

**UTILIZAREA APELOR REZIDUALE DE LA COMPLEXELE ZOOTEHNICE
LA CULTIVAREA INDUSTRIALĂ A ALGEI *Spirulina platensis* (NORDST.) GEITL.****Sergiu DOBROJAN, Victor ȘALARU, Vasile ȘALARU***Catedra Ecologie, Botanică și Silvicultură*

The results of effectuated experiments are demonstrating that the residual waters of animals growing farms can be used in the quality of nutritive medium in the aim of algae biomass obtaining with reduced prime cost in comparison with biomass grow on mineral mediums. From two types of residual waters used in the quality of nutritive medium for *Spirulina* cultivation the most favorable are that of cows farms in concentration up to 10% when alga's biomass increases its value from the mineral medium.

Asigurarea populației Terrei cu produse alimentare, în primul rând cu proteine comestibile, prezintă una dintre cele mai stringente probleme ale contemporaneității. După cum menționează Organizația Mondială pentru Alimentație (FAO) a ONU, în anul 1960, când populația de pe glob nu depășea 3 miliarde de oameni, deficitul de proteine comestibile constituia circa 3 milioane de tone. Decalajul dintre necesitățile populației exagerat crescând și posibilitățile producerii produselor alimentare din an în an devine tot mai alarmant. Potrivit rapoartelor aceleiași Organizații (FAO), anual de foame mor aproximativ 25 – 30 mln oameni, dintre care circa 83–85% sunt copii. Actualmente, o treime din populația de pe glob suferă de foame cronică, iar 50% zilnic nu primesc în rație cantitatea necesară de proteine comestibile. Situația creată îngrijorează mult atât conducătorii celor mai afectate în această privință țări, cât și oamenii de știință din întreaga lume. Care ar fi eșirea din această situație dificilă, având în vedere faptul că spre anul 2015 populația globului va depăși, evident, cifra de 8 mld oameni?

Una dintre căile de asigurare a populației cu produse alimentare este evidențierea surselor alternative de producere a proteinelor comestibile, a glucidelor, lipidelor și a altor produse necesare atât omului, cât și animalelor. După cum menționează acad. C.Sâtnic și coautorii [25], astăzi hrana principală a populației de pe glob se bazează pe utilizarea a circa 20 specii de plante vasculare cultivate, printre care rolul principal revine plantelor cerealiere (grâu, orez, porumb, orz etc.). Însă, după cum se știe, productivitatea acestor plante este limitată; de exemplu, 1 ha de grâu în cele mai bune condiții de cultivare nu asigură mai mult de 10 tone de boabe, iar 1 ha de orez – 11-15 tone [14]. Situația se agravează și din cauza că suprafețele destinate cultivării plantelor agricole din an în an se reduc din cauza deșertizării, eroziei eoliene sau acvatice, construcției drumurilor, urbanizării intense etc. Chiar și suprafața uscatului, care azi nu depășește 150 mln km², se micșorează în legătură cu creșterea nivelului apelor Oceanului Mondial. De aceea, în pofida eforturilor oamenilor de știință, este greu de imaginat că în viitorul apropiat vor fi găsite mijloace de sporire a productivității plantelor de cultură la nivelul asigurării cu produse alimentare a populației Terrei.

O sursă alternativă de asigurare durabilă a populației cu produse alimentare o constituie algele, în temei cele microscopice. În primul rând, algele microscopice au o capacitate de reproducere de zeci și chiar sute de ori mai înaltă decât plantele de cultură. După cum demonstrează experimentele efectuate în laborator și pe scară de producere industrială, într-un bazin cu suprafața de 1 ha și cu adâncimea de 25-30 cm se poate obține până la 100-150 tone de biomasă algală uscată [8,16,17,21,22]. În al doilea rând, biomasă microalgelor conține până la 60-75% proteine și un șir întreg de alte substanțe valoroase [4,6,11]. S-a constatat că digestibilitatea proteinei sintetizate de microalge este foarte înaltă datorită corelației favorabile a acizilor aminici din compoziția ei [5,8,10]. Printre algele microscopice, care în ultimele 3-4 decenii au atras atenția multor specialiști din cele mai diverse domenii ale științei contemporane, este *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. din Încrângătura algelor cianofite (*Cyanophyta*). Actualmente, această algă se cultivă în peste 60 de țări, biomasă obținută fiind utilizată în cele mai diverse scopuri, în primul rând ca supliment nutritiv de mare valoare [5,9,15].

