CZU: 582.232:556.3(478) **https://doi.org/10.59295/sum6(186)2025_18**

PARTICULARITĂȚILE MORFOFIZIOLOGICE ALE TULPINII DE SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.) GEITL CAUSM-26 CULTIVATĂ PE UNELE APE MINERALE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Sergiu DOBROJAN, Gheorghe JIGĂU, Galina DOBROJAN, Victor MELNIC, Angela MELNIC,
Universitatea de Stat din Moldova

Gabi-Ionuț PLAVAN,
Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași

În prezentul articol sunt prezentate rezultatele studiului privind particularitățile morfofiziologice ale tulpinei cianobacteriei Spirulina platensis, cultivată pe medii nutritive suplimentate cu ape minerale. Cercetările au demonstrat că utilizarea mediilor de cultură pe bază de ape minerale favorizează apariția tendinței de spiralare a filamentelor tulpinii de Spirulina platensis analizate. De asemenea, aceste medii determină reducerea dimensiunilor filamentelor, precum și a parametrilor morfometrici ai celulelor – înălțimea, diametrul și suprafața. Totodată, cultivarea pe medii nutritive preparate cu ape minerale conduce la accelerarea vitezei de creștere a cianobacteriei și la obținerea unei biomase comparabile cu cea obținută în mediile standard utilizate pentru Spirulină. Prin urmare, se poate concluziona că apele minerale pot fi valorificate și utilizate ca solvent nutritiv pentru cultivarea cianobacteriei Spirulina platensis în condițiile Republicii Moldova.

Cuvintele-cheie: *morfologie, productivitate, medii de cultură, ape subterane, viteza de creștere, viteza de dividere, Spirulina platensis.*

MORPHOPHYSIOLOGICAL PARTICULARS OF SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.) GEITL CAUSM-26 STRAIN CULTIVATED ON SOME MINERAL WATERS FROM THE REPUBLIC OF MOLDOVA

This article presents the results of the study on the morphophysiological characteristics of the cyanobacterium Spirulina platensis strain, cultivated on nutrient media supplemented with mineral waters. Research has shown that the use of culture media based on mineral waters favors the appearance of a spiraling tendency of the filaments of the analyzed Spirulina platensis strain. Also, these media determine the reduction of the filament dimensions, as well as the morphometric parameters of the cells - height, diameter and surface. At the same time, cultivation on nutrient media prepared with mineral waters leads to the acceleration of the growth rate of the cyanobacterium and to the obtaining of a biomass comparable to that obtained in the standard media used for Spirulina. Therefore, it can be concluded that mineral waters can be utilized and used as a nutrient solvent for the cultivation of the cyanobacterium Spirulina platensis under the conditions of the Republic of Moldova.

Keywords: *morphology, productivity, culture media, groundwater, growth rate, division rate, Spirulina platensis.*

Introducere

Cianobacteria *Spirulina platensis* are o valoare incontestabilă, lucru datorat conținutului înalt de proteine și alte substanțe biologic active, și de aceea este utilizată pe larg în alimentația umană și animală, în sănătate (farmaceutică), cosmetologie ș.a. [1, 2]. Datorită acestor proprietăți, actualmente ea a căpătat o răspândire globală fiind cultivată, în cantități industriale, departe de arealul natural al ei [3, 4]. Totuși, marea majoritate a populației nu are posibilitate de utilizare a Spirulinei, sau a produselor obținute din biomasa ei, din cauza neajunsului de biomasă și a prețului înalt al ei. De aceea, considerăm că este foarte importantă crearea unor medii naturale ieftine și accesibile tuturor, care ar permite obținerea biomasei cianobacteriene eficiente cu un preț mai redus.

