

CULTIVAREA PE SCARĂ LARGĂ A ALGELOR VERZI MONOCELULARE ȘI VALOAREA NUTRITIVĂ A PRAFULUI DE ALGE

Gy. Fodor, G. Răcz

Algele verzi monocelulare au intrat în categoria substanțelor alimentare numai în ultimul deceniu. Valoarea lor nutritivă se datorește, alături de conținutul ridicat în proteine, atât și rentabilității cultivării pe scară largă. Conținutul în proteine al acestor alge reprezintă 50% din substanța uscată, iar randamentul calculat pe unitate de suprafață depășește de 50 de ori rezultatele obținute cu metodele agricole curente. După *Tamiya*, randamentul maxim este de 43 g substanță uscată /mp/ 12 ore, iar *Nicuporovic* relatează o cantitate medie de 45 de tone substanță uscată /ha/ an.

Cultura artificială a algelor a început la sfârșitul secolului trecut. În timp ce culturile de laborator s-au răspândit repede în celelalte domenii ale microbiologiei (bacteriologie, micologie), în algologie aceasta metodă s-a extins destul de încet. Doua sunt marile cauze ale acestei întârzieri: 1. Cele mai multe particularități ale algelor microscopice sînt deseori atât de caracteristice, încît la determinarea lor nu sînt absolut necesare culturile pure. 2. Algele au fost considerate mult timp organisme lipsite de valoare și de aceea nu au prezentat interes pentru cercetările practice.

Bazele cultivării algelor în condiții de laborator au fost puse de *Artari*, *Grințescu*, *Chodat* și alții, în primul deceniu al secolului nostru. În următorii 30 de ani cultivarea algelor a fost solicitată îndeosebi de două împrejurări: 1. în numeroase probleme de fiziologie vegetală și mai ales în studierea fotosintezei, algele s-au dovedit a fi excelente subiecte experimentale și 2. în multe cazuri modul de înmulțire a algelor s-a putut cunoaște numai după înțunecarea culturilor pure. Începînd din anul 1940, și îndeosebi după 1950, s-a trecut la cultura pe scară largă a algelor, în vederea utilizării lor din punct de vedere economic. Cultivarea algelor în scopuri alimentare a fost preconizată pentru prima oară de *Harder* și *Witsch* precum și de *Spoehr* și *Milner*. Cele mai bune rezultate le-au dat algele monocelulare cu membrana celulară subțire. Spre deosebire de plantele superioare, aceste organisme acumulează în celulele lor, ca rezultat al fotosintezei, nu substanțe de rezervă, ci creează celule noi. Una din explicațiile acestui fapt este constatarea că o parte considerabilă a masei verzi o constituie proteinele. Tocmai de aceea, algele verzi monocelulare sînt mai valoroase decît algele marine pluricelulare, care și ele, la rîndul lor, au o apreciabilă utilitate practică. (*Baraskov*, *Fortunato*).

Pentru culturile în cantități mari, se utilizează în primul rînd speciile monocelulare de *Senedesmus* și *Chlorella* care se înmulțesc repede și sînt ușor cultivabile. Aceste specii aparțin ordinului Chlorococcales (Protococcales) al tipului Chlorophyta; ele sînt organisme autospore, la care modul de înmulțire sexuată nu se cunoaște.

Sursa de carbon a culturilor de alge. Pe lângă apă, care se găsește în mediul ambiant într-o cantitate nelimitată, cea mai importantă materie brută a fotosintezei este carbonul. Necesarul de carbon poate fi asigurat prin barbotare cu aer sau aer îmbogățit cu bioxid de carbon (1—10% CO₂). Experiențele lui *Moyse* arată că prin creșterea cantității de bioxid de carbon se poate obține un randament mai mare.

