

UTILIZAREA APELOR REZIDUALE DE LA COMPLEXELE ZOOTEHNICE ÎN SCOPUL OBTINERII BIOMASEI FURAJERE

Vasile ȘALARU, Victor ȘALARU

Catedra Ecologie, Botanică și Silvicultură

Dans cet article on présente les résultats de la culture d'une des espèces des plantes aquatiques (*Lemna trisulca*, *L. minor* et *Myriophyllum spicatum*) dans le milieu nutritif, enrichi avec des résidus des complexes d'élevage des poules. On constate que ces 3 espèces des plantes aquatiques supérieures élevées dans un milieu avec la concentration de jusqu'à 20-25%, ont une biomasse maximale dans les limites de 5-10%. Le dépassement de ces concentrations ne provoque pas le trépas des plantes mais retiens leur développement. Les expériences effectuées en condition de laboratoire et en bassins expérimentaux démontrent que toutes les plantes produisent une biomasse valeureuse qui est plus grande qu'en réservoirs naturels. La biomasse obtenue peut être utilisée en qualité de supplément nutritif pour les poules et d'engrais organiques pour faire augmenter la fertilité du sol; elle peut aussi être convertie en énergie thermique ou électrique.

În ultimele decenii o deosebită atenție se acordă problemei privind utilizarea algelor și a unor plante vasculare în scopul intensificării procesului de epurare a apelor reziduale de la complexele zootehnice. Interesul față de aceste ape se lămurește prin faptul că, începând cu anii '60 ai secolului trecut, în cele mai multe țări ale lumii creșterea vitelor a devenit o ramură industrială. Aceasta a creat o serie de dificultăți în ce privește problema ocrotirii mediului ambiant. Numai în Republica Moldova în a doua jumătate a secolului XX au fost construite peste 200 complexe mari zootehnice și ferme avicole. În dependență de numărul de animale zilnic de la un complex zootehnic se elimină de la 600 până la 3000 m³ de apă reziduală, în care se conține o cantitate mare de cele mai diverse substanțe organice, care manifestă o acțiune negativă asupra mediului ambiant, îndeosebi asupra calității apelor de suprafață, freatice și a celor subterane.

Aceste ape însă pot fi utilizate în procesul de cultivare industrială a unor specii de alge și plante superioare în scopul obținerii biomasei, în primul rând a celei furajere. S-a constatat că algele și plantele acvatice superioare se dezvoltă intens pe toate tipurile de ape de la complexele zootehnice în concentrații până la 15-25%. E de menționat că compoziția chimică a biomasei obținute pe medii cu ape reziduale puțin se deosebește de cea crescută pe medii nutritive minerale, al căror sinecost este mult mai mare. Pe lângă faptul că în rezultatul cultivării obținem biomasa, care este utilizată ca supliment în nutriția păsărilor și animalelor, algele contribuie la epurarea apelor reziduale. Cultivarea microalgelor și utilizarea lor în calitate de supliment în nutriția animalelor este dificilă din cauza lipsei unei tehnologii eficiente de extragere a biomasei din mediul nutritiv. De aceea, mai convenabilă este cultivarea pe ape reziduale a unor specii de plante acvatice superioare care pot fi extrase din apă manual sau cu ajutorul unor utilaje care nu necesită folosirea energiei electrice [1-3]. În calitate de surse de cultivare se propun speciile de broscăriță (*Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. pectinatus*), stuful (*Phragmites australis*), papura lată, papura îngustă (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*), lintița (*Lemna gibba*, *L. polyrrhiza*, *L. minor*), varza de baltă (*Piscia stratiotes*), cosorul (*Ceratophyllum demersum*) etc. S-a constatat că în urma cultivării plantelor superioare acvatice în medii cu ape reziduale se obține o biomasă vegetală extrem de prețioasă care poate fi utilizată în calitate de supliment în nutriția animalelor sau în calitate de îngrășământ organic în scopul sporirii fertilității solurilor degradate. Nu mai puțin interes prezintă metanizarea biomasei acestor plante în scopul obținerii energiei termice și electrice. În același rând, plantele acvatice asimilează din apele reziduale o cantitate mare de azot, fosfor, carbon, sulf și alte elemente, contribuind la epurarea apelor poluate. Un deosebit interes prezintă speciile de *Lemna* care conțin în biomasă un procent înalt de proteine [4-6].

