

## DESPRE COMPOZIȚIA BIOCHIMICĂ A UNOR COMPLEXE GLUCIDICE ALGALE

**Valeriu RUDIC, Angela CINCILEI, Liliana CEPOI, Angela COJOCARI,  
Violeta PLAȚINDA, Nina STREAPAN**

*Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al AȘM*

The paper deals with the results of qualitative and quantitative studies of the carbohydrate complexes isolated from cyanobacteria *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl CALU-835, *Nostoc linckia* (Roth.) Born et Flah CNM CB 03, red alga *Porphyridium cruentum* CNM-AR 01, green algae *Dunaliella salina* Teod.Calu CNMN-834, and *Haematococcus pluvialis* Flotow CNM-AV-05. The carbohydrate composition and characterization of sugar from 5 species of microalgae and cyanobacteria were detected. In each case, the presence of alcohol soluble carbohydrates, water soluble carbohydrates, and carbohydrates of hemicellulose's and cellulose's types is shown. The presence of sulfated polygalactans components in the hot-water extract commonly used in photobiotechnology *S.platensis* and *P.cruentum* was demonstrated.

### Introducere

Una dintre principalele sarcini ale ficobiotehnologiei moderne constă în evidențierea și valorificarea noilor surse de substanțe biologice active (SBA): proteine, vitamine, pigmenți, aminoacizi, lipide, carbohidrați etc. Studiile științifice recente din țară și de peste hotare atestă compoziția biochimică prețioasă a microalgelor și cianobacteriilor ce aparțin *gg.Spirulina, Dunaliella, Nostoc, Porphyridium*, precum și avantajul lor de a produce cu un randament sporit compuși naturali valoroși, fapt ce le plasează printre obiectele biotehnologice de incontestabilă actualitate și de mare perspectivă. Realizări valoroase în domeniul studierii condițiilor de sinteză orientată a SBA de către cianobacterii și microalge au fost obținute de către savanții din Republica Moldova, care au brevetat mai multe medii de cultivare și procedee de obținere a biomasei algale [1-3].

Cianobacteriile și algele microscopice, în speță cele roșii și verzi, reprezintă o sursă inepuizabilă de polizaharide (PZ) cu proprietăți unice și aplicații speciale în medicină, fitotehnie, tehnologii microbiene [4-6]. Bibliografia selectivă la temă atestă că producția polizaharidelor de către microalge și cianobacterii depinde în mare măsură de condițiile de mediu și cultivare (concentrația nutrienților, iluminare, temperatură, pH și a.). De altfel, anume grație ușurinței de dirijare a condițiilor de creștere în bioreactoare, precum și diversității biochimice oferite, microalgele și cianobacteriile au devenit obiectul unor cercetări științifice intense în vederea producerii SBA [7].

Lewis [8] a verificat capacitatea mai multor specii din filumul *Chlorophyta*, în speță ale *g.Chlamidomonas*, de a sintetiza polizaharide extracelulare, apreciind îndeosebi *Ch.mexicana* pentru cele cca 25% polizaharide din producția sa organică totală. La fel, Moore și Tischer [9] comunică despre nivelul înalt al producției de polizaharide extracelulare observat la mai multe alge verzi și cianobacterii. Becker [10] caracterizează conținutul total (%BAU) al carbohidraților algelor verzi ca unul destul de variat: de la 4% la *Dunaliella bioculata*, 12-17% – la *Chlorella vulgaris*, 26% – la *Ch.pyrenoidosa*, până la 32% la *D.salina*. Autorul a fixat prezența următoarelor cantități de glucide la cianobacterii și alge roșii: *Spirulina platensis* – 8-14%, *S.maxima* – 13-16%, *Porphyridium cruentum* – până la 57%.