Osterlind susține ca *Scenedesmus quadricauda* poate utiliza ca sursă de carbon bicarbonatul de sodiu. *Felföldi* a dovedit că în condiții experimentale, valorificarea bicarbonatului de potasiu ca sursă de carbon se efectuează numai în prezența unui pH crescut (pH=10,2). În cazul apelor cu reacție bazică, acest fapt prezintă importanță practică.

Substanțe minerale în culturile de alge. În afară de apă și bioxid de carbon, printre materiile prime ale fotosintezei nu figurează nici o altă substanță minerală. De aceea algele verzi monocelulare nu sînt pretențioase în ceea ce privește mediile de cultură. Pe lângă magneziul existent în compoziția moleculei de clorofilă și fierul necesar la sinteza ei, algele au nevoie pentru a produce unele enzime de mai multe elemente, ca de exemplu cupru, mangan, cobalt etc. Dar cantitățile necesare sînt atât de minime și sărurile minerale utilizate conțin ca impurități aceste elemente în așa măsură, încît nevoile algelor pot fi satisfăcute.

Pentru reducerea cheltuielilor de întreținere a culturilor pe scară largă, mediile de cultură sînt întrebunțate din nou după filtrarea celulelor de alge, iar în mod periodic completarea se face pe baza analizei regulate a apei. Cunoșcîndu-se greutatea masei de alge filtrate și cantitatea componentilor minerali din specia respectivă, calcularea completărilor necesare se poate face și fără analiza apei. În cazul speciilor de *Scenedesmus* și *Chlorella* aceste valori sînt următoarele, potrivit calculelor făcute de *Krauss* și *Specht*, respectiv *Spoehr* și *Milner*.

Elementul	Procentul elementului calculat la substanța uscată	
	<i>Scenedesmus</i> sp.	<i>Chlorella</i> sp.
C	51,4	70,6
H	7,0	19,0
O	28,5	11,6
N	7,7	6,2
P	2,0	1,0
S	0,39	0,28
Mg	0,80	0,36
K	1,62	0,85
Ca	0,08	0,005
Fe	0,55	0,040
Zn	0,005	0,0006
Cu	0,004	0,001
Co	0,0003	0,00003
Mn	0,01	0,002

Din datele cuprinse în tabelul de mai sus rezultă că, conținutul în Ca este surprinzător de scăzut. Acest fapt corespunde observației, potrivit căreia speciile de alge amintite se înmulțesc ușor în apele moi.

Din punct de vedere practic, este deosebit de importantă constatarea lui *Krauss* și *Specht*, după care exceptînd azotul, lipsa substanțelor minerale nu diminuează conținutul în proteine al celulelor de alge.

Importanța azotului pentru culturile de alge

Myers susține ca numeroase alge monocelulare valorifică direct compușii cu conținut în azot organic. După cum se știe, multe din algele verzi sînt saprofite facultative. Așa se explică de ce printre cauzele care provoacă înflorirea apei, se află deseori

excrementele de animale sau alte substanțe organice, așa cum rezultă și din observațiile lui *Marcu*. În cazul bazinelor artificiale, *Fodor* și *Răz* au stabilit o corelație între cantitatea de alge verzi monocelulare și prezența urinei umane, fapt care a fost confirmat experimental.

În lucrările lui *Pipes* și *Gotaas*, cultivarea masivă a algelor în apele reziduale, se explică de asemenea prin capacitatea acestor organisme de a utiliza sursele de azot organic. *Moyse* măbind cantitatea de azot în culturile de *Chlorella pyrenoidosa*, a obținut un randament cu 50% mai mare.

În culturile de *Scenedesmus* cu un conținut corespunzător de săruri minerale, *Uherkovich* a observat o intensificare considerabilă a înmulțirii celulare, după adăugarea unor vitamine și mai ales a aneurinei.