Biomasă Spirulinei stimulează dezvoltarea organismului animalelor mamifere și al păsărilor, contribuind la sporirea productivității acestora [8,10,18,19,24]. Însă, utilizarea Spirulinei este limitată din cauza sinecostului exagerat al biomasei obținute. Aceasta se lămurește prin faptul că mediul nutritiv propus de C.Zarrouk (1966) conține substanțe minerale costisitoare. În scopul diminuării sinecostului biomasei algale, unii specialiști propun substituirea substanțelor chimice costisitoare din mediul nutritiv cu ape minerale naturale sau cu ape reziduale de cea mai diversă origine [1,2,3,7].

Investigațiile acestor autori au demonstrat că *Spirulina* ușor poate fi adaptată la cultivarea pe medii cu adaos de ape reziduale, în primul rând cu cele de la complexele zootehnice.

Cu deosebit regret constatăm că cercetările în această direcție nu au continuat, din cauza că biomasă Spirulinei era utilizată la producerea preparatelor medicale [7] sau ca supliment în alimentația omului și ca sursă furajeră pentru păsări și animalele mamifere domestice. Există o suspiciune că apele reziduale sunt contami-

nate și că aceasta ar putea să provoace diferite maladii atât omului, cât și animalelor. Însă, cercetările efectuate privind această problemă au demonstrat că în procesul de creștere a algelor se produce decontaminarea apelor reziduale, iar biomasa obținută conține cu 4-5% mai multă proteină decât cea crescută pe medii minerale [8,12,20].

Noi am început investigațiile pornind de la faptul că biomasa algală crescută pe ape reziduale provenite de la complexele de creștere a anumitor rase de animale poate fi utilizată ca supliment furajer pentru aceleași animale, fără ca acestea să fie afectate într-un fel sau altul. Experimentele efectuate în condiții de laborator cu șobolani au demonstrat cu veridicitate acest postulat. În legătură cu aceasta au fost efectuate o serie de experimente în scopul substituirii mediului nutritiv mineral cu diferite concentrații de ape reziduale de la complexele de creștere a bovinelor și porcinelor, pentru obținerea biomasei furajere cu sinecost redus.

Material și metode

Ca obiect de studiu a servit tulpina de *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. CALU-835 selectată în Laboratorul de Algologie al USM [6]. Cultivarea s-a efectuat în condiții de laborator pe medii cu dejecții de la bovine și porcine în instalația construită de prof. V.Șalaru cu coautorii (Fig. 1). Inocularea inițială a constituit 0,35 gr/l biomasă absolut uscată. Temperatura pe parcursul experienței a fost de 29-33°C și iluminarea constantă de 18-24 mii erg/cm², cu agitare periodică în decursul zilei. Biomasa Spirulinei s-a determinat fotometric la fotocolorimetrul (KФK-2) cu recalcul la biomasa absolut uscată (BAU). Mediul nutritiv a fost pregătit din apă potabilă de robinet cu adaos de dejecții de la bovine și porcine. Pentru obținerea mediului nutritiv, 1 kg de fecale de porcine sau de bovine s-a amestecat cu 5 l de apă potabilă, s-a agitat 10-15 min. și s-a păstrat 5 zile în condiții de cameră. În felul acesta se obține o soluție similară apelor reziduale de la complexele corespunzătoare, deoarece la spălătul 1 kg de fecalii de grajd se consumă aproximativ aceeași cantitate de apă. După sedimentarea completă a particulelor solide supernatantul în diferite proporții s-a utilizat în calitate de mediu nutritiv. În experiențele noastre am utilizat concentrațiile de apă reziduală de 5, 10, 15 și 20% provenite de la complexele de creștere a bovinelor și porcinelor.

