

**BIOMASA ALGALĂ – SURSĂ ALTERNATIVĂ DE ENERGIE,
PRODUSE ALIMENTARE NONPOLUATE ȘI SUBSTANȚE BIOLOGIC ACTIVE**

Victor ȘALARU, Vasile ȘALARU, Maria ICHIM, Ion TODERAȘ, Ștefan MANEA

Catedra Ecologie, Botanică și Silvicultură

Dans le présent article nous exposons les résultats concernant la culture de certains troncs des algues avec l'utilisation en tant que milieu nutritif des eaux résiduelles provenant des complexes avicoles et de ceux de l'élevage des animaux. Nous avons constaté que l'administration de la biomasse des algues obtenue dans des milieux provenant de la déjection des oiseaux et des animaux en tant que supplément dans la nutrition de ceux-ci contribue effectivement à leur productivité. La biomasse des algues peut être aussi facilement convertie en énergie électrique ou thermique.

Epuizarea evidentă a resurselor energetice tradiționale (petrolul, gazele naturale, cărbunele, slanțul), create în rezultatul procesului de fotosinteză în decursul a mii și milioane de ani, pune în fața oamenilor de știință problema evidențierii surselor alternative de energie.

O cale importantă de obținere a energiei netradiționale este bioconversia energiei solare conservată în biomasa organismelor fotosintetice, printre care un rol deosebit revine algelor – atât celor microscopice, cât și celor macroscopice (Сытник et al., 1987). Este bine cunoscut faptul că algele acumulează de zeci și sute de ori mai multă energie solară decât plantele superioare. După cum menționează G.Vinberg și colaboratorii (Винберг, 1957, 1960, 1961; Винберг, Сивко, 1956; Винберг, Сивко, Левина, 1966), o unitate de biomasă a microalgei *Chlorella vulgaris*, de exemplu, asimilează în procesul fotosintezei de 220-240 ori mai multă energie solară decât aceeași unitate de biomasă a plantelor superioare de cultură, producând și o cantitate de substanță organică primară impunătoare, care în unele țări deja este conversată în energie (Холл, 1979).

Un deosebit interes prezintă dezvoltarea algelor în așa-numitele „iazuri biologice” ale sistemelor de epurare a apelor reziduale și menajere de cea mai diversă origine, în primul rând în cele ale complexelor zootehnice. Este demonstrat că în iazurile biologice ale sistemelor de epurare a apelor reziduale și a celor menajere biomasa microalgelor ajunge până la 50-60 t/ha masă uscată (Винберг, 1957, 1964; Винберг et al., 1966; Рудик, Денчикова, 1987; Васигов, Хужахмедов, 1980; Музафаров, Таубаев, 1980, 1984; Sauze, 1978; Overbesk, 1972; Oswald, 1973 a,b; Palmer, 1974). În rezultatul metanizării acestei biomase se poate de obținut până la 70-80 mii kwt/h energie electrică (Холл, 1979). Obținerea gazului metan din biomasa algelor crescute pe ape reziduale se practică în mai multe țări (SUA, Japonia, Olanda etc.) și este considerată drept o sursă avantajoasă de producere a energiei.

Utilizarea microalgelor este însă dificilă, cauza fiind tehnologiile costisitoare de sustragere a biomasei din apă. De aceea, mult mai convenabilă este elaborarea tehnologiilor de cultivare în bazinele cu ape reziduale a algelor macroscopice, ca: *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha*, *Tribonema*, *Spirogyra*, *Mongeotia* etc. În condiții optime de temperatură și concentrații favorabile de substanțe nutritive în bazinele naturale eutrofizate, biomasa acestor alge poate să constituie 10-15 kg/m² masă verde, sau 100-150 t/ha. De exemplu, în limanul Cuciurgan din Republica Moldova, pe o suprafață de circa 10 mii ha biomasa algelor macroscopice depășește 120 mii tone (Шаларь, Зубку, 1987).

S-a constatat că un gram de masă verde a acestor alge elimină în procesul fotosintezei de la 70 până la 125 mgO₂/ha. Aceasta înseamnă că în limanul Cuciurgan se sintetizează circa 200 t/ha substanță organică primară care poate fi conversată în energie, pe calea metanizării.