Valorificarea energiei luminoase în culturile de alge

Pentru algele verzi monocelulare, intensitatea de lumină optimă este în jurul a 1.500 de luși. Din energia de lumină absorbită, algele utilizează 20% pentru producerea substanțelor organice. Cromatoforii absorb numai razele care au o lungime de undă mai scurtă de 700 milimicroni. Ei utilizează aproximativ 10% din energia luminoasă totală, spre deosebire de utilizarea de 0,5% observată la plantele terestre (*Kock*).

După *Myers* utilizarea în condiții mai bune a energiei luminoase se poate asigura prin 3 procedee:

1. În primul rând prin cultivarea unor tulpini de alge la care limita saturației cu lumina este ridicată, ceea ce se poate obține, dacă în bazinele expuse unei lumini intense indivizii rămăși în viață se cultivă în continuare.

2. Un alt procedeu este asigurarea luminatului intermitent. Acesta se poate realiza în cazul unei suspensii dese de alge, printr-o mișcare intensă, datorită căreia fiecare celulă de alge ajunge, după un anumit timp, în stratul cel mai bine luminat.

3. Al treilea procedeu este mărirea suprafeței luminate. Pentru această se așează pe suprafața bazinelor conuri transparente, cu baza orientată spre sursa de lumină. Dacă lungimea conurilor este de 5 ori mai mare decât diametrul bazei, atunci suprafața de difuzare a luminii este de 10 ori mai mare decât suprafața totală a bazelor. *Gaevskaia* a obținut rezultate bune, scufundind tuburi de neon în apă.

Întreținerea culturilor de alge, spre deosebire de culturile în profunzime ale microorganismelor heterotrofe (bacterii, actinomicete, drojzii, mușcăgauri) sînt îngreunate de faptul că celulele se umbresc reciproc. Acest factor limitează realizarea culturilor profunde de alge și de aceea cultura lor în cantități mari depinde de gradul circulației permanente a apei. Adîncimea bazinelor în aer liber nu este mai mare de obicei de 10—15 cm. În instalațiile care se bazează pe valorificarea luminii solare, culturile profunde prezintă avantajul că temperatura mediului de cultură poate fi mai bine reglată. Rezervoarele în forma de cutie, preconizate de *Mayer* și colab. se confecționează în întregime deasupra nivelului solului. Pentru asigurarea unei expuneri cât mai complete la lumina solară, partea sudică a acestor rezervoare se confecționează din sticlă.

La începutul cultivării pe scară largă a algelor verzi monocelulare s-a crezut că luminatul continuu este foarte important. De aceea au fost puse în funcțiune surse de lumină artificială în timpul nopții, crezîndu-se că cheltuielile de întreținere a culturilor depind în primul rând de prețul alimentării cu curent electric. *Krauss* și *Specht* au dovedit că o perioadă de întineric de 12 ore, urmînd unei perioade de lumină cu aceeași durată, nu micșorează randamentul, ci dimpotrivă acesta este chiar mai mare decât în cazul luminatului continuu. Din acest punct de vedere este foarte importantă constatarea acestor autori, potrivit căreia, celulele speciilor de *Scenedesmus* nu-și micșorează la întineric conținutul în proteine. De aceea nu trebuie să presupunem că algele se descompun în timpul nopții, la întineric, proteinele produse în timpul zilei.

Cerșele față de temperatura a culturilor. Randamentul este direct proporțional cu temperatura din timpul zilei, dar temperatura din timpul nopții nu exercită asupra lui nici o influență. Această constatare a lui *Taniya* concordă cu rezultatele relatate de *Moyse*,

care în lunile de vară a reușit să obțină 15—18 g/m² substanță uscată, dar în perioadele de primăvară și toamnă cantitățile obținute în același mediu de cultură nu au depășit 6—10 g. La culturile pe scară redusă, încălzirea din timpul zilei poate atinge un grad atât de mare, încât tulpinile mezofile se distrug. Au fost comunicate rezultate bune în urma aplicării tulpinilor termofile selectate. La această, în cazul speciilor de *Scenedesmus*, temperatura optimă nu a fost de 25—27° C, ci mai mare de 30° C.

