conținutul de substanțe biologice active în biomasa algei *Nostoc flagelliforme*

Nostoc flagelliforme este una dintre algele care conține practic toate grupele de substanțe biologice active (proteine, aminoacizi, acizi grași, vitamine, lipide, macro- și microelemente etc.), de aceea este utilizată pe larg ca supliment nutritiv necesar organismului uman și animal.

Biomasa algei *Nostoc flagelliforme* conține 20-23% proteine (19 aminoacizi, dintre care opt sunt esențiali), 56-57% glucide și, respectiv, 5-7% lipide [11]. De asemenea, pe lângă conținutul bogat în proteine și glucide, biomasa algei conține și alte elemente chimice necesare derulării eficiente a funcțiilor organismului uman, cum ar fi: Ca – 1,8%; N – 3,2%, P – 0,1%; C – 25%; Mg – 0,27%; I – 0,25%; Zn – 12,8 ppm; Mn – 22,5 ppm; Co – 2,87 ppm. Pe lângă acestea, biomasa algei *Nostoc flagelliforme* este și sursă de energie (189 kcal/100g) și de vitamine: Vitamina E – 0,07 mg/100g, Riboflavina – 0,54 mg/100g, Niacina – 0,9 mg/100g, Tiamina – 0,15 mg/100g etc. [2,11].

Un mare interes prezintă concentrația înaltă în biomasă a ficobiliproteinelor cu acțiuni terapeutice, anti-oxidante. Conținutul acestora în biomasa algală constituie: ficocianina – 0,94%, aloficocianina – 2,2%, ficoeritrina – 3,2% din masa absolut uscată a algei [13].

Concept al utilizării biomasei algei *Nostoc flagelliforme*

Specia *Nostoc flagelliforme* a fost utilizată de către chinezi încă din cele mai îndepărtate timpuri, timp de sute de ani, datorită valorilor sale comestibile și curative, fiind considerate ca mare delicatete [8,11]. Populația Chinei consumă alga *Nostoc flagelliforme* nu pentru lipsa de alimente, ci pur și simplu pentru proprietățile sale deosebite. *Nostoc flagelliforme* nu are niciun gust special, chinezii o prepară cu diferite condimente care îi conferă gustul.

Biomasa algei *Nostoc flagelliforme* este o sursă alimentară inofensivă. Netoxicitatea algei *Nostoc flagelliforme* a fost demonstrată și în cazul administrării ca supliment în nutriția șobolanilor în condiții de laborator. În lotul cu administrare de algă nu s-au înregistrat abateri ce țin de comportament și nici cazuri fatale printre animale. Din contra, aceasta a condus la îmbunătățirea unor parametri morfologici, ca: creșterea greutatei corporale, a indicatorilor oftalmologici și îmbunătățirea indicilor hematologici [4].

Pe lângă utilizarea algei *Nostoc flagelliforme* în consumul uman ca supliment alimentar, ea este folosită și în calitate de sursă medicinală de valoare. Acțiunea curativă a algei este argumentată de compuşii specifici și proprietățile sale. Un spectru al compușilor cu acțiune antimicrobiană a fost depistat în extractele celulare și în produsele extracelulare ale unor specii de *Nostoc*, cum ar fi *N. commune* și *N. flagelliforme*, iar extractul de *Nostoc flagelliforme* s-a dovedit să exercite acțiune antitumorală datorită prezenței polizaharidelor [4,5]. Din biomasa algei *Nostoc flagelliforme* sunt obținute mai multe preparate farmaceutice. Unul dintre cele mai populare este preparatul Nostoflan – polizaharidă cu proprietăți acide, care are acțiune antivirală (inhibă capacitatea virusurilor de a se reproduce) prin inhibarea replicării virusurilor herpetice HSV-1, HSV-2, citomegalovirusului uman și a virusului gripal A [15,9]. A fost studiată și acțiunea Nostoflanului asupra virusului Cocsachi și adenovirusurilor, însă deocamdată nu a fost obținut un efect pozitiv [9].

Un alt studiu [15,10] evidențiază o polizaharidă importantă – NFPS2 purificat din exopolizaharidele celulelor algei *Nostoc flagelliforme* în suspensie lichidă, care este bogată în glucoză, galactoză, xiloză, manoză (Tab.1).

Tabelul 1

Componența comparativă a unor polizaharide obținute din biomasa algei *Nostoc flagelliforme* [15,10]

Polizaharidul	Conținutului specific, mol%			
	Glucoză	Xiloză	Galactoză	Manoză
NFPS2	43,2	20,6	29,9	6,3
Nostoflan	42,8	29,9	20,7	6,6

Este demonstrat de asemenea și efectul antitumoral al exopolizaharidelor din biomasa algei *Nostoc flagelliforme* care inhibă creșterea celulelor tumorale Hela, posedând o rată de inhibiție de 32,22–37,32% [16].

Biomasa algei *Nostoc flagelliforme* este utilizată și ca sursă de Vitamina C și β - caroten, care se găsesc în cantități mult mai înalte decât în unele legume, ca morcovii, roșiile și chiperii roșii [19]. Conținutul de vitamină C în biomasa algei *Nostoc flagelliforme* este mai înalt decât în biomasa altor specii de alge. De exemplu, biomasa acestei alge conține 131,4 mg/100g de Vitamina C, iar alga *Enteromorpha linza* – 20,6 mg/100g, *Laminaria japonica* – 11,3 mg/100g, *Porphyra haitanensis* – 112,5 mg/100g și *Undaria pinnatifida* – 17,2 mg/100g. Conținutul de β -caroten este la fel semnificativ, depășind 6,42 mg/g [16].