Dacă reieșim din calculele efectuate de F.Sauze (1978) și Д.Холл (1978) referitor la bioconversia biomasei algale în energie electrică, putem afirma cu siguranță că numai biomasa algelor macrofite din limanul Cuciurgan în rezultatul conversării ar putea asigura cu energie electrică un orașel cu populația de 4200-4500 locuitori.

Observațiile efectuate de noi în luna august 2002, în locurile mici și mlaștinile din lunca Dunării în sectorul Galați-Tulcea și în delta fluviului, confirmă o cantitate enormă de substanțe organice primare sintetizate de algele verzi macrofite, ceea ce prezintă o sursă importantă de energie, dacă toată această biomasă ar fi metanizată.

În ultimii ani se observă o dezvoltare exagerată a algelor verzi macroscopice în bazinele de acumulare ale hidrocentralelor pe diferite râuri. Cert este faptul că cu timpul toate aceste bazine se înnămolesc și în ele apar

suprafețe imense cu adâncime mică și apă eutrofizată, unde în abundență se dezvoltă un șir întreg de specii de alge filamentoase (*Cladophora fracta*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Enteromorpha prolifera*, *Chaetomorpha linum*, diverse specii de *Spirogyra*, *Mongeotia*, *Zygonema*, *Oedogonium*, *Ulotrix* și multe altele) care produc o cantitate enormă de substanță organică.

E cazul să amintim că în bazinul de acumulare a hidrocentralei Dubăsari de pe Nistru, construită în anul 1955, circa 1/3 din suprafața inițială de 5600 ha s-a transformat în terenuri cu adâncimea de 0,5-2,5 m, ideale pentru dezvoltarea algelor filamentoase și a plantelor acvatice superioare demerse și subdemerse, biomasa verde a lor constituind în medie 10-15 kg/m².

Lăsată în bazin, biomasa algelor accelerează procesul de înămolire, deoarece în timpul iernii nu izbuteste să se mineralizeze complet și o bună parte din ea se depune pe fundul bazinului sub formă de nămol de culoare neagră-surie, cu miros pronunțat de hidrogen sulfurat. De aceea, extragerea din bazin a biomasei algelor filamentoase macroscopice joacă un rol dublu. Pe de o parte, în rezultatul metanizării biomasa algală este conservată în energie, iar produsele rămase după fermentație pot fi utilizate în calitate de supliment în nutriția animalelor sau ca îngrășământ organic pentru sol. Pe de altă parte, extragerea biomasei algale contribuie la prelungirea perioadei de existență a bazinului. Și într-un caz și în altul obținem avantaje. Dacă luăm în considerație că împreună cu algele pe aceste suprafețe de bazin cu adâncimi mici se dezvoltă și un șir întreg de plante acvatice superioare demerse și subdemerse (*Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Valisneria*, *Elodea*, *Nymphaea*, *Nymphoides*, *Typha*, *Phragmites*, *Sparganium*, *Schoenoplectus* etc.), a căror masă biologică constituie în medie 50-60 t/ha, ne putem imagina ce cantitate enormă de energie se pierde în aceste bazine.

Însă, nu numai în scopul obținerii energiei sunt utilizate algele. Un deosebit interes prezintă cultivarea microalgelor în scopul utilizării lor în calitate de supliment în nutriția păsărilor și animalelor. Microalgele pot fi cultivate de asemenea pe ape reziduale. Pe de o parte, sintetizează substanță organică în cantități exagerate, iar, pe de altă parte, contribuie la epurarea biologică a apelor poluate.

Investigațiile efectuate de noi în laborator și pe teren, pe parcursul a mai multor ani, au demonstrat că în condiții favorabile de dezvoltare în cultură așa specii ca *Synechocystis salina*, *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *S. spinosus*, *Chlamidomonas reihardii* etc. produc până la 120-130 g/m² biomasă într-o singură zi, sau circa 120 g/ha. De aici rezultă că în condițiile climaterice ale Republicii Moldova și României într-un bazin cu suprafața de 1 ha, construit sub cerul liber, într-o perioadă de vegetație se poate obține o cantitate de circa 200 t/ha biomasă algală. Valorificarea acestei cantități de masă organică vegetală în calitate de supliment în nutriția păsărilor sau animalelor stimulează mult productivitatea lor, contribuind prin aceasta la obținerea unui profit economic impunător.