Pentru cultivarea *Spirulinei* pe astfel de medii, pe lângă menținerea condițiilor obligatorii de cultivare (iluminare, agitare, conținut chimic), este foarte importantă determinarea stării morfologice și fiziologice a culturii cianobacteriene [5-7]. Modificările survenite sub influența factorilor biotici și abiotici de mediu se răsfrâng, în primul rând, asupra aspectului morfologic la cianobacterii și asupra proprietăților fiziologice și biochimice din celulele lor. În funcţie de natura sărurilor şi de concentraţia acestora în mediu, se modifică parametrii morfologici ai talului cianobacteriilor. Un studiu arată că lungimea trihomilor cianobacteriei *Spirulina* este mai mare în mediul cu o concentraţie mai mică de săruri. În prezenţa sării de Na_2SO4, în concentraţia de 80 g/l, *Spirulina* îşi schimbă forma, devenind mai liniară. În cazul sării de NaCl la aceeaşi concentraţie spirala se scurtează şi se răsuceşte, iar în cazul sării $NaHCO_3$ filamentele tind să-şi menţină forma spiralată. Micşorarea concentraţiilor acestor săruri în mediu provoacă aceleaşi schimbări morfologice, dar în proporţii mai reduse [8-9]. Aspectul exterior al talului depinde şi de alţi factori, cum sunt intensitatea luminii în general, radiaţia ultravioletă ş.a.. La un nivel înalt al radiaţiei ultraviolete şi la creşterea perioadei de expunere are loc fragmentarea mai mare a filamentelor de *Spirulină* [10]. Influența intensității înalte a luminii, temperaturi, modul de cultivare provoacă schimbarea dimensională a filamentelor și schimbarea lor de la forma spiralată la cea dreaptă. Totuși, forma dreapta a filamentelor de *Spirulină* nu reprezintă un dezavantaj al ei. Unii autori au demonstrat că *Spirulina* cu filamentele drepte posedă un potențial mai înalt de rezistență la condiții nefavorabile de mediu, comparativ cu forma spiralată a filamentelor [11].

Un interes deosebit, atât ştiinţific cât şi practic, prezintă determinarea particularităților fiziologice la *Spirulina platensis.* Viteza de creștere a celulelor, de exemplu, este direct dependentă de viteza reacțiilor biochimice din celulă, care sunt bazate pe sinteza proteinelor și a acizilor nucleici, care în comparație cu substanțele de rezervă sunt partea activă a protoplasmei. Exprimarea sumară a vitezei reacțiilor biosintetice a populațiilor de cianobacterii poate servi viteza de dividere a celulelor [12], lucru care este foarte important pentru determinarea condiţiilor optime de creştere a biomasei, a mediului de cultivare etc.

De aceea, în prezenta lucrare ne-am propus să studiem modificările morfologice și fiziologice ale cianobacteriei *Spirulina platensis* cultivată pe medii compuse din unele ape subterane ale R. Moldova.

Materiale şi metode

Drept obiect de studiu a servit cianobacteria *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. CAUSM. 26 intreţinută în cultură pură în laboratorul „Algologie V. Şalaru” a Universităţii de Stat din Moldova. Această tulpină de *Spirulina platensis* are filamentele drepte şi o productivitate mult mai ridicată comparative cu alte tulpini. Cianobacteria a fost cultivată, după metoda periodică, în condiţii de laborator la iluminare continuă de 18 – 24 mii erg/cm2 cu agitare periodică şi temperatura de 31,4 ± 0,80˚C. În experimete au fost utilizate apele subterane colectate dintr-o sondă (de la o adâncime de aproximativ 70 m) a staţiunei balneo climaterică „Codru” din satul Hîrjauca, raionul Calaraşi, R. Moldova. Staţiunea este situat la latitudinea de 47.3241 şi longitudinea de 28.2224. Cianobacteria *Spirulina platensis* a fost cultivată pe trei tipuri de medii, a câte 6 repetări, şi anume: 1-apă din sondă; 2-apă din sondă + mediu Zarouk (în lipsă de microelemente), 3-mediu Zarouk. Pe parcursul experienţelor au fost determinate particulariăţile morfologice (peste o periodicitate de 5 zile) şi cele fiziologice (peste un interval de 3 zile) cianobacteria cultivată pe fiecare mediu de cultură. Lungimea filamentelor, înălţimea celulelor cianobacteriei şi diametrul au fost determinate prin măsurare, utilizând microscopul electronic „Optica pro”, înzestrat de sistem automat de măsurare. Înainte de a determina indicii morfologici probele erau agitate manual timp de 5 minute. Volumul şi suprafaţa celulelor au fost determinate conform metodei după formula $V = \pi/4 \times D2 \times H$, unde V – volumul celulei; D – diametrul; H – înălţimea; $A= \pi xDx(H+D/2)$, A exprimând suprafaţa celulară. Suprafaţa exterioară a fost determintă după metoda propusă de [13], conform formulelor:

(S/W)кл (м2•кг-1) = Sкл/Wкл(мкм2*мг1)•1000,

unde S reprezintă suprafaţa celulei, iar W – volumul celular.