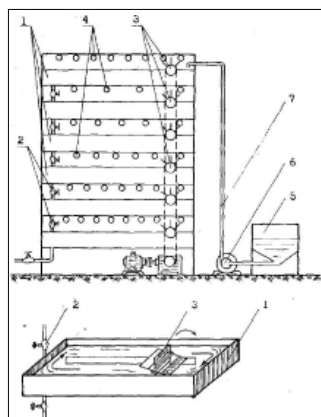


Fig.1. Instalație pentru cultivarea *Spirulinei platensis* [8]:

1 – cultivator de tip cuvetă; 2 – racorduri cu supape; 3 – malahoare cu palete; 4 – instalație de iluminare; 5 – rezervor pentru pregătirea mediului nutritiv; 6 – pompă; 7 – conductă.

Compoziția chimică a apelor reziduale cu dejecții de la bovine este prezentată în Tabelul 1.

Tabelul 1

Compoziția chimică a apei reziduale cu dejecții de bovine, mg/l

Indicii analizați	Concentrațiile apei reziduale				
	100%	20%	15%	10%	5%
pH	10,46±0,21	8,67±0,08	8,45±0,05	8,27 ± 0,01	8,03±0,07
K ⁺	153,22±0,91	30,37±0,62	23,14±0,36	15,04±0,18	7,13±0,17
Na ⁺	84,53±4,53	16,72±0,59	13,12±0,50	8,66±0,36	4,25±0,14
Ca ⁺²	268,63±4,66	53,10±0,97	39,77±0,58	26,44±0,58	13,25±0,32
Mg ⁺²	108,77±0,40	21,22±0,26	16,12±0,13	10,79±0,23	5,28±0,09
Cl ⁻	370,03±17,10	72,41±2,69	54,49±2,69	36,57±1,49	18,16±0,89
NH ₄ ⁺	93,30±4,35	17,92±0,43	13,22±0,46	8,83±0,14	4,68±0,22
N total	183,0±5,1	33,8±1,2	26,9±0,9	18±0,52	9±0,32
P total	237± 6,3	46,6±2,1	33,9±1,35	23,50±1,01	11,3±0,84

După cum observăm din datele acestui Tabel, concentrația substanțelor nutritive în apele reziduale provenite de la creșterea bovinelor este destul de înaltă, cantitatea totală a azotului în aceste ape ajunge la 183,0 mg/l, iar cea a azotului amoniacal nu depășește 93,3 mg/l, ceea ce e absolut suficient pentru dezvoltarea intensă a multor culturi de microalge, în același rând a Spirulinei.

Ca element nutritiv de bază pentru dezvoltarea algelor este și fosforul, care de asemenea se conține în cantități mari în aceste ape – 237 mg/l. În concentrații sporite în apele reziduale provenite de la bovine sunt prezente elemente ca Cl^- , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ . pH-ul în aceste ape este în limitele 10-10,46, însă, după cum observăm din datele aceluiași Tabel 1, pe măsura diluării acest indice scade, iar în varianta cu concentrația de 5% ape reziduale nu depășește 8,03.

În Tabelul 2 sunt expuse rezultatele analizei chimice a apei cu dejecții de la porcine, care, după cum constatăm, se deosebesc evident de apele cu dejecții de la bovine. În primul rând, în aceste ape pH-ul este mai redus (9,0), iar în varianta cu 5% nu depășește 7,3. Cantitatea de azot amoniacal în apele de la porcine este de aproximativ de 2,5 ori mai redusă ca în apele de la bovine. Potasiul, sodiul, magneziul și clorul în aceste ape sunt prezente în cantități mai mari decât în apele de la bovine. Concentrația azotului și a fosforului în ambele tipuri de ape reziduale este mai mult sau mai puțin asemănătoare.