Investigațiile cianobacteriilor și microalgelor sub aspectul relevării și separării substanțelor bioactive de natură glucidică oferă suportul informațional indispensabil pentru fundamentarea procesului de sinteză orientată a substanțelor bioactive, cu perspectiva elaborării unor noi tehnologii și preparate. În această ordine de idei, scopul lucrării de față a fost realizarea unui studiu calitativ și cantitativ al complexului de glucide ale unor reprezentanți ai cianobacteriilor și microalgelor din Colecția Națională de Microorganisme Neapatogene.

### Material și metode

Mostre ale biomasei și lichidului cultural ale tulpinilor cianobacteriilor *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl CALU-835, *Nostoc linckia* (Roth.) Born et Flah CNM CB 03, algelor verzi *Dunaliella salina* Teod.Calu CNMN-834 și *Haematococcus pluvialis* Flotow CNM-AV-05, algei roșii *Porphyridium cruentum* CNM-AR 01, selectate la etapa staționară de creștere, au fost oferite de Laboratorul Ficobiotehnologie al Institutului de Microbiologie și Biotehnologie al AȘM.

*S.platensis* era cultivată în mediu mineral lichid Nr.16 [11] cu intensitatea iradierii  $12-15 \times 10^3 \text{ erg/cm}^2$  în prima zi și  $18-21 \times 10^3 \text{ erg/cm}^2$  în următoarele zile, la temperatura  $30-34^\circ\text{C}$  și amestecarea continuă a culturii. Prelevarea biomasei a fost efectuată în a 5-a zi, după spălarea ei prealabilă cu soluție acetat de amoniu [12].

*P.cruentum* a fost crescut în mediu lichid, la temperatura  $25-26^\circ\text{C}$  și iradierea  $2-3 \times 10^3 \text{ erg/cm}^2$  [13]. Productivitatea algei în a 7-a zi de cultivare constituia 6 g biomasă /L.

Probe ale biomasei și ale lichidului cultural al *H.pluvialis*, *N.linckia*, *D.salina* au fost selectate la etapa staționară de creștere, cu separarea biomasei prin filtrare și spălarea cu soluție acetat de amoniu după necesitate.

Fracționarea biomasei algale a fost executată în patru etape [14]. La etapa I au fost extrase cu alcool 80% mono- și dizaharidele. Prin extragerea cu apă caldă a fost obținută fracția II a polizaharidelor coloidale (dextroze, gume, substanțe pectice). La etapa III, prin hidroliză în sol.2%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , au fost extrase substanțele pectice și polizaharidele de tipul hemicelulozei (PZ de structură), iar la hidroliza restului probei în sol. 80%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a fost obținută fracția IV (PZ de structură, sau carbohidrați de tipul celulozei).

Schema obținerii fracției glucidice „PB” (polizaharid brut) din spirulină și porfiridium prevede extragerea repetată a liofilizatului biomasei algale brute cu apă distilată fierbinte ( $100^\circ\text{C}$ ) timp de o oră, liofilizarea supernatantului rezultat în urma centrifugării, prelucrarea prafului obținut cu sol. 10% acid tricloracetic, înghețarea/dezghetarea părții lichide, centrifugare. Fracția solubilă în acid este supusă dializei contra apei distilate timp de 24 de ore. Prin liofilizarea părții nedializate a fost obținut un praf, care reprezintă polizaharidul brut „PB” [15].

Determinarea cantitativă a conținutului sumar de glucide a fost făcută prin metoda colorimetrică cu reactiv antronic, standard – *D*-glucoza [16]. Compoziția monozaharidică a glucidelor fiecărei probe a fost cercetată prin metoda cromatografiei în strat subțire CSS pe plăci Silufol UV 254 în sistemul revelator „*n*-butanol – acid acetic – apă” (4:5:1). Concomitent, alicuota fiecărei probe a fost supusă hidrolizei în sol. 1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , în fiole sudate, la  $100^\circ\text{C}$  timp de 5 ore. Hidrolizatului obținut era neutralizat cu  $\text{BaCO}_3$  și centrifugat, supernatantul era uscat la  $40^\circ\text{C}$  [15]. Plăcile cromatografiate au fost examinate după testele de reactivitate cu anilinfталat (culoare roșie cu aldopentoze și cafenie cu aldohexoze) și benzidină diazotată (culoare cafenie cu monoaldeze). Monozaharidele erau identificate conform *R<sub>f</sub>* și reacției colorate a petelor pe cromatograme la confruntarea cu setul standard de glucide simple [17].