Biomasa cianobacteriei a fost determinată după metoda propusă de V. Rudic, la fotocolorimetrul modelul КФК -2 la D750 [14]. Viteza de reproducere a fost determinată după formula:

$\mu=\log2Nt-\log2N0/t$

unde *N0* și *Nt* reprezintă concentrația celulelor la etapa inițială și peste *t* – zile [12].

Viteza de creștere a populației a fost determinată după formula:

μx =dx/dt

unde *dx* este creșterea biomasei, iar *dt* – intervalul de timp [15].

Conţinutul chimic la apelor utilizate în experienţa a fost stabilit prin determinarea pH-ului cu ajutorul aparatului Conrort C933, HCO3-, NO2-, NO3-, NH4+, PO43-, P2O5- servindune de metodele clasice de determinare [16], indicatorii organoleptici (gust, miros) au fost determinați după metodele standarde [17].

Calculul statistic al rezultatelor a fost stabilit, prin determinarea medii aritmetice – *X*, a erorii standard – *x*; minimum-min, maximum-max, a coieficientului de variaţie – *V,* a indicatorului de exactitate – *P,* utilizând programa computerizată Statistica-6.

Rezultate și discuții

Apa utilizată în experimente a fost selectată din motiv că conține cantități semnificative de substanțe biogene, posedă un miros specific (tab.1) și creează potențial în utilizare, deoarece este de zeci de ori mai ieftină decât mediul de cultură Zarouk.

Tabelul 1. Conținutul chimic al apei subterane din stațiunea balneoclimatică „Codru”

Indicii analizaţi										
Gust, grade franceze		Miros, (baluri)	t, °C	pH	HCO_3^- mg/l	PO_4^{3-} mg/l	$P_2O_5^-$ mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	NH_4^+ mg/l
X	8	4	20,20	8,33	882,46	3,22	0,36	0,023	2,39	4,685
x			0,005	0,006	4,066	0,080	0,018	0,0003	0,0004	0,106
min.			20,19	8,32	878,40	3,06	0,25	0,023	2,390	4,473
max			20,21	8,34	890,60	3,30	0,38	0,024	2,391	4,792
V			0,0001	0,0001	49,61	0,019	0,002	0,000	0,000	0,033
P			0,024	0,072	0,460	2,484	5,00	1,304	0,016	2,262

După cum observăm, conţinutul chimic al apei analizate nu corespunde totalmente cerinţelor nutritive pentru creşterea cianobacteriei *Spirulina platensis* şi de aceea, după cum am mai menţionat, am utilizat această apă ca surplus de macroelemente şi sursă de microelemente pentru *Spirulina* cultivată pe mediul Zarouk în lipsa microelementelor. Un indice important ce denotă starea celulelor este şi aspectul morfologice. Indicii morfologici inițiali ai inoculumului sunt redați în tab. 2.

Tabelul 2. Aspectul morfoloigic iniţial al cianobacteriei *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl CA-USM. 26 inoculată în mediile de cultură

Indicii analizați	Min	Max	X	X
Lungimea filamentelor	65	416,69	255,60	28,56
Înălţimea celulelor	2,89	6,25	4,10	0,08
Diametrul celulelor	3,44	7,12	5,0	0,23
Volumul celular	26,66	247,13	96,73	3,6
Suprafaţa celulelor	53,68	219,29	118,29	4,90
Suprafaţa exterioară	2013,50	887,34	1222,88	50,10

După cum observăm tulpina inoculată, din punct de vedere al particularităţilor morfologice, fapt ce se indică mai amplu prin lungimea filamentelor (X = 255,60), este considerată tânără, ceea ce este important în procesul de cultivare. Odată cu expunerea ei pe mediu de cultură peste un interval relativ scurt de timp apar unele modificări morfologice tipice (tabelul 3. Modificări morfologice tipice).

Tabelul 3. Modificările morfologice ale cianobacteriei *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl CAUSM. 26 cultivată pe diverse medii la a 5-a zi

Indicii analizaţi	3				2				1			
	Min	Max	X	x	Min	Max	X	x	Min	Max	X	x
Lungimea filamentelor	30	479,23	266,43	29,03	55,48	595,80	273,99	30,40	70,19	526,72	280,11	32,12
Înălţimea celulelor	2,80	4,92	3,71	0,15	2,83	4,40	3,63	0,08	2,98	5,13	3,86	0,14
Diametrul celulelor	3,15	5,82	4,69	0,11	3,17	7,24	5,23	0,20	4,70	6,30	5,52	0,09
Volumul celular	21,67	129,98	63,63	3,03	22,18	179,89	77,45	3,50	51,34	158,81	91,74	2,99
Suprafaţa celulelor	43,27	143,09	89,1 7	4,10	43,89	182,32	102,55	4,92	78,66	164,19	114,74	3,89
Suprafaţa exterioară	1996,76	1100,86	1401.38	60,02	1978,80	1013,50	1324,08	55,11	1532,13	1033,87	1250,79	44,91