Biomasa microalgelor conține până 60-70% proteine de cea mai înaltă calitate, lipide, glucide, hormoni vegetali, vitamine și o serie de alte substanțe biologice active, care stimulează productivitatea păsărilor și animalelor.

În Tabelul 1 sunt prezentate rezultatele experiențelor referitor la influența biomasei algei *Scenedesmus quadricauda* asupra greutateii corporale a puilor de găină.

Tabelul 1

Influența masei algei *Scenedesmus quadricauda* asupra masei corporale a puilor de găină

Biomasa, mg/kg	Numărul de găini	Dinamica masei corporale pe zile, în grame							Viabilitatea puilor	
		1	10	20	30	40	45	52	numărul	%
100	500	49,6	210,4	489,3	918,3	1614,3	1763,4	2153,2	494	98,8
150	500	50,6	213,5	523,1	935,2	1631,2	1832,2	2193,4	498	99,6
250	500	47,2	216,3	530,4	948,3	1692,1	1993,2	2210,3	498	99,6
martor	500	49,1	183,4	413,2	824,5	1358,2	1695,2	1838,3	483	96,6

În experiență au fost antrenate 2000 pui repartizați în patru grupe a câte 500 pui fiecare. La prima grupă de pui s-a administrat 100 mg de masă algală la 1 kg concentrate, în grupa a doua – 150 mg, în cea de a treia – 250 mg. Grupa a patra a servit ca martor, unde puii au fost hrăniți numai cu concentrate. După cum observăm din datele expuse în Tabelul 1, greutatea corporală a puilor de găină cărora li s-a administrat biomasă algală în toate variantele a fost mai înaltă decât în grupa martor. Cea mai înaltă greutate corporală au avut-o puii din varianta unde s-a administrat 250 mg biomasă la 1 kg concentrate. La a 52-a zi de cercetare masa

corporală a puilor-broiler în această variantă a constituit 2210,3 gr, fiind cu 20,3% mai mare decât a puilor din grupa martor. E de menționat că biomasa algei *Scenedesmus quadricauda* administrată puilor a fost crescută pe medii cu ape reziduale de la complexul de creștere a puilor de găină.

Viabilitatea puilor la cea de a 52-a zi de creștere în mediu pe variantele unde s-a administrat biomasă algală a constituit 99,0%, pe când în varianta martor nu a depășit 96,6%, sau cu 2,4% mai redusă față de primele 3 variante. De aici și eficiența economică a utilizării biomasei algale în calitate de supliment în nutriția păsărilor.

În altă serie de experiențe, efectuate după aceeași schemă ca și în prima serie, puilor de găină li s-a administrat în aceleași concentrații biomasa algei *Synechocystis salina*, de asemenea crescută pe medii cu defecții de găină. Și în această serie de experiențe greutatea corporală a puilor de găină, care au primit biomasă algală în calitate de supliment la nutriție în concentrații de 100, 150 și 250 mg la 1 kg concentrate, a fost evident superioară celei a puilor din varianta martor (Tab.2).

Tabelul 2

Influența biomasei de *Synechocystis salina* asupra dinamicii masei corporale a puilor de găină

Biomasa administrată, mg/kg	Numărul de pui	Dinamica masei corporale pe zile, în grame							Viabilitatea puilor	%
		1	10	20	30	40	45	52		
100	500	51,2	216,2	503,2	921,2	1523,1	1803,4	2153,2	492	98,4
150	500	50,6	212,4	512,4	941,3	1543,2	1842,2	2210,3	493	98,6
250	500	49,8	232,3	521,3	948,2	1598,2	1923,3	2232,1	495	99,0
martor	500	49,6	198,4	414,2	815,3	1409,2	1796,2	1898,3	486	96,2