Instalațiile de cultură. Cultura în mare a algelor depinde nu numai de apă, de materii prime corespunzătoare (înainte de toate CO₂ și N), de lumina și de temperatura, ci și de gradul agitării continue a mediului de cultură. Prin agitarea mediului se urmărește să se asigure o cantitate suficientă de lumina, un nivel uniform de bioxid de carbon și să se împiedice în același timp sedimentarea algelor. Principiul instalațiilor de cultură depinde în primul rând de caracterul mijloacelor prin care se asigură agitarea.

Procedeele indicate pentru agitarea continuă a mediului de cultură sînt următoarele:

1. Metoda prin barbotare, care asigură agitarea prin trecerea unui curent de aer îmbogățit cu bioxid de carbon. Această metodă se utilizează la bazinele deschise. (*Gummert, Morimura*).

2. Metoda aplicării instalațiilor de amestec. În acest caz nușcarea continuă a mediului de cultură se efectuează cu ajutorul unor palete activate de motor. Ea se utilizează la rezervoare (Mayer), dar a dat rezultate bune și în cazul bazinelor deschise. (*Kanizawa*).

3. Metoda prin scufurare. Aceasta metoda constă în mișcarea permanentă a întregii culturi împreună cu vasele. Ea poate fi aplicată la instalațiile de dimensiuni mai mici (*Tamiya*).

4. Metoda prin circulație. Cultura se efectuează într-un sistem de tuburi transparente confecționate din mase plastice asigurîndu-se circulația continuă a mediului de cultură. Un astfel de sistem de curenți în circuit închis a fost elaborat de *Tamiya*. Suprafața iluminată fiind de 15 m², volumul mediului de cultură a 1.000 litri, viteza curentului de 35—50 cm/sec, iar cantitatea de aer îmbogățit cu bioxid de carbon: 25—50 l/min./tonă.

Obținerea cea mai economică a prafului de alge este valorificarea algelor din bazinele în aer liber amenajate în alte scopuri. Asupra acestei posibilități au atras atenția *Fodor și Răzic*. Bazinele sportive populate cu specii de *Scenedesmus* a căror apă se tratează intens cu clor și cu sulfat de aluminiu avînd o temperatură de 26° C, constituie condiții prielnice pentru cultura algelor. Prezența urinei umane are un rol hotărîtor în înmulțirea rapidă a speciilor de *Scenedesmus*. Aplicînd procedeul acestor autori se pot prepara la 4—5 zile, fara nici o investiție specială, cîteva kg de praf de alge.

Asigurarea purității culturilor. În condiții de laborator întreținerea culturilor pure se face pe baza principiilor aplicate și în celelalte domenii ale microbiologiei (*Lexin*). În schimb în cazul culturilor pe scară largă exigențele unei asepse riguroase nu pot fi decît cu greu asigurate chiar și în sistemele așa zise închise. Din punct de vedere practic este corespunzătoare cultura unor specii care aparțin aceluiași gen, în prezența altor alge monocelulare în proporție de 1—5%. În schimb este dăunătoare infectarea culturilor cu protozoare, rotiere, bacterii, ciuperci și alge albastre. Sînt periculoase și deosebi protozoarele și rotierele care pot să distrugă cultura în interval de 2—3 zile. Aceste organisme pot fi distruse cu diferite substanțe dezinfectante, ca de ex. 2,4 dinitro-6-ciclohexil fenilacetat și pentaclor fenilacetat. Aceste substanțe într-o diluție de 0,1—0,3% distrug organismele animale microscopice, dar nu influențează dezvoltarea algelor verzi. (*Tamiya*). -

Infectarea culturilor de alge depinde de următorii factori:

1. Substanțele organice care difuzează din celulele algelor. În comparație cu cultura de bacterii și ciuperci cantitatea substanțelor organice difuzate din algele verzi monocelulare este minimă. Carbonul asimilat poate fi găsit în proporție de 90—100% în celulele algelor formate.