După cum observăm, lungimea filamentelor cianobacteriei în toate probele analizate a crescut considerabil, totuşi cele mai lungi filamente ale *Spirulinei* s-au dovedit a fi în proba 1, cu media de 280,11 microni, care erau aproximativ egale cu cele din proba 2 şi cu 13,68 microni mai lungi decât în proba 3. Înălţimea celulelor însă nu denotă mari diferenţe în funcţie de mediul de cultură (diferenţele practic nu depăşesc 1 micron). Celulele *Spirulinei* din proba unu s-au dovedit a fi mai mari în diametru, volum şi suprafaţă comparativ cu cele ale cianobacteriei din probele 2 şi 3. Spirulina cultivată pe mediul de bază (Zarouk), la această perioadă, nu suferă modificări esenţiale de diametru, volum şi suprafaţă, lucru care este caracteristic probelor 2 şi în special 1. La această perioadă unele filamentele ale *Spirulinei* din proba 1 au tendinţa de spiralizare, ceea ce reprezintă un lucru pozitiv, deoarece cianobacteria întâlnită în lacurile naturale are forma filamentelor spiralată, iar în cazul cultivării canibacteria pe variantele 3 şi 2 forma spiralată a filamentelor nu a fost întâlnită, se observă doar o încovoiere slabă a lor (fig. 1. II; III; VI - a).

La a zecea zi de analiză, aproximativ, toate filamentele *Spirulinei* cultivate pe mediu 1 aveau tendinţa de a se îndrepta, iar forma spiralată era foarte rar întâlnită tab. 4. În celelalte cazuri, varianta cu mediile 2 şi 3, filamentele cianobacteriei erau liniare, forme de spiralizare nu au fost întâlnite (fig. 1. II; III; VI -b).

Tabelul 4. Modificările morfologice ale cianobacteriei Spirulina platensis (Nordst.) Geitl CAUSM. 26 cultivată pe diverse medii la a 10-a zi

Indicii analizaţi	3				2				1			
	Min	Max	X	x	Min	Max	X	x	Min	Max	X	x
Lungimea filamentelor	44,76	620,67	312,90	43,00	25,91	381,99	224,35	23,07	34,59	526,0	267,00	33,52
Înălţimea celulelor	3,03	6,01	4,25	0,15	3,27	5,60	4,25	0,12	2,89	5,90	3,94	0,15
Diametrul celulelor	3,56	6,08	4,86	0,12	4,34	6,59	5,79	0,10	3,48	6,59	5,07	0,16
Volumul celular	29,95	173,29	79,26	2,60	48,04	189,69	111,13	3,10	27,29	199,85	78,99	2,51
Suprafaţa celulelor	53,76	172,77	101,93	3,50	74,13	184,64	129,90	2,90	50,59	190,26	103,08	3,11
Suprafaţa exterioară	1794,99	996,99	1286,02	45,04	1543,08	973,37	1168,90	28,02	1853,79	952,01	1304,97	30,10

La a zecea zi de cultivare se observă o creştere a lungimii filamentelor în proba 3, cu aproximativ 17,44%, comparativ cu precedenta analiză. În probele 2 şi 1 se observă o scurtare a filamentelor, în medie cu 49,64 şi 13,11 microni, comparativ cu dimensiunile lor la a 5-a zi. Înălţimea celulelor în toate probele are tendinţa de creştere, în special în proba 3 şi 2. În probele 3 şi 2 se observă o creştere neînsemnată a diametrului celular, iar în proba 1 celulele descresc în diametru comparativ cu perioada anterioară. Totuşi cele mai mari valori ale volumului şi suprafeţei celulare s-au dovedit a fi în proba 2, iar în probele 1 şi 3 au fost aproximativ egale. Cea mai mare suprafaţă exterioară a celulelor a fot înregistrată în varianta 1 urmată în descreştere de 3 şi 2.