La a 52-a zi de creștere greutatea corporală a puilor în varianta cu 250 mg biomasă de *Synechocystis* a fost cu 334 gr mai sporită decât a puilor din grupa martor. Viabilitatea puilor în grupele care au primit în nutriție biomasa de *Synechocystis* a variat între 98,4 și 99%, mai sporită fiind în grupa unde s-a administrat 250 mg de biomasă la 1 kg de concentrate. În grupa martor viabilitatea puilor a constituit 96,2%, sau cu 2,8% mai redusă decât în grupa de pui cărora li s-a administrat 250 mg biomasă.

Rezultate pozitive au fost obținute și în experiențele în care puilor de găină li s-a administrat biomasa algei *Chlorella vulgaris*, în același concentrații ca și în cazul administrării biomasei de *Scenedesmus* și *Synechocystis* (Tab.3). Greutatea puilor în varianta în care s-a administrat 250 mg biomasă la 1 kg concentrate a fost cu circa 15% mai sporită decât în control.

Tabelul 3

Influența biomasei de *Chlorella vulgaris* asupra dinamicii masei corporale a puilor de găină

Biomasa algei, mg/kg	Numărul inițial de pui	Dinamica masei corporale pe zile, în grame							Viabilitatea	%
		1	10	20	30	40	45	52		
100	500	46,5	194,3	453,8	848,3	1460,2	1809,1	2009,2	492	98,4
150	500	47,2	196,2	419,3	873,2	1480,3	1820,2	2150	496	99,2
250	500	46,8	196,8	420,1	882,2	1510,2	1895,1	2230,1	494	98,6
martor	500	46,8	194,6	413,2	831,3	1397,0	1739,2	1931,2	487	95,4

Dinamica creșterii masei corporale a puilor-broiler care au primit ca supliment în nutriție biomasă de *Chlorella vulgaris* puțin diferă de variantele în care s-a administrat biomasă de *Scenedesmus* și *Synechocystis*. Rezultate similare în privința influenței biomasei de *Chlorella* asupra dezvoltării păsărilor, peștelui și animalelor bovine au fost obținute și de alți cercetători (Șalaru, Socican, Lupașcu, 1999; Rudic, 1992; Асрапов, 1972; Сытник et al., 1987; Музафаров, Таубаев, 1980, 1984; Джуманазаров et al., 1985; Бахадирова, Бурнев, 1985; Васигов, 1979). În ceea ce privește utilizarea biomasei algelor *Scenedesmus quadricauda* și *Synechocystis salina*, menționăm că aceste alge pentru prima dată au fost utilizate de noi în calitate de supliment în nutriția găinilor și demonstrată acțiunea pozitivității găinilor.

Experiențele cu aplicarea biomasei microalgelor *Scenedesmus quadricauda* au fost efectuate la fabrica de găini a firmei HOFIGAL din apropierea or. București. În rezultatul acestor experiențe s-a demonstrat influența incontestabilă a biomasei algale asupra dezvoltării organismului păsărilor, fapt ce a contribuit la obținerea unei cantități mari de produse alimentare de o calitate superioară și nonpoluate.

O particularitate deosebită a speciilor de microalge utilizate în experiențele noastre este capacitatea lor de a se dezvolta în iazurile biologice ale sistemelor de epurare a apelor reziduale de la complexele zootehnice și a apelor manajere ale orașelor și ale altor localități care dispun de sisteme de epurare. Biomasa algală obținută în bazinele sistemelor de epurare a apelor reziduale de la complexele zootehnice se recomandă în calitate de supliment în nutriția animalelor, dat fiind faptul că compoziția chimică a biomasei obținute pe medii minerale artificiale practic nu se deosebește de cea crescută pe ape reziduale (Rudic, 1992). În același timp, este necesar a se ține cont de faptul că biomasa algală poate fi administrată selectiv animalelor sau păsărilor care produc reziduurile utilizate în procesul de cultivare a algelor. Biomasa crescută pe reziduuri de la complexele avicole poate fi utilizată în primul rând păsărilor de la complexul dat. Tot așa se procedează și cu biomasa obținută pe medii de la complexele de porcine, bovine etc.