Spectrometria-IR a fost executată la dispozitivul Specord IR-75 în amestec cu KBr sau ulei de vaselină, în regiunea numerelor de undă  $400-2200 \text{ cm}^{-1}$  [18]. Conținutul substanțelor uscate a fost determinat prin metoda gravimetrică.

### Rezultate și discuții

Bibliografia selectivă la temă atestă că cianobacteriile conțin un număr redus de monozaharide libere [19]. Astfel, cantitatea monozaharidelor libere ale *Nostoc commune* alcătuiește, conform Payen [20], 0,4-1,5% la substanță uscată, sau 0,03-0,04%, conform Quillet [21].

Informația prezentată mai jos demonstrează pluricomponența polizaharidelor izolate din cianobacterii. Complexul de polizaharide ale *N.muscorum* a fost cercetat de Biswas [22]. Autorul a observat că acest complex este alcătuit din galactoză, glucoză, arabinoză, riboză, xiloză, ramnoză. Hough și coaut. au găsit că circa 60% din polizaharidele *N.commune* hidrolizează ușor în prezența acizilor, iar 30% din gume constau din acizii galacturonic și glucuronic, 10% – din ramnoză, 25% – din *D*-xiloză, restul 35% alcătuiesc galactoza, glucoza și monoze neidentificate [23]. Mai târziu, Mușak [24] relatează despre prezența glucozei, galactozei și arabinozei la *N.commune*. Monozele principale ale polizaharidelor extracelulare ale algei verzi *Coelastrum sphaericum* sunt ramnoza, galactoza, manoza, glucoza și acidul uronic. Brown [25] a realizat un studiu comparativ al algelor verzi *Dunaliella tertiolecta*, *Nannochloris atomus* și al mai multor specii de diatomee și prasinofite, în care a demonstrat că componenții glucidici majori ai microalgelor cercetate variază în dependență de clasă și specie, glucoza fiind principalul component al polizaharidelor cercetate, iar ramnoza, fucoza, riboza, arabinoza, xiloză, manoza și galactoza sunt prezente în diferite proporții.

Conținutul sumar al glucidelor *N.muscorum* constituie 25-48%, *N.punctiforme* – 21-42%, *S.platensis* – până la 15% [26]. Savanții francezi Allard, Casadevall [27], pe exemplul a 5 tulpini ale aceleiași specii de alge verzi *Botryococcus braunii*, au conchis că polizaharidele algale extracelulare pot fi eterogene ca structură și masă moleculară chiar și în cadrul unei singure specii; totuși, calitativ, monozele constituente rămân invariabile. Autorii relatează despre prezența predominantă a galactozei, la fel a fucozei, ramnozei, glucozei și a 2 zăharuri neidentificate la *B.braunii*.

Rezultatele cercetărilor proprii a 5 tulpini de microalge și cianobacterii din Colecția Națională de Microorganisme Neptogene au demonstrat că conținutul sumar al glucidelor în biomasa de nostoc, dunalielă, porfiridium și hematococcus constituie 45,9, 30,2, 57,5 și 22,1% biomasă absolut uscată BAU, respectiv (*a se vedea* Tabelul).

Conform datelor obținute, alga roșie *P.cruentum* CNM-AR 01 se deosebește printr-un conținut deosebit de înalt de glucide alcool- și hidrosolubile, principalele monoze constitutive fiind galactoza, glucoza, acidul glucuronic. Analizele CSS și IR-spectroscopice au demonstrat prezența compușilor cu sulf și a celor aminici în fracția „PB” din porfiridium. Este bine cunoscut că algele roșii conțin poligalactani sulfatați, fapt menționat și în studiile noastre anterioare [28-29]. Astfel, prezența galactozei și a sulfului confirmă în mod indirect posibilitatea existenței caraginanilor sulfatați în materialul cercetat.