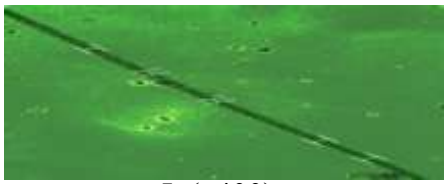
În cazul cianobacteria cultivată pe mediul 3, la a 15 – a zi din tabelul 5, la unele filamente se observă că apare forma spiralată, ceea ce nu este caracteristic pentru cianobacteria cultivată în variantele 1 şi 2 (figura II, III, VI - c). Ţine de menţionat faptul, că filamentele *Spirulinei* cultivată pe mediul Zarouk au forma liniară, iar tendința de spiralizare nu a fost întâlnită pe perioada analizată.

La a 15-a zi de analiză se observă clar majorarea dimensională a lungimii filamentelor în probele 3 şi 2 cu 13,03 – 125,69 microni, iar în proba 1 filamente au descrescut în medie cu 63,15 microni, ceea ce poate fi cauzată probabil de lipsa de substanțe nutritive din mediu.

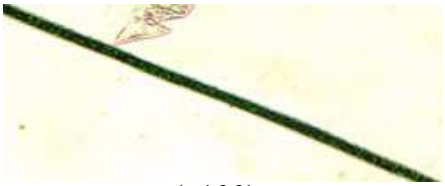
Tabelul 5. Modificările morfologice ale cianobacteriei Spirulina platensis (Nordst.) Geitl CAUSM. 26 cultivată pe diverse medii la a 15-a zi

Indicii analizaţi	3				2				1			
	Min	Max	X	x	Min	Max	X	x	Min	Max	X	x
Lungimea filamentelor	41,89	628,19	325,93	18,80	47,90	615,91	350,04	18,61	21,81	391,98	203,85	10,48
Înălţimea celulelor	3,29	5,12	4,04	0.09	3	5,4	4,05	0,20	3,69	5,08	4,23	0,08
Diametrul celulelor	4,47	6,86	5,47	0,10	3,17	5,46	4,42	0,16	4,22	6,40	5,56	0,11
Volumul celular	51,27	241,72	94,28	2,01	23,51	125,56	61,71	2,89	51,25	162,29	101,99	1,41
Suprafaţa celulelor	77,54	184,17	116,36	2,80	45,63	139,38	86,88	3,21	76,85	166,39	122,38	1,51
Suprafaţa exterioară	1512,38	761,91	1234,19	29,50	1940,87	1110,06	1407,87	48,40	1499,51	1025,26	1199,92	14,23

Înălţimea celulelor în probele 2 şi 3 are tendinţa de scădere în dimensiune, iar în proba 1 se observă creşterea înălţimii cu 9,64% comparativ cu precedentele măsurări. Diametrul, volumul şi suprafaţa celulară sunt în creştere la probele 1 şi 3, iar în cazul probei 2 aceşti indici sunt în descreştere, ceea ce este invers proporţional cu suprafaţa celulară exterioară.



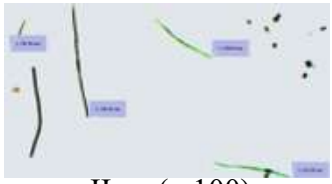
I (x400)



(x100)



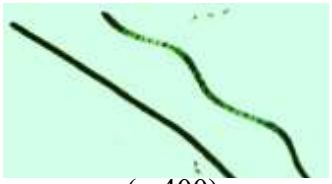
(x400)



II, a (x 100)



(x 100)



(x 400)



(x400)