Tabelul 2

Compoziția chimică a apei reziduale cu dejecții de porcine, mg/l

Indicii analizat	Concentrațiile apei reziduale				
	100%	20%	15%	10%	5%
pH	9,04±0,12	8,15	8,05	7,78±0,04	7,26±0,04
K^+	205,81±0,91	39,94±0,37	30,74±0,36	19,89±0,36	10,25±0,15
Na^+	151,20±1,38	29,6±0,80	23,2±0,8	15,05±0,35	7,29±0,29
Ca^{+2}	119,98±11,54	22,89±1,93	17,55±1,74	11,77±1,15	5,59±0,55
Mg^{+2}	181,96±1,99	36,39±0,23	26,79±0,46	18,46±0,23	8,71±0,36
Cl^-	470,39±38,79	85,4±4,30	74,21±6,88	47±4,04	24,43±2,22
NH_4^+	35,32 ±1,79	6,86 ±0,17	4,99 ±0,07	3,32 ±0,1	1,71 ±0,04
N total	156,8±9,6	30,9±1,79	23,3±1,41	15,12±1,00	7,55±0,78
P total	225±6,17	44,83± 2,0	33,31±1,04	22,12±1,00	11,07±0,32

Analiza rezultatelor obținute

După cum am menționat mai sus, în experimentele noastre au fost utilizate în calitate de mediu nutritiv la creșterea algei *Spirulina platensis*, ape reziduale provenite de la bovine și de la porcine. Scopul acestor experimente a constat în obținerea biomasei de Spirulină cu un sinecost redus, care ar putea fi utilizată ca stimulator biologic la creșterea acestor animale. V.Rudic și L.Dencicov [23] au demonstrat că *Spirulina platensis* poate fi cultivată pe mediu cu adaos de ape reziduale de la complexe de găini și au constatat că biomasa obținută prin această metodă poate fi utilizată ca supliment în nutriția păsărilor cu un efect economic suficient.

Apele reziduale de la complexe de bovine și porcine nu au fost utilizate de nimeni ca mediu nutritiv la cultivarea Spirulinei. Experiențele efectuate de noi poartă un aspect de pionierat în ceea ce privește folosirea apelor reziduale provenite de la bovine și porcine. În lucrarea de față vom expune succint rezultatele primelor experimente privind aplicarea apelor reziduale de la bovine și porcine ca mediu nutritiv la cultivarea algei *Spirulina platensis*. După cum am menționat *supra*, au fost utilizate concentrațiile de ape reziduale de 5,10,15 și 20%. Concentrațiile de ape reziduale mai mari de 20% inhibă evident dezvoltarea algei în cultură.

Ca martor a servit mediul mineral propus de C.Zarrouk (1966). Experimentele au continuat 20 de zile, deoarece după acest termen dezvoltarea algei se reține evident. Observațiile s-au efectuat din 5 în 5 zile în condițiile expuse mai sus. Rezultatele dezvoltării Spirulinei pe medii cu diferite concentrații de ape reziduale de la bovine sunt prezentate în Tabelul 3.