La fracționarea succesivă a biomasei de porfiridium, repartizarea cantitativă a glucidelor sumare are o tendință clară. Cantitatea principală a glucidelor este extrasă cu apă (70,80%). Prin extracția cu alcool se obțin 22,22%, iar la hidroliza cu acid – numai 6,98%. De obicei, cu ajutorul apei sunt extrase polizaharidele slab legate de tipul pectinelor vegetale, iar cu alcool – mono- și oligozaharidele. Hidroliza în condiții mai aspre permite cercetarea polizaharidelor structurale (*a se vedea* Tabelul, Fig.1).

Investigațiile tulpinii cianobacteriei *N.linckia* (Roth.) Born et Flah CNM CB 03 au demonstrat că partea principală a glucidelor de nostoc se află în stare polimerizată, având ca monoze constitutive xiloza, galactoza, arabinoza și cel puțin două monoze neidentificate. Monoze libere în lichidul cultural de nostoc nu au fost observate. La fracționarea succesivă a biomasei de nostoc repartizarea cantitativă a glucidelor sumare are o tendință clară. Cantitatea principală a glucidelor se obține la hidroliza acidă (88,44% din suma glucidelor). Prin extracția cu alcool se obțin 8,92% glucide, cu apă – 2,64% din suma glucidelor [30]. Conținutul sporit de hemiceluloză și substanțe pectice denotă că, în special, acestor glucide le revine rolul elementelor structurale de bază ale *N.linckia*.

Tabel

**Conținutul glucidelor în biomasa microalgelor și cianobacteriilor cercetate la fracționarea biomasei algale**

Fracția	Specificarea glucidelor	Carbhidrați	
		% BAU	% suma glucidelor
<i>Porphyridium cruentum</i> CNM-AR 01			
I	Mono- și dizaharide solubile în alcool	-	22,2
II	PZ coloidale hidrosolubile	-	70,8
III	PZ de tipul hemicelulozei și compușilor pectinici	-	5,8
IV	PZ de tipul celulozei	-	1,2
<i>Nostoc linckia</i> (Roth.) Born et Flah CNM CB 03			
I	Mono- și dizaharide solubile în alcool	4,09	8,9
II	PZ coloidale hidrosolubile	1,21	2,6
III	PZ de tipul hemicelulozei și compușilor pectinici	35,95	78,4
IV	PZ de tipul celulozei	4,62	10,1
<i>Dunaliella salina</i> Teod.Calu CNMN-834			
I	Mono- și dizaharide solubile în alcool	9,02	29,9
II	PZ coloidale hidrosolubile	0,68	2,3
III	PZ de tipul hemicelulozei și compușilor pectinici	15,94	52,9
IV	PZ de tipul celulozei	4,51	14,9
<i>Haematococcus phuvialis</i> Flotow CNM-AV-05			
I	Mono- și dizaharide solubile în alcool	3.83	17.3
II	PZ coloidale hidrosolubile	5.50	24.9
III	PZ de tipul hemicelulozei și compușilor pectinici	9.50	43.0
IV	PZ de tipul celulozei	3.27	14.8

Rezultatele cercetărilor proprii ale glucidelor algei verzi *D.salina* Teod.Calu CNMN-834 atestă uniformitatea compoziției glucidelor de dunalielă, acestea fiind în mare parte polimerizate, de structura (67,83% din suma glucidelor) și conțin în calitate de monomeri principali galactoză și arabinoză, precum și cel puțin un monozaharid cu o mobilitate superioară arabinozei (Rf 0,72), de natură aldopentoză sau acid 2-cetohehexonic. Prin extracția cu alcool la fel am obținut o parte importantă de glucide – 29,91% din suma glucidelor. Cantitatea glucidelor libere din lichidul cultural al *D.salina* constituie 0,4% BAU (a s vedea Tabelul, Fig.1).