Experiențele efectuate de noi la fabrică de găini a firmei HOFIGAL denotă că aplicarea în nutriția găinilor a biomasei algale obținute pe reziduuri influențează pozitiv dezvoltarea păsărilor, manifestată prin viabilitate înaltă, superioritate în greutatea corporală și prin calitatea producției. Investigațiile efectuate de noi (Șalaru, Socican, Lupașcu, 1999; Rudic, 1992; M. Ichim, V.M. Șalaru, V.V. Șalaru, 2004) au demonstrat, de exemplu, că ouăle obținute de la găinile care au primit în nutriție biomasă algală conțin de două-trei ori mai multe vitamine, în special provitamina A, decât ouăle de la găinile din grupa martor. De aici se observă cu claritate că biomasa algală contribuie nu numai la obținerea unei cantități mai sporite de producție, dar și la sporirea calității ei.

După cum am menționat, administrarea biomasei algale în calitate de supliment în nutriția păsărilor nu a semnalat nici o influență negativă; în toate cazurile acționează pozitiv asupra organismului păsărilor (M. Ichim, V.V. Șalaru, V.M. Șalaru, 2004).

Microalgele cultivate pe ape reziduale de la complexele avicole și animaliere adesea se utilizează în calitate de stimulatori biologici în fitotehnie (M. Ichim, V.V. Șalaru, V.M. Șalaru, 2004). Investigațiile profesorului V.V. Șalaru (2006) au demonstrat că tratarea semințelor de castraveți, înainte de semănat, cu suspensie de *Nostoc linckia*, crescută pe ape reziduale de la fabrica de găini, în decurs de 6-8 ore, stimulează mult procesele fiziologo-biochimice din plantă. În rezultat, sporește imunitatea plantelor față de bolile virotice și micotice, fapt ce stimulează mult productivitatea plantelor.

Datele prezentate în Tabelul 4 demonstrează că tratarea semințelor de castraveți cu suspensie de *N. linckia* înainte de semănat, timp de 6-8 ore, stimulează mult dezvoltarea organelor plantelor – atât a celor vegetative, cât și a celor generative.

Tabelul 4

Influența suspensiei apoase de biomasă de *Nostoc linckia* crescută pe dejecții de la găini asupra dezvoltării organelor vegetative și generative la castraveți sortul „Rodnicic”

Concentrația biomasei <i>Nostoc</i> , %	Lungimea plantei, cm	Numărul de flori masculine	Numărul de flori feminine	Numărul de flori căzute	Roadă, kg/m ²
0,125	323	323	111	39	3,5
0,250	356	356	120	36	5,6
0,500	327	327	114	34	3,0
Spirulina 0,25 mg/l	290	289	93	37	4,05
Martor	311	319	106	40	3,0

Din datele acestui Tabel observăm că prelucrarea cu suspensie apoasă de *N. linckia* în concentrație de 0,25% sporește roada castraveților cu 200% în comparație cu plantele din varianta martor. Datele aceluiași Tabel 4 denotă că alga *N. linckia* stimulează dezvoltarea plantelor de castraveți mult mai puternic decât alga *Spirulina platensis*, care de asemenea este utilizată ca sursă de stimulare a dezvoltării plantelor de cultură (Rudic, 1992; Саттырєв et. al., 1980; Музафаров, Таубаєв, 1984).

Așadar, algele deja sunt utilizate în cele mai diverse scopuri: în primul rând, în calitate de stimulatori biologici în zootehnie, fitotehnie, farmaceutică, medicină (Rudic, 2007; M.Ichim, V.V. Șalaru și V.M. Șalaru, 2004), ca surse de proteine comestibile și furajere, îngrășăminte organice, indicatori biologici ai stării componentelor mediului, agenți ai epurării biologice a apelor și solurilor poluate etc. Un deosebit interes prezintă elaborarea tehnologiilor de conservare a biomasei algale în energie. În toate aceste probleme se cere o amplă colaborare între specialiștii din cele mai diverse ramuri ale științei: botanicii, biochimiei, fiziologiei, tehnicii etc.