2. Producerea unor substanțe care au un efect antagonist asupra altor organisme. Se presupune că unele alge verzi produc substanțe cu efect dăunător asupra altor organisme, sau cel puțin împiedică dezvoltarea acestora.

3. Capacitatea de adaptare a algelor verzi monocelulare. Numeroase specii și tulpini de alge pot să trăiască și în condiții excesive, rămânând în viață sau înmulțindu-se într-un mediu ale cărui oscilații de temperatură și de lumină nu sînt capabile să asigure dezvoltarea altor organisme. Acest fapt rezultă și din experiențele de laborator efectuate de *Hortobágyi*.

4. Producerea de oxigen a algelor. În culturile de alge o dată cu variațiile luminației se produce un nivel crescut sau scăzut de oxigen. Acesta, la fel ca și factorii amintiți la punctul anterior, face imposibilă dezvoltarea altor organisme heterotrofe.

5. pH-ul mediului. Spre deosebire de cele mai multe bacterii, algele verzi monocelulare suportă și valori scăzute de pH. *Ruschmann* relatează că pentru întreținerea culturilor bacteriene de *Chlorella pyrenoidosa* se poate utiliza cu bune rezultate un mediu de cultură cu pH-ul scăzut (pH 4,4).

Obținerea masei verzi de alge, este determinată de densitatea suspensiei. Începînd de la un anumit grad de densitate înmulțirea nu se mai poate efectua decît după îndepărtarea unei anumite părți a celulelor, necesară asigurării luminii corespunzătoare. Cea mai mare densitate de suspensie a fost obținută de *Myers* și colab. la specii de *Chlorella* — și anume 55 g substanță uscată/litru. Grosimea stratului a fost însă numai de 0,5 cm. Celulele de alge pot fi îndepărtate din mediu pe 3 căi: 1. prin centrifugare 2. prin filtrare și 3. prin sedimentare. Instalațiile tehnice depind în primul rînd de volumul bazinelor și de principiul construcției.

În vederea stabilirii densității culturilor *Mayer* a efectuat o serie de cercetări. El nu a găsit corelație între numărul celulelor, absorbția de lumină (densitatea optică), densitatea culturilor și randament. Dimensiunile, conținutul în clorofilă și grosimea membranei celulare a celulelor sînt variabile. Numărul de celule crește în general în timpul nopții, iar absorbția de lumină atinge cele mai mari valori în timpul zilei. Din punct de vedere practic determinarea greutății substanței uscate, calculată la unitate de volum poate fi considerată ca cea mai reală. Se cunosc instalații automatizate în care un sistem de celule fotoelectrice semnalează gradul maxim admisibil al densității suspensiei. Cînd acest grad a fost atins, începe filtrarea algelor și în același timp introducerea curentului proaspăt de mediu de cultură. După realizarea unei anumite diluări, aparatul dirijat prin fotocelule decuplează din nou.

Uscarea masei algelor. Uscarea rapidă dar completă a algelor cultivate constituie condiția de bază a păstrării valorii lor nutritive. Uscarea se efectuează mai ales cu ajutorul razelor infraroșii, controlîndu-se gradul de încălzire. *Kanazawa* și colab. au utilizat cu succes atît uscarea la temperaturi foarte scăzute cît și uscarea prin pulverizare. Uscarea poate fi executată concomitent cu prima fază de prelucrare industrială a prafului de alge. În cazul extragerii cu metanol, solventul organic poate fi ușor îndepărtat, iar masa de alge devine mai deschisă și își pierde gustul și mirosul caracteristic. Din soluția metanolică, clorofila poate fi obținută cu ușurință. *Fink* menționează că proteinele speciei *Scenedesmus obliquus* sînt foarte rezistente la uscare.