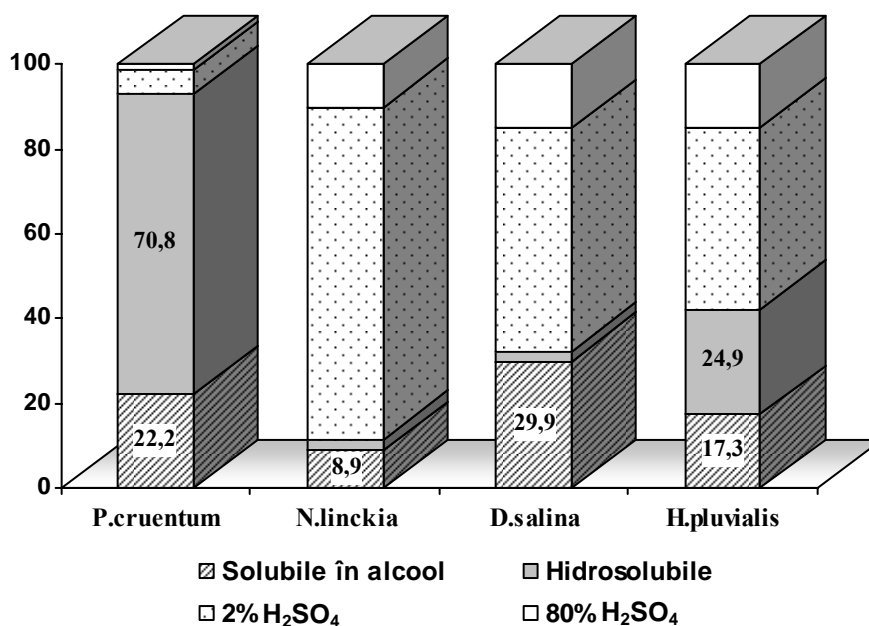


Fig.1. Distribuția cantitativă a fracțiilor principale de carbohidrați în biomasa tulpinilor de microalge și cianobacterii în studiu, % suma glucidelor.

Cercetarile biochimice ale lichidului cultural de *H.pluvialis* Flotow CNM-AV-05 atestă prezența unei cantități nesemnificative de glucide – 2,1% BAU și lipsa unor monoze libere. Prin urmare, această cantitate poate fi atribuită glucidelor polimerizate – polizaharidelor extracelulare hidrosolubile, eliminate de algă în mediu pe parcursul cultivării. Partea principală a glucidelor de hematococcus din biomasa și lichid cultural se află în stare polimerizată, având ca monoze constitutive glucoza, xiloza, manoza, galactoză, iar ca monoze libere – glucoza. Polizaharidele de structură alcătuiesc 57,8% din suma glucidelor, fiind reprezentate în special de PZ de tipul hemicelulozei și substanțelor pectice – 43% suma glucidelor (a se vedea Tabelul, Fig.1). Conținutul sporit al hemicelulozei și substanțelor pectice (fracția III) denotă că, în special, acestor glucide le revine rolul elementelor structurale de bază ale *H.pluvialis*.

Rezultatele investigațiilor cromatografice atestă că partea principală a glucidelor fracției „PB”, izolate din *S.platensis* (Nordst.) Geitl CALU-835, se află în stare polimerizată. Monoze libere nu au fost depistate. Hidrolizatul acid sumar al polizaharidelor fracției „PB” este pluricomponent. A fost fixată prezența ramnozei ca monoză principală, urmată de fructoză, acid glucuronic, galactoză, xiloză, în ordinea prezenței cantitative în materialul examinat. La fel, cercetările CSS și IR-spectroscopice indică asupra prezenței în fracția specificată a compușilor cu sulf și a aminelor. Astfel, cercetările efectuate ale preparatului „PB” separat din biomasa de spirulină au demonstrat că partea principală a compușilor organici, constituenți ai acestei fracții, sunt polizaharide geliforme sulfatate [29].