Tabelul 3

Dinamica creșterii biomasei Spirulinei pe mediu nutritiv cu ape reziduale de la complexe de bovine, în gr/l (BAU)

Timpul în zile	Concentrația apelor reziduale, în %				Mediul Zarrouk
	5%	10%	15%	20%	
1	0,350±0,005	0,350±0,005	0,350±0,005	0,350±0,005	0,350±0,005
5	1,01±0,005	1,186±0,008	0,700±0,057	0,756±0,029	1,630±0,065
10	1,23±0,133	1,808±0,155	0,706±0,105	0,886±0,044	2,482±0,092
15	2,60 ±0,067	3,433±0,167	0,930 ±0,030	0,693 ±0,097	2,986±0,024
20	3,24 ± 0,048	3,766±0,035	1,260 ±0,034	1,133± 0,061	3,560 ±0,037
pH	8,67±0,08	8,45±0,05	8,27±0,01	8,03±0,07	10,46±0,12

Datele din acest Tabel denotă că *Spirulina* se dezvoltă normal în mediu nutritiv cu concentrațiile de ape reziduale de la bovine până la 10%. În varianta cu 5% dejecții, de exemplu, biomasa algei la cea de a 20-a zi a atins valoarea de 3,246 g/l, ceea ce a constituit circa 92% din biomasa crescută pe mediul natural Zarrouk (3,560 g/l). Cea mai intensă creștere a algei s-a observat în varianta cu 10% dejecții – 3,766 g/l, sau cu 14% mai mult decât în varianta martor. Aceasta demonstrează, incontestabil, faptul că apele reziduale, care în fond nu costă nimic, pot fi utilizate ca mediu nutritiv substituind mediile minerale costisitoare. Din același Tabel 3 observăm că, pe măsura sporirii concentrației apelor reziduale în mediul nutritiv, intensitatea dezvoltării *Spirulinei* se reține. Dar și în varianta cu 15% ape reziduale biomasa algei la a 20-a zi de cultivare a atins cota de 1,260 g/l, ceea ce constituie circa 1/3 din biomasa crescută pe mediu natural Zarrouk. Rezultatele acestor experimente demonstrează că apele reziduale de la complexe de creștere a bovinelor pot fi cu succes utilizate în calitate de substituent al substanțelor minerale în procesul de obținere a biomasei de *Spirulina* cu un sinecost de zeci de ori mai redus. Rămâne de analizat compoziția biochimică a biomasei *Spirulinei* obținute pe mediu cu dejecții de la bovine și de studiat influența ei asupra productivității animalelor. Însă, după cum au demonstrat V.Rudic cu L.Dencicov [23], biomasa *Spirulinei* crescută pe mediu cu dejecții de la găini influențează pozitiv productivitatea păsărilor. Aceasta ne face să considerăm că *Spirulina* se va manifesta similar și în cazul utilizării ei ca stimulator biologic natural la creșterea animalelor bovine.

A fost demonstrată influența pozitivă a biomasei microalgelor asupra productivității bovinelor, ovinelor și altor animale [13,21,22]. Însă, autorii menționați au utilizat în calitate de stimulator biologic biomasa microalgelor din Încrângătura *Chlorophyta*, în primul rând speciile de *Chlorella* și *Scenedesmus*, crescute de asemenea pe mediu cu dejecții de animale, aceasta deși biomasa microalgelor verzi după compoziția biochimică este net inferioară biomasei *Spirulinei*.

În mediul nutritiv cu dejecții de la porcine *Spirulina* de asemenea se dezvoltă mai intens în concentrațiile de până la 10% (Tab.4), însă, spre deosebire de varianta cu dejecții de la bovine, aici creșterea este mult mai lentă. În concentrația cu 5%, de exemplu, biomasa *Spirulinei* la cea de a 20-a zi nu depășea 1,233 g/l, iar în cea cu 10% – 1,350 g/l, ceea ce este de aproximativ 3 ori mai mică decât în mediul Zarrouk și tot de atâtea ori mai redusă decât în aceleași concentrații cu dejecții de bovine. Aceasta se lămurește, probabil, prin faptul că apele reziduale provenite de la porcine au aciditate mai înaltă, iar *Spirulina platensis* este o algă alcalinofilă și preferă mediile alcaline.