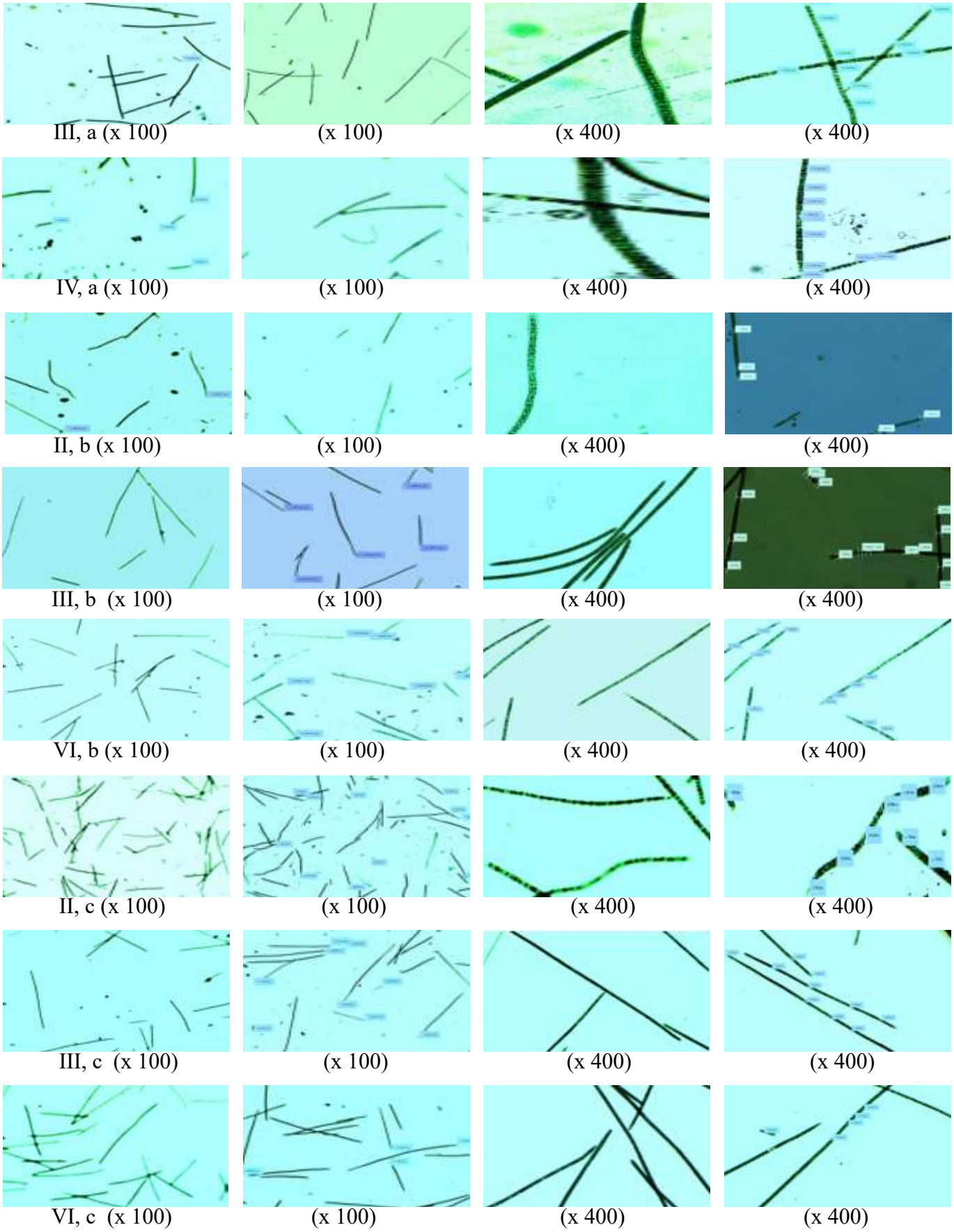


Figura 1. Aspectul morfologic al cianobacteriei *Spirulina platensi* monitorizat pe parcursul experimentelor (I – prima zi, II proba 3; III – proba 2; IV – proba 1; a – a 5-a zi, b- a 10-a zi; c – a 15 –a zi

Particularitățile fiziologice ale cianobacteriei *Spirulina platensis* denotă că cea mai mare viteză de dividere a celulelor variază de la o măsurare la alta, observându-se clar tendința de creștere exponențială a ei în variantele 1 şi 3, redate în tabelul 6. Cel mai înalt potenţial de reproducere îl posedă *Spirulina* cultivată în varianta experimentală cu nr. 2, în special la a 12-a zi atingând 1,06, ceea ce reprezintă o probă cu un potenţial înalt de aplicare. Viteza de dividere a cianobacteriei cultivată pe mediu Zarouk atingea maximum 0,98, iar a celei cultivată în varianta 1 era de cel mult 0,88. Viteza medie de dividere a cianobacteriei în proba 3 este de 0,70±0,019, proba 2 - 0,71±0,021, iar proba 1 doar de 0,60±0,024.