### Concluzii

Cercetarea calitativă și cantitativă a glucidelor tulpinilor în studiu a demonstrat că alga roșie *P.cruentum* se deosebește printr-un conținut înalt de carbohidrați alcool- și hidrosolubili, principalele monoze constitutive fiind galactoză, glucoza, acidul glucuronic. Polizaharidele gelifiante libere de porfiridium sunt reprezentate prin poligalactani sulfatați. Carbohidrații de *H.pluvialis* sunt în mare parte polimerizați, sub forma unor

polizaharide de tipul hemicelulozei și substanțelor pectice, având ca monoze structurale glucoza, xiloza, manoza, galactoza, iar ca monoză liberă – glucoza. Partea majoră a glucidelor de nostoc se află în stare polimerizată și conține xiloză, galactoză, arabinoză și cel puțin două monoze neidentificate. Carbohidrații agei verzi *D.salina* sunt în mare parte polimerizați de structură și conțin în calitate de monomeri principali galactoza și arabinoza.

Conținutul sulfurii, galactozei și al acidului glucuronic în fracțiile hidrosolubile separate din spirulină și porfiridium indică asupra prezenței poligalactanilor sulfatați în biomasa tulpinilor de spirulină și porfiridium de colecție.

Prezența masivă a fracțiilor extrase cu alcool și apă în biomasa tulpinilor cercetate oferă posibilitatea valorificării lor cu scopul creării de noi biopreparate. Rezultatele obținute pot fi aplicate în ficobiotehnologie, în elaborarea noilor tehnologii autohtone de producere a biopreparatelor de natură preferențial glucidică.