Tabelul 4

Dinamica creșterii biomasei *Spirulinei* pe mediu nutritiv cu ape reziduale de la complexe de porcine, în gr/l (BAU)

Timpul, în zile	Concentrația apelor reziduale, în %				Mediul Zarrouk
	5%	10%	15%	20%	
1	0,350±0,005	0,350± 0,005	0,350± 0,005	0,350± 0,005	0,350±0,005
5	0,716±0,012	1,102± 0,055	0,836± 0,071	0,650± 0,028	1,630±0,065
10	0,805±0,060	0,787± 0,094	0,911±0,057	0,561± 0,035	2,482±0,092
15	0,723±0,050	1,310 ±0,115	0,716 ±0,060	0,680± 0,041	2,986±0,024
20	1,233±0,056	1,350 ±0,132	0,983± 0,044	0,786±0,112	3,560±0,037
pH	7,26±0,04	7,78±0,04	8,05	8,15	10,46±0,12

Posibil că alcalinizarea apelor reziduale de la complexe de porcine va contribui la intensificarea dezvoltării *Spirulinei*, care ar putea fi utilizată ca sursă furajeră pentru animale.

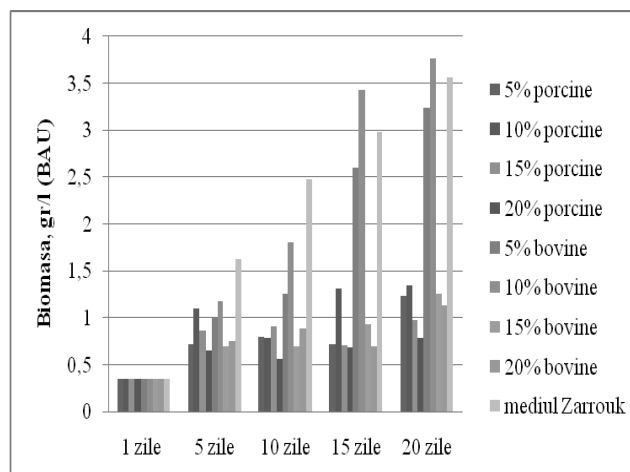


Fig.2. Productivitatea *Spirulinei* pe mediu nutritiv cu ape reziduale de la complexe de bovine și porcine în diferite concentrații.

Datele din Figura 2 demonstrează intensitatea creșterii biomasei Spirulinei pe ape reziduale de la bovine și porcine. După cum observăm, productivitatea Spirulinei cultivate pe medii cu dejecții de bovine este de circa 2,7 ori mai sporită decât pe mediul de la porcine în aceleași concentrații. Începând cu a 10-a zi de cultivare, observăm că în concentrațiile de 15 și 20% de ape reziduale provenite atât de la porcine, cât și în cele de la bovine productivitatea algei scade evident. De aceea, considerăm că cea mai favorabilă concentrație a apelor reziduale în mediul nutritiv este cea de 10%.

Concluzii

Rezultatele experimentelor efectuate demonstrează că apele reziduale de la complexe de creștere a animalelor pot fi utilizate în calitate de mediu nutritiv în scopul obținerii biomasei algale cu sinecost redus, în comparație cu biomasa crescută pe medii minerale. Din două tipuri de ape reziduale utilizate în calitate de mediu nutritiv la cultivarea Spirulinei mai favorabile sunt cele de la complexe de bovine în concentrații de până la 10%, când biomasa algei depășește valoarea ei din mediul mineral (Fig.2).

În mediile cu ape reziduale de la porcine intensitatea dezvoltării Spirulinei este de aproximativ 3 ori mai redusă, însă și în aceste ape dezvoltarea maximală a algei are loc în varianta cu 10%.

În concentrațiile de 15 și 20% de ape reziduale provenite de la complexe de porcine, cât și în cele de la bovine Spirulina nu piere, dar nici nu se dezvoltă în cantități necesare pentru utilizarea ei ca supliment furajer. Astfel, putem propune utilizarea apelor reziduale de la complexe de bovine și porcine în concentrația sus-menționată în calitate de mediu pentru cultivarea industrială a Spirulinei, reducând la maximum cheltuielile necesare pentru prepararea mediului nutritiv.