Bibliografie:

1. Oswald W.I. Complete waste treatment in ponds // *Water Qual. Manag. And. Pollut. Contr. Probl. Oxford. E.c.*, 1973, p.153-163.
2. Oswald W.I. Production of algae in sewage disposal // *Sol. Energy.* - 1973. - No15. - P.107-117.
3. Overbeck J. Distribution pattern of phytoplankton and bacteria, microbial decomposition of organic matter and bacterial production in eutrophic, stratified lake // *Proc. IBP-UNESCO Symp. Prod. Freshwaters. Warszawa- Krakow*, 1972, p.227-237.
4. Rudic V.F. Aspecte noi ale biotehnologiei moderne. - Chișinău: Știința, 1993. - 140 p.
5. Rudic V. Studii biomedicale și clinice. - Chișinău, 2007. - 376 p.
6. Șalaru V.M., Socican I.A., Lupașcu V.A. Utilizarea algelor producătoare de substanțe biologice active în alimentația păsărilor. - Chișinău, 1999. - 50 p.
7. Асрапов У. Белкововитаминная паста из хлореллы при откорме бычков на рационах из хлопчатниковых кормов // *Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане.* - Ташкент: ФАН, 1972, с.58-62.
8. Бахадирова З.А., Буриев С. Промышленное культивирование микроводорослей и их применение в прудовом рыбоводстве // *Промышленное культивирование микроводорослей.* - Москва, 1985, с.68-69.
9. Васигов Т.В., Хутахмедов Д. Культивирование микроводорослей и высших растений на сточных водах птицефабрики «Узбекистан» // *Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве.* - Ташкент, 1980, с.72-75.
10. Васигов Т.В. Протококковые водоросли и их значение для отгонного животноводства. - Ташкент: ФАН, 1979, с.88.
11. Винберг Г.Г., Сивко Т.Н., Левина Р.Н. Биологические пруды в практике очистки сточных вод. - Минск: Беларусь, 1966. - 232 с.
12. Винберг Г.Г., Сивко Т.Н. Фитопланктон как агент самоочищения загрязненных вод // *Труды Всесоюзного гидрологического общества*, 1956-1957, с.3-23.
13. Винберг Г.Г. Культивирование зеленых планктонных водорослей на сточных жидкостях // *Микробиология.* - 1964. - №33. - Вып.3. - С.508-515.
14. Винберг Г.Г. Массовые культуры одноклеточных водорослей как новый источник пищевого и промышленного сырья // *Успехи современной биологии.* - 1957. - Т.18. - №3. - С.332- 351.
15. Дилов Х.В. Микроводоросли: массовое культивирование и приложение. - София, 1985. - 194 с.
16. Джуманазаров В.Н., Батырова А.Ш. Влияние суспензии хлореллы на продуктивность кур-несушек // *Промышленное культивирование микроводорослей.* - Москва, 1985, с.78-79.
17. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Значение и перспективы развития микроводорослевого комплекса // *Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве.* - Ташкент, 1980, с.3-6.
18. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Культивирование и применение микроводорослей. - Ташкент: ФАН, 1984. - 136 с.
19. Рудик В.Ф., Денчикова Л.А. Культивирование спирулины на средах, содержащих отходы животноводства // *Актуальные проблемы современной альгологии.* - Черкассы, 1987, с.272.
20. Сатыев Р., Каримова Х.М., Бабев Т.А., Кучкарева М.А., Зарипов Э. О методике культивирования *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl // *Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве.* - Ташкент, 1980, с.54-57.
21. Сытник К.М., Масюк Н.П., Кондратьева Н.В., Вассер С.П. Альгология на пути в третье тысячелетие // *Актуальные проблемы современной альгологии.* - Черкассы, 1987, с.278-322.
22. Шаларь В.М., Рудик В.Ф., Могылдя В.М. и др. Эффективность применения некоторых видов микроводорослей в птицеводстве // *Актуальные проблемы современной альгологии.* - Киев: Наукова думка, 1987, с.276-278.

Prezentat la 5.09.2007