#### Referințe:

1. Rudic V., Cepoi L., Codreanu S. Mediu pentru cultivarea algei roșii *Porphyridium cruentum* // Patent MD 691. - BOPI. - 1997. - Nr.3. - P.17.
2. Rudic V., Cepoi L., Eremia Iu. Procedeu de obținere a biomasei de alge roșii *Porphyridium cruentum* // Patent MD 909. - BOPI. - 1998. - Nr.2. - P.16.
3. Rudic V., Bulimaga V. Procedeu de obținere a ficocianinei // Patent MD 1008. - BOPI. - 1998. - Nr.8. - P.16.
4. Nakashima H., Kido Y., Kobayasi N., Motoki, Y. et al. Antiretroviral activity in a marine red alga: reverse transcriptase inhibition by an aqueous extract of *Schizymenia pacifica* // J.Cancer Res. Clin. Oncol. - 1987. - Vol.113. - P.413-416.
5. Boisson Vidal C., Haroun F., Ellouali M., Blondin C. et al. Biological activities of polysaccharides from marine algae // Drug Future. - 1995. - Vol.20. - P.1237-1249.
6. Hasui M., Matsuda M., Okutani K. and Shigeta, S. In vitro antiviral activities of sulfated polysaccharides from a marine microalga (*Cochlodinium polykrikoides*) against human immunodeficiency virus and other enveloped viruses // Int. J. Biol. Macromol. - 1995. - Vol.17. - P.293-297.
7. De Pauw N., Persoone G. Microalgae for agriculture.-Microalgal Biotechnol. Ed. Borowitzka M.A. and Borowitzka L.J. - Cambridge: Cambridge Univ.Press, 1988, p.197-221.
8. Lewis R.A. Extracellular polysaccharides of green algae // Can. J. of Microbiology. - 1956. - Vol.2. - P.665-672.
9. Moore B.G., Tischer R.G. Extracellular polysaccharides of algae: effect of life-support system // Science. - 1964. - Vol.145. - P.586-587.
10. Becker E.W. Microalgae: biotechnology and microbiology / Ed. Baddiley J. et al. - Cambridge, New York: Cambridge Univ. Press, 1994, p.178.
11. Gromov B.V. and Titova N.N. The Microbiological laboratory' s algae cultures Collection of the Biological Leningrad Institute. - In: The cultivation of collection algae strains, 1983, p.3-27.
12. Rudic V.F., Shalar V.M., Obukh P.A. Algal strain *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. CALU-835 – a producer of biomass // A.c. 1347204 USSR. - Discoveries. - 1987. - Patents. [Rus.].
13. Rudic V., Cepoi L. *Porphyridium cruentum* CNM-AR 01 – sursă de substanțe bioactive // Patent MD Nr.275. - BOPI. - 1995. - Nr.9. - P.14.
14. Борш З.Т., Степанова Г.М. Применение антронового реактива для микроопределения углеводов в водорослях // Известия АН МССР. - 1966. - №1. - С.96-98.
15. Hayashi T., Hayashi K., Maeda M., Kojima I. Calcium spirulan, an inhibitor of enveloped virus replication, from a blue-green alga *Spirulina platensis* // J. of Natural Product. - 1996. - Vol.59. - Nr.1. - P.83-87.
16. Филиппович Ю.Б., Егорова Г.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. - Москва: Наука, 1975, с.214-242.
17. Кирхнер Дж. Тонкослойная хроматография. - Москва: Мир, 1981, с.222-284.
18. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. - Москва: Мир, 1965, с.21-85.
19. Косенко Л.В., Рашба О.Я. Изучение состава углеводов в клетках некоторых синезеленых водорослей // Микробиологический журнал. - 1967. - Том 29. - С.487-490.
20. Payen J. Recherches biochimiques sur quelques *Cyanophycees* // Rev. algol. - 1938. - 11. - No1. - P.1-99.
21. Quillet M. Sur les saccharose et les glucides vacuolaires de deux especes d'algues bleues *Rivularia bullata* et *Nostoc commune* // C. r. Acad. sci. ser. D. - 1967. - 264. - Nr.23. - P.1718-1720.
22. Biswas B.B. A polysaccharide from *Nostoc muscorum* // Sci. and Cult. - 1957. - 22. - No2. - 696-697.
23. Hough L., Jones J.K.N., Wadman W.H. An investigation of the polysaccharide components of certain freshwater algae // J. Chem. Soc. - 1952. - P.3393-3399.

24. Мушак П.А. Биомасса синезеленых водорослей – сырье для получения биологически активных веществ // Альгология. - 1999. - 9. - №2. - С.98-99.
25. Brown M. The amino-acid and sugar composition of 16 species of microalgae used in mariculture // J. of Experimental Marine Biology and Ecology. - 1991. - 145(1). - P.79-99.
26. Судьина Е.Г., Шнюкова Е.И., Костлан Н.В., Мушак П.А., Тупик Н.Д. Биохимия синезеленых водорослей. - Киев: Наукова думка, 1978, с.5-40.
27. Allard B., Casadevall E. Carbohydrate composition and characterization of sugars from the green microalgae *Botryococcus braunii* // Phytochemistry. - 1990. - 29(6). - P.1875-1878.
28. Rudic V., Cepoi L., Micu A., Sirețanu L., Granatskaia T., Dvornikova T. Studiul complexului de polizaharide ale algei roșii *Porphyridium cruentum* CNM-AR-01 // Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria „Științe chimico-biologice” - Chișinău, 1999, p.16-19.
29. Rudic V., Cepoi L., Cincilei A., Dvornikova T., Sirețanu L. A comparative study of sulfur-containing carbohydrate complexes of *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl.CALU-835 and *Porphyridium cruentum* Nag. CNM-AR 01 // Int. Journal on Algae. - 2003. - No5(1). - P.78-81.
30. Rudic V., Cincilei A., Platinda V., Cojocari A. Studii asupra complexului de glucide ale cianobacteriei *Nostoc linckia* (Roth.) Born et Flah CNM CB 03 // Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria „Științe chimico-biologice”. - 2003. - P.187-189.

Prezentat la 13.02.2008