Concluzii

Alga *Nostoc flagelliforme* este o cianofită care poate fi cultivată în condiții de câmp și de laborator, conține practic toate grupele de substanțe biologice active, de aceea este utilizată pe larg ca supliment nutritiv. Cele mai importante substanțe biologice active conținute în celulele algei *Nostoc flagelliforme* sunt glucidele, proteinele, lipidele, vitaminele, macro- și microelementele. Biomasa algei este inofensivă și se utilizează ca sursă pentru obținerea unor preparate medicamentoase cu vaste acțiuni. Astfel, această specie reprezintă un obiect biotehnologic și o sursă valoroasă alimentară ce merită toată atenția cercetătorilor.

Bibliografie:

1. BI YONG-HONG, HU ZHENG-YU. Influence of Temperature, Nutrients and Light Intensity on the growth of *Nostoc flagelliforme*. In: *The Chinese Journal of Process Engineering*, 2004, vol.4, no.3.
2. DAI Z. J. Review on the research of *Nostoc flagelliforme*. Ningxia Univ., 1992, p.71-77.
3. DVORNYK, V., NEVO, E. Genetic polymorphism of cyanobacteria under permanent natural stress: A lesson from the „Evolution Canyons”. In: *Research in Microbiology*, 2003, no.154, p.79-84.
4. TAKENAKA, H. et al., Safety Evaluation of *Nostoc flagelliforme* (Nostocales, Cyanophyceae) as a Potential Food. In: *Food and Chemical Toxicology*, 1998, vol.36, no.12, p.1073-1077.
5. HUANG, Z.B., LIU, Y.D., PAULSEN, B.S. and KLAVENESS, D. Studies on polysaccharides from three edible species of *Nostoc* (Cyanobacteria) with different colony morphologies: Comparison of monosaccharide compositions

- and viscosities of 190 polysaccharides from field colonies and suspension cultures. In: *Journal of Phycology*, 1998, 34(6), p.962-968.
6. STRATULAT, I., DOBROJAN, S., ȘALARU, V. Cultivarea algei *Nostoc flagelliforme* pe diferite medii nutritive. In: *Buletinul Științific, Revistă de Etnografie, Științele Naturii și Muzeologie*, 2012, nr.16(29), p.81-86.
 7. JIA, S.R., SU, J.Y. and QIAO, C.S. *Method of Nostoc flagelliforme cells cultivation and the Polysaccharides production*. China Patent, 2006, ZL 03119101.0.
 8. JIANG, C.X. Introduction to Facai. In: *J. Ningxia Univ. Nat. Sci.*, 1981, no.2, p.93-97 (in Chinese).
 9. KANEKIYO, K., HAYASHI, K., TAKENAKA, H., LEE, J.B., and HAYASHI, T. Anti-herpes simplex virus target of an acidic polysaccharide, nostoflan, from the edible blue-green alga *Nostoc flagelliforme*. In: *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 2007, vol.30, p.1573-1575.
 10. KANEKIYO, K., LEE, J.-B., HAYASHI, K. et al. Isolation of an antiviral polysaccharide, nostoflan, from a terrestrial cyanobacterium, *Nostoc flagelliforme*. In: *J. Nat. Prod.*, 2005, no.68, p.1037-1041.
 11. KUNSHAN, G. Chinese studies on the edible bluegreen alga, *Nostoc flagelliforme*: a review. In: *Journal of Applied Phycology*, 1998, nr.10, p.37-49.
 12. PIETRA, F. *A Secret World: Natural Products of Marine Life*. 1-st ed. Birkhäuser, Basel, Switzerland, 1990.
 13. ȘALARU, V., USTUROI, R., ȘALARU, V. *Nostoc flagelliforme* (Berk.et Curt.) Elenk – o nouă sursă de substanțe biologice active. În: „*Probleme actuale ale microbiologiei și biotehnologiei*”. Conferință științifică națională cu participare internațională. Chișinău, 2009, p.141-142.
 14. DOBROJAN, S., GORBATENCO, C., DOBROJAN, G., STRATULAT, I. Cultivarea algei *Nostoc flagelliforme* pe medii obținute pe baza deșeurilor de la complexurile zootehnice. În: *Studia Universitatis*, 2012, nr.1(51), p.19-22.
 15. SHIRU, JIA, HAIFENG, YU, YONGXIAN, LIN, YUJIE, DAI. Characterization of extracellular polysaccharides from *Nostoc flagelliforme* cells in liquid suspension culture. In: *Biotechnology and Bioprocess Engineering (Impact Factor: 1.28)*, 2007, no.12(3), p.271-275. DOI:10.1007/BF02931103
 16. 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, China, p.72-75.
 17. WANG, F.Z. and ZHANG, Y. Water-holding capacity and nitrogen fixation of *Nostoc flagelliforme*. In: *Chinese Bulletin of Botany*, 1988, no.5, p.93-95.
 18. WHITTON, B.A., POTTS, M. Introduction to the cyanobacteria. In: *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000, p.1-11.
 19. CHEN, Y., ZANG, R., HU, Q. Rapid determination of β -carotene in fresh fruits and vegetables. In: *Food Science*, 2008, no.29, p.406-407 (in Chinese with English abstract).
 20. ЕЛЕНКИН, А. *Синезеленые водоросли СССР*. Специальная часть 2. Москва-Ленинград: АН СССР, 1949. 1908 с.
 21. ШАЛАРУ, В.В. *Почвенные водоросли естественных и искусственных фитоценозов Республики Молдова*: Автореф. дис. докт. биол. наук. Кишинев, 1996. 47 с.

Notă: Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului: 14.819.02.05A

Prezentat la 16.08.2014