Experimental s-a demonstrat că în rezultatul cultivării unor așa specii de plante ca *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton perfoliatus*, a unor specii de lintiță în timp de 4-5 zile consumul biologic de oxigen (CBO) se reduce de 8-9 ori, iar concentrația oxigenului dizolvat în apă sporește de la 0 până la 11,30 mg/l [7]. În același timp, concentrația azotului amoniacal se reduce de la 6,0 până la 1,0 mg/l. Concentrația nitraților se reduce de 15 ori. Autorii D.Abdulaev și T.Madalieva constată că în urma cultivării lintiței – *Lemna minor* și *L. gibba* și a unor specii de broscăriță (*Potamogeton*) în timp de 24 de ore plantele asimilează până la 80% din fosforul total și până la 65% azot. După cum relatează acești autori, intensitatea asimilării azotului, fos-

forului și a altor elemente nutriente depinde de concentrația lor în apă, de temperatură și, nu în ultimul rând, de specia de plantă. Autorii V.Șalaru și colaboratorii [8-12] au demonstrat că în timp de 9-10 zile plantele *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Ceratophyllum demersum* împreună cu alga filamentoasă *Hydrodictyon reticulatum* asimilează din apele reziduale de la complexul de bovine până la 98,3% azot și 99,8% fosfor. În același timp, consumul biologic de oxigen (CBO) se reduce până la 98,0-99,0%. Plantele acvatice superioare asimilează din apă și o cantitate impunătoare de microelemente. Experimentele efectuate de autorii Abdulaev și Madalievă cu speciile de broscăriță demonstrează că în apele menajere ale orașului Fergana la începutul experimentului oxigenul dizolvat în apă lipsește cu desăvârșire. Peste 48 ore concentrația oxigenului în apă era de 9,7-9,9 mg/l. Peste 96 ore concentrația oxigenului în vasele în care s-au introdus plantele acvatice a sporit până la 13,6-14,8 mg/l, pe când în vasele în care lipseau plantele concentrația oxigenului nu depășea 3,8-4,2 mg/l. Menționăm că majoritatea lucrărilor numite aici, precum și ale altor autori se referă, în special, la utilizarea microalgelor și, episodic, a unor specii de plante superioare în procesul de epurare biologică a apelor menajere de la diferite orașe sau întreprinderi industriale de producere a îngrășămintelor minerale, de la uzinele siderurgice, de producere a fibrelor artificiale de caprolactam, de la fabricile de prelucrare a lânii, pielii, de producere a vopselelor etc. [13-16]. Doar lucrările specialiștilor din Laboratorul Algologie al USM conțin date referitoare la cultivarea unor specii de plante superioare în scopul intensificării proceselor de epurare a apelor reziduale de la complexele zootehnice. Însă, și în aceste lucrări sunt expuse rezultatele utilizării în procesul de cultivare a plantelor acvatice superioare în medii cu ape reziduale provenite numai de la complexele de bovine.

În privința cultivării plantelor superioare pe medii cu ape de la complexele avicole, date în literatură, după cum suntem informați, lipsesc sau poartă un caracter episodic. În legătură cu aceasta au fost efectuate o serie de experiențe în scopul evidențierii posibilității de a utiliza apele reziduale de la complexele de găini în cultivarea speciilor de plante acvatice superioare (*Lemna trisulca*, *Lemna minor* și *Myriophyllum spicatum*). Experimentele au fost efectuate în laborator în vase cu volumul de 10 l și în condiții de câmp în cuve din scânduri acoperite cu peliculă de polietilen.

Au fost experimentate diferite concentrații de ape reziduale de la complexele de găini, reieșind din conținutul azotului și fosforului. Pentru toate plantele antrenate în experiențe au fost aplicate aceleași concentrații de ape reziduale.

Pentru experimente găinațul se colecta nemijlocit în încăperea unde creșteau găinile. După câteva zile de păstrare în frigider găinațul se amesteca cu apă în proporții de 1:10.