Referințe:

1. Cărăușu I. Cercetări privind creșterea în masă a algei *Spirulina platensis* // Lucrările S.C.P. Piscicolă. – Iași, 1990, I, p.163-171.
2. Cărăușu I.D. Cercetări asupra posibilităților de producere a biomasei proteice prin cultura algelor în bazine exterioare. II. Experiențe cu *Spirulina platensis* la stațiunea de cercetări „Stejarul”, 1980 – 1981 // Trav, Station „Stejarul”. Linm, 9, 1981, p.225-245.
3. Cărăușu I. Cercetări privind creșterea în masă a algei *Spirulina platensis* // Actual și perspectiv în biologie. – Cluj-Napoca, 1985, p.193-200.
4. Christopher H. The secrets of Spirulina. Medical discoveries of Japanese doctors. – Bould. Creec, Calif.
5. Mania S. Spirulina. Nutrientul miracol, 2004.
6. Rudic V., Șalaru V., Obuh P. Tulpina algei *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. CALU – 835 producător de biomasă. Certificat de autor de invenție nr. 1347204 SU, 1987.
7. Rudic V. BioR. Studii biomedicale și clinice. – Chișinău, 2007.
8. Rudic V.F. Aspecte noi ale biotehnologiei moderne. – Chișinău: Știința, 1993.
9. Switzer L. Spirulina the Whole Food Revolution. – Bant. Books., 1982.
10. Șalaru V., Socican I., Lupașcu V. Utilizarea algelor producătoare de substanțe biologice active în alimentația păsărilor. – Chișinău, 1999.
11. Hills A. The secrets of Spirulina. – Univ. of Treepress. Calif, 1981.
12. Ichim M., Șalaru V.V., Șalaru V.M. Utilizarea unor tulpini de microalge cultivate pe apele reziduale în calitate de stimulatori la creșterea păsărilor și plantelor de cultură // Lucrările simpozionului „Progrese științifice în industria alimentară”. – București, 2004, p.21-27.
13. Васигов Т.В. Протококковые водоросли и их значение для отгонного животноводства. –Ташкент: ФАН, 1979, с.88.
14. Вехов В.И., Губанов И., Лебедева Г.Ф. Культурные растения СССР. – Москва, 1978.
15. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. – Минск, 1960.
16. Винберг Г.Г., Сивко Т.Н. Фотосинтез фитопланктона в биологических прудах полей фильтрации г. Минск // Доклады АН БССР. Серия Б. – 1960. – №4. – С.490-493.
17. Зарипов З.З., Кучкарова М.А. Изучение возможности культивирования *Spirulina platensis* (Grom.) Greitl. зимой в условиях теплицы // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. –Ташкент, 1984, с.94.
18. Кучкарова М.А., Туляганов А., Зарипов Э.З. Культивирование синезеленых водорослей в производственных условиях Узбекистана // Промышленное культивирование микроводорослей. – Москва, 1985, с.30-31.
19. Ленова Л.И., Ступина В.В. Водоросли в доочистке сточных вод. – Киев: Наукова думка, 1990.
20. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. О промышленном производстве хлореллы и других микроводорослей // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. – Ташкент: ФАН, 1984, с.8-9.
21. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Культивирование и применение микроводорослей. – Ташкент: ФАН, 1984.
22. Рудик В.Ф., Денчикова Л.А. Культивирование Спирулины на средах, содержащих отходы животноводства // Актуальные проблемы современной альгологии. – Черкассы, 1987.
23. Сочикан И., Шаларь В.М., Рудик В.Ф. Корм из микроводорослей // Птицеводство. – 1992, 1993. – С.12–14.
24. 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

Prezentat la 09.06.2009