În cursul experiențelor noastre am obținut rezultate bune la uscarea rapidă a speciilor de *Scenedesmus* la lumina solară. Din praful de alge preparat în felul acesta am reușit să obținem culturi chiar și după o conservare mai îndelungată de o lună. De aceea uscarea efectuată direct la lumina soarelui o considerăm fiziologică din punct de vedere algologic și fiind de o valoare completă din punct de vedere alimentar.

După uscare, praful de alge se degresează de obicei în caz de conservare mai îndelungată, pentru evitarea rîncezirii.

Compoziția chimică a prafului de alge verzi monocelulare. În algele verzi monocelulare se găsesc proteine complete în cantități mari. Față de conținutul bogat în proteine, cantitatea de celuloză și de alte substanțe din membrana celulară poate fi neglijată, fapt

care prezintă un avantaj considerabil în comparație cu produsele plantelor superioare. *Miyoshi* a stabilit că compoziția a 100 g de praf uscat de *Scenedesmus* este următoarea: proteine totale 49,08%, proteine propriu zise 43,51%, grăsimi 5,62%, hidrați de carbon 9,93% și apă 7,62%. Potrivit cercetărilor lui *Powell* și colab. 100 g de praf de *Scenedesmus* și *Chlorella* are următoarea compoziție la o umiditate de 3%: proteine 59%, grăsimi 19%, hidrați de carbon 13%, cenușă 6%. Valoarea energetică a prafului a fost stabilită de acești autori la 5,5 Kal/g.

Morimura și *Tamiya* au studiat conținutul în acizi aminici al prafului de alge. În tabelul de mai jos trecem conținutul în acizi aminici al prafului de *Scenedesmus* și *Chlorella* pe baza datelor cuprinse în monografia lui *Kol* și *Machay*, exprimat în procente raportate la substanța uscată.

Acid aminic	% substanță uscată	
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>
Ornitină	1,29	0,93
Lizină	5,17	4,65
Histidină	1,16	1,10
Arginină	3,22	2,62
Metionina	0,51	0,06
Serină	13,60	18,60
Asparagină	9,50	4,65
Glutamină	5,17	8,20
Glicină	2,59	2,01
Treonină	3,56	2,70
Triptofan	0,65	—
Alanina	29,10	20,20
Valină	3,22	7,45
Izoleucină și leucină	12,30	9,90
Fenilalanina	1,42	1,60
Prolina	4,52	7,65
Tirozină	1,91	—
Peptide	1,62	7,25

Grăsimile care se găsesc în celulele speciilor de *Scenedesmus* și *Chlorella* sînt în proporție de cca. 33% trigliceride. Acizii grași din structura lipidelor sînt nesaturați în proporție de 80—90%. Printre lipoiți se găsesc multe sterine pe lângă carotinoide. *Condriasterina* descrisă de *Bergmann* și *Feeney* în speciile de *Scenedesmus* constituie aproximativ 0,3% din greutatea uscată. Această substanță este una din cele mai bune materii prime pentru prepararea Cortisonului. *Tamura* și colab. au găsit în praful de *Chlorella* 70 mg% beta-carotină. Proporția carotinoidelor este următoarea: 5% alfa-carotină, 15% beta-carotină, 3% neo-beta-carotină, 68% luteină și 4% violaxatina. *Iwata* și colab. au pus în evidență în *Chlorella* rodoxantină, sarcinoxantină și neoxantină.

Cercetările efectuate de *Morimura* și *Tamiya* arată că un gram de praf de *Chlorella* uscat conține 5.000 unități internaționale de provitamină A, 4 gama de vitamină B₁, 21,28 gama vitamină B₂, 9 gama vitamină B₆, 176 gama niacină, 485 gama acid folic și 2.000—5.000 gama vitamină C. *Fink* și colab. au găsit în *Scenedesmus obliquus* 0,02—1,7 gama/g vitamină B₁₂ și 111—183 gama/g vitamină E.