Tabelul 6. Valorile indicatorilor de creştere a cianobacteriei *Spirulina platensis* cultivată pe medii nutritive cu ape minerale

Zilele de analiză	Probele analizate					
	3		2		1	
	μ (X±x)	μx (X±x)	μ (X±x)	μx (X±x)	μ (X±x)	μx (X±x)
3	0,39±0,01	0,14±0,004	0,34±0,01	0,12±0,002	0,27±0,011	0,09±0,001
6	0,57±0,015	0,13±0,003	0,57±0,014	0,13±0,004	0,50±0.013	0,11±0,002
9	0,67±0,017	0,11±0,002	0,64±0,016	0,11±0,003	0,59±0,016	0,09±0,001
12	0,91±0,021	0,16±0,004	1,06±0,025	0,23±0,007	0,78±0,021	0,12±0,004
15	0,98±0,022	0,15±0,004	0,98±0,019	0,15±0,004	0,88±0,02	0,12±0,003
Men.	0,70±0,019	0,13±0,003	0,71±0,021	0,14±0,005	0,60±0,024	0,10±0,002

Analizând viteza de creştere a populaţiei de *Spirulina platensis* putem constata, la fel, că cele mai mari valori se atestă la varianta 2, în medie fiind de 0,14±0,005, urmată de proba 3 cu 0,13±0,003, iar probei 1 doar 0,10±0,002. Biomasa acumulată pe parcursul experimentelor atestă acelaşi lucru, rezultatele fiind incluse în fig 2.

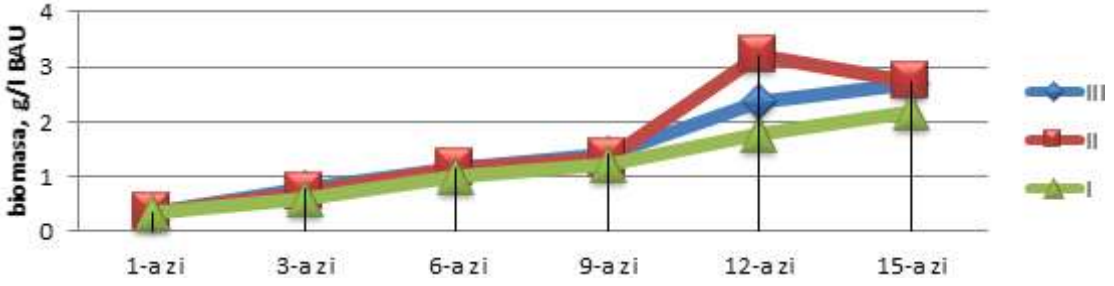


Figura 2. Dinamica acumulării biomasei de *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl CAUSM. 26

După cum observăm, cea mai înaltă cantitate de biomasă de *Spirulină* se obţine la utilizarea mediului 2 de cultivare la a 12-a zi (3,20±0,09), ceea ce nu s-a obţinut în cazul cultivării pe mediul Zarouk într-un interval de 15 zile. Varianta cu mediul de cultură 1, la fel prezintă un interes destul de important, deoarece ea permite acumularea a 2,19±0,10 g/l BAU într-un interval de 15 zile. Cu toate că această cantitate este de 1,46 şi 1,23 ori mai mică decât în variantele 1 şi 2, ea este mai avantajoasă economic deoarece nu necesită cheltuieli pentru procurarea de reagenţi necesari pentru procurarea cel puţin a sărurilor ce formează macroelementele din mediul de cultură a cianobacteriei *Spirulina platensis*.

Concluzii

Cianobacteria *Spirulina platensis* poate fi cultivată pe mediile analizate. Utilizarea mediului de cultură cu nr.3 contribuie la apariţia unor filamente spiralate, ceea ce denotă că aspectul morfologic este mai apropiat de cel al cianobacteriei colectate din lacurile arealului natural. Viteza de dividere a cianobacteriei este mai mare în cazul cultivării ei pe mediul cu nr. 2 atingând în medie 0,71±0,021, iar cea mai redusă se găseşte în mediul 1 (0,60±0,024). Acelaşi lucru este caracteristic şi pentru valorile vitezei de

creștere a populației. Biomasa cianobacteriei, la fel, este mai mare în varianta nr. 2 atingând la a 12-a zi (3,20±0,09), iar în proba cu nr. 1 doar 2,19±0,10 la a 15-a zi. Totuși, deși cantitatea de biomasă, viteza de creștere a celulelor și a populației este mai mică, proba cu nr. 1 prezintă un interes considerabil deoarece acest mediu este destul de ieftin şi accesibil pentru populaţia R. Moldova.

Bibliografie:

1. HARALD, W. *Spirulina micro food macro blessing*. Calif.: Leo Publishing Inc, 2004. 78 p. ISBN 1876173165, 9781876173166.
2. AMHA, B. The potential application of *Spirulina (Arthrospira)* as a nutritional and therapeutic supplement in Health management. *Journ., on Nutriceutical and Nutrition.* 2002. 5, № 2. p. 27-48.
3. FALYNET, J., HUNRY, J. *Spiruline aspect nutritionnels.* Fran.: Antenna technologies, 2006. 26 p.
4. CIFERRI, O. Spirulina the edible microorganism. *Micobiological reviews.* 1983, p. 567-569. doi: 10.1128/mr.47.4.551-578.1983.
5. *БАСНАКЬЯН, И. А.* Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами. М. Медицина, 1992. 192 с.
6. БРЯНЦЕВА, Ю. В., ЛЯХ, А. М., СЕРГЕЕВА, А. В. Расчет объемов и площадей поверх ности одноклеточных водорослей Черного моря. *Севаст*. НАН Украины. Ин- БЮМ, 2005. 25 с.
7. *АДАМС, Р.* Методы культуры клеток для биохимиков. М. Мир, 1983. 263 с.
8. KEBEDE, EL. Response of *Spirulina platensis* (*Arthrospira fusiformis*) from Lake Chitu, Ethiopia, to salinity stress from sodium salts. *Journal of Applied Phycology.* 1997. № 9, p. 551–558. DOI:10.1023/A:1007949021786.
9. BATTERTON, JC., VAN BAALEN., C. Growth response of bluegreen algae to sodium chloride concentration. *Arch. Mikrobiol.* 1971, № 76. p. 151–165. DOI: 10.1007/BF00411789.
10. HONGYAN, W., KUNSHAN, G., VIRGINIA, E., VILLAFAN, T., WATANABE, E., WALTER, H. Effects of Solar UV Radiation on Morphology and Photosynthesis of Filamentous Cyanobacterium *Arthrospira platensis. Applied and environmental microbiology*. 2005. 71, № 9, p. 5004–5013. DOI:10.1128/AEM.71.9.5004-5013.2005.
11. PARVIN, N., NASIMA, A., JOHN, L. M., SAJEDA, B. *Spirulina* Culture in Bangladesh XII. effects of different culture media, different culture vessels and different cultural conditions on coiled and straight filament characteristics of Spirulina. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.* 2008. № 43(3), p. 369-376
12. ХАЙЛОВ, К. М. Экологическая физиология морских планктонных водорослей (в условиях культур). Киев: Наукова думка, 1971. 208 с.
13. МИНИЧЕВА, Г. Г., ЗОТОВ, А. Б., КОСЕНКО, М. Н. Методические рекомендации по определению морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности. Севаст. НАН Украины. Ин- БЮМ , 2003. 34 с.
14. ГЕВОРГИЗ, Р. Г., ЛИСИЕВИЧ, А. В., ШМАТОК М. Г. Оценка биомассы Spirulina platensis (Nordst.) Geitl. по оптической плотности культуры. *Экология моря.* 2005. № 70, с. 96 – 106.
15. ПЕРТ, С. Д. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. 330 с.
16. GRIGHELI, GH., ŞALARU, V., JIGĂU, GH., STASIEV, GH., GALBURĂ, O. *Analiza chimică a calităţii apei*. Ch.: Cep USM, 2006. 113 p.
17. BUMBU, I., BUMBU, I., VÎRLAN, L. *Controlul şi monitoringul mediului, curs de lucrări practice şi laborator.* Ch.: UTM, 2006. 55 p. http://repository.utm.md/handle/5014/15995.

N. B.: *Studiul a fost realizat în cadrul Subprogramului de cercetare cu cifrul proiectului: 010102, RVE-MAF-Identificarea formelor valoroase de resurse vegetale cu utilitate multiplă pentru valorificarea în economia circulară.*

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

Gabriel-Ionuț PLAVAN, doctor în biologie, șef lucrări, Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iasi.
ORCID: 0000-0002-1194-1768
E-mail: gabriel.plavan@uaic.ro

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

Galina DOBROJAN*,* master în ecologie, cercetător ştiinţific, Universitatea de Stat din Moldova
ORCID: 0009-0003-1629-2220
E-mail: galinadobrojan87@gmail.com

Victor MELNIC**,** doctor în biologie, lect. univ., cercetător ştiinţific, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0001-6374-2499
E-mail: melnicvictor088@gmail.com

Angela MELNIC, licenţiat în biologie, cercetător ştiinţific, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0002-7376-5453
E-mai**l:** angela.melnic@am.utm.md

Prezentat: 16.10.2025