Experiențe de alimentație efectuate cu praful de alge. Praful de alge uscat a fost utilizat mai întîi la animale de experiență, fiind amestecat cu alimente obișnuite. *Shugara* a observat că în caz dacă în alimentația șobolanilor grîul se înlocuiește în proporție de 20% cu praf de *Chlorella*, creșterea animalelor devine mai rapidă. Dar din cauza gustului și mirosului pe care îl are, praful de alge nu poate depăși în alimente

proporția de 1—2%. În schimb *Fink* a reușit să utilizeze la unele grupe de animale de experiență praful de alge în proporție de 92%. Celelalte 8% au fost formate din drojdie de bere pentru completarea vitaminelor. Autorul susține că animalele de experiență au suportat foarte bine chiar și aceasta concentrație ridicată. În alte experiențe praful de *Scenedesmus* a constituit 19,71% din alimentele șobolanilor, în timp ce mărtoarii au primit praful de lapte. Animalele alimentate cu praful de alge au câștigat în greutate 11—12 g zilnic, pe cînd creșterea în greutate a șobolanilor alimentați cu praful de lapte a fost numai de 9—10 g zilnic. La diferitele grupe experimentale autorul a schimbat sursa de proteine, utilizînd atît praful de lapte cit și albuș de ou. În cursul celor 120 de zile cit au durat experiențele, șobolanii alimentați cu praful de alge au prezentat un plus de greutate de 30—40 g față de mărtoari. Cei mai mulți autori sînt de acord că animalele de experiență consumă cu precădere alimentele conținînd alge, în ciuda mirosului și gustului neobișnuit al acestei substanțe. De altfel trebuie să notăm că tot *Fink* a întreprins cercetări comparative în vederea stabilirii valorii biologice a algelor și a proteinelor de altă origine. Luînd ca bază proteina din lapte el a constatat că proteina din alge depășește valoarea biologică a celei dinți. Această valoare este aproape de 2 ori mai mare decît a proteinelor din drojdie și cartofi.

În alimentarea umană experimentală praful de alge monocelulare a fost folosit la prepararea supelor, prăjiturilor și înghețatei în următoarea compoziție: la supe s-a pus 1—2 lingurițe de praful de alge, la prăjituri 4 lingurițe (9,4 f), 1 pahar (142 g) făină, $\frac{1}{4}$ linguriță (3,3 g) sare și $\frac{1}{4}$ de ceașcă (60 ml) apă. Amestecînd înghețata cu praful de alge, aceasta ar deveni un aliment cu deosebită valoare nutritivă, din cauza conținutului ridicat în proteine. Compoziția înghețatei preparate de autorii japonezi este următoarea: 10 lingurițe (71 g) praful de alge, 4 pahare (1000 g) praful de lapte, 2 pahare (470 g) lapte, o lingură (90 g) făină, 1 pahar (220 g) zahăr, 2 ouă și 2 lingurițe de extract de vanilie. Vanilia diminuează gustul particular al algelor.

Tamura și colab. au adăugat alimentației zilnice 21—23 g praful de alge inclus în pîinea pesmet. Într-o leprozie din Venezuela, *Jorgensen* a dat bolnavilor timp de 3 ani o cantitate zilnică de 3,5 g praful de alge sub formă de supă. Bolnavii au suportat bine supa de praful de alge, cu toate că la început s-au obișnuit greu cu culoarea, gustul și mirosul ei particular. În ultimul timp *Powell* și colab. au efectuat experiențe pe voluntari. Mai întîi acești autori au înlocuit 10 g de proteine, iar apoi 20—50 g din cantitatea zilnică de proteine cu praful de alge; pînă în cele din urmă cantitatea de praful de alge a fost mărită la o doză zilnică de 100—200 sau chiar 500 grame praful de alge. Pîna în cele din urmă persoanele studiate au fost alimentate numai cu praful de alge care au consumat fie suspendat în apă rece, fie preparat cu cacao sau amestecat cu ciocolată, lapte și cozonac. Aceste alimente maschează gustul și mirosul algelor și în parte chiar și culoarea lor, astfel încît persoanele examinate au consumat praful de alge mai ușor în această formă decît sub formă de suspensie.

Rezultatele obținute au arătat, că alimentarea cu alge nu a cauzat nici o modificare patologică. A fost examinată hemograma totală, numărul hematiilor și conținutul în ubg. al urinei. Au fost de asemenea efectuate probele funcționale ale ficatului. Rezultatele examenelor de laborator au aratat negativitate. În caz de consumare a unei cantități mai mici de 100 g pe zi a apărut balonare, flatulență și constipație. Examenul calitativ al materiilor fecale a pus în evidență că cantitatea de 100 g praful de alge este doza zilnică pe care organismul omenesc o suportă cel mai bine. La acest nivel organismul poate să valorifice în condiții optime proteinele din celulele de alge. Dacă se administrează cantități mai mari (200—300—500 g) conținutul în proteine al materiilor fecale crește treptat. În cazurile cînd doza zilnică de praful de alge este mai mare de 100 g, examenul electronic microscopic al algelor, rămase în materiile fecale, arată că membrana celulozică a celulelor este neatinsă.

Fink a făcut următoarea observație interesantă: la șobolanii alimentați timp de 120 de zile cu praful de lapte a apărut necroza hepatică, în timp ce la cei alimentați cu praful de alge examenul anatomo-patologic al ficatului nu a pus în evidență nici o leziune.

Numărul animalelor moarte, dintre cele alimentate cu praf de lapte a fost foarte ridicat, spre deosebire de numărul celor alimentate cu praf de alge, unde nu s-a înregistrat încă un deces. Cercetările lui *Fink* ne îndreptătesc să presupunem că praful de alge conține o substanță capabilă să prevină necroza hepatică. Pe baza rezultatelor obținute pînă acum, efectul hepato-protector poate fi atribuit următoarelor trei feluri de substanțe: acizii tioamnici, vitamina E și una sau mai multe substanțe neizolate pînă în prezent, așa-numitul „factor trei” pe care *Schwartz* a reușit să-l pună în evidență din cazeină și drojdia de bere. „Factorul trei” nu a putut fi însă izolat din praful de lapte, deoarece probabil în timpul preparării acestuia el se distruge. *Fink* consideră că „factorul trei” este identic cu substanța ce se găsește în praful de alge, numindu-l factorul Y—. În același timp acest autor constată că proteinele din alge fiind mai rezistente, „factorul trei” este mai puțin afectat în timpul uscării. Bazîndu-se pe cercetările sale recente, *Schwartz* susține că „factorul trei” este un compus organic cu conținut de selen.

Trowell administrînd praf de lapte a obținut rezultate foarte bune în tratamentul bolii Kwashiorkor, fapt care nu concordă cu constatările amintite mai sus. Se pune deci întrebarea dacă la animalele de experiență apar alte rezultate în urma alimentației cu praf de alge, decît la bolnavii care suferă de mialadia Kwashiorkor tratați cu praf de lapte, sau dacă tratamentul cu praf de lapte suprimă numai simptomele unei alimentații proteice carentiale, fără să cauzeze vreo modificare în starea ficatului. *Fink* menționează și probabilitatea că apariția necrozei hepatice se datorește unor prafuri de lapte. Praful de alge pare a fi un aliment protector valoros atît în ceea ce privește alimentația proteică carentială cît și prevenirea leziunilor hepatice.

În concluzie putem afirma că praful de alge monocelulare cultivabile pe scară largă poate fi utilizat cu succes ca sursă de proteine în creșterea valorii nutritive a alimentelor. Sînt încurajatoare rezultatele obținute cu praful de alge atît în suprimarea subalimentației proteice cît și în prevenirea leziunilor ficatului.

Sosit la redacție: 23 decembrie 1961.

Bibliografia la autori.