În laborator se turna în vase de 5 litri, se pune în frigider pentru 4-5 zile și peste fiecare 3-4 ore în timpul zilei se agită manual. După 4-5 zile lichidul de deasupra sedimentului se strecura prin 2-3 straturi de tifon pentru înlăturarea maximal posibilă a particulelor solide. Pregătit în asemenea mod, mustul obținut din găinaț de găină era utilizat în experiențe în următoarele concentrații: 1; 5; 10; 15; 20%. Condițiile de temperatură și lumină pentru toate speciile au fost aceleași: 22-24°C și 10-12 mii lux.

Creșterea biomasei plantelor se verifica prin cântărirea peste fiecare 5 zile de la începutul experimentelor. Durata în timp pentru realizarea experimentelor – 30 zile pentru toate speciile de plante. Compoziția chimică inițială a mustului utilizat în calitate de mediu nutritiv a fost următoarea: pH – 7,4; N total – 1328 mg/l; N-NH₃ – 943 mg/l; N-NO₃ – 103 mg/l; P₂O₅ – 380 mg/l; K₂ – 1032 mg/l; CCO – 1270 mg/l și reziduu – 750 mg/l. Pentru experimente s-a utilizat apa din bazinul de unde au fost colectate plantele. Drept martor a servit varianta cu apă din bazinul natural, de unde a fost colectată specia dată.

Menționăm că toate aceste trei specii de plante superioare sintetizează o biomasă bogată în proteine, glucide, vitamine și este intens utilizată ca sursă nutritivă de cele mai variate specii de păsări și mamifere acvatice care populează diverse ecosisteme acvatice.

Cultivarea speciei *Lemna trisulca* L. *Lemna trisulca*, sau lintița trinervată, este una dintre cele mai răspândite specii ale genului dat. Se reproduce în temeii vegetativ prin muguri sau frondoni. În rezultatul împletirii rădăcinilor formează colonii din 25-50 frondoni (frunzișoare). Începe dezvoltarea primăvara, când se fixează de substrat cu ajutorul rădăcinilor. Pe măsura dezvoltării formează un strat de 10-20 cm. Către acest timp rădăcinile, cu care se fixează de mъл, putrezesc și toată această masă se ridică la suprafața apei. În natură se întâlnește în bazinele stagnante, preferă zonele bazinelor concreșcute cu plante vasculare semidemerse (*Typha*, *Phragmites*, *Schoenoplectus* etc.), unde adâncimea nu depășește 0,5-2,0 m. Populațiile acestei specii sunt caracteristice pentru bazinele cu apă și depunerile de pe fund bogate în substanțe organice.

În bazinele artificiale *Lemna trisulca* L. mai frecvent se dezvoltă pe depunerile minerale cu o productivitate mai sporită în locurile bogate în săruri de calciu și sărace în săruri de magneziu. Dacă în depunerile sedimentale sau în apa bazinelor se conține o cantitate mare de săruri de magneziu, lintița trinervată lipsește totalmente. În schimb, se dezvoltă intens în bazinele în care mineralizarea apei este în limitele de 3500-4000 mg/l. În timpul dezvoltării exagerate formează un strat la suprafața apei de 15-20 cm; în asemenea cazuri, dezvoltarea altor specii de plante acvatice este imposibilă. Deseori se întâlnește în sâmbrie cu *Lemna gibba* sau *Spirodella polyrrhiza*, care de asemenea se referă la fam. Lemnaceae. Este o specie care adesea se întâlnește în canalele de drenaj al câmpurilor de cultivare a orezului, în sistemele de irigare distribuite în apropierea fermelor de ovine și avicole sau în apropierea câmpurilor de filtrație a fabricilor de zahăr.

În Cehia a apărut și se dezvoltă intens în bazinele acvatice în care își fac cuiburile pescărușii, care contribuie la îmbogățirea apei cu substanțe organice de origine avicolă. În condiții naturale productivitatea plantei oscilează între 110 și 320 gr/m² masă absolut uscată. În privința compoziției chimice a biomasei, este o plantă foarte valoroasă. Biomasa ei conține: proteine – 30,6% din masa uscată, lipide – 2,7%, polizaharide – 10,8%, substanțe extractive fără de azot – 24%, cenușă – 22,1%, caroten – 15,3 gr/kg masă verde. În compoziția chimică a biomasei se conține o serie de microelemente: Mn – 0,06%, P – 6,8%, Cu – 1,9%, Ni – 0,79%, Zn – 32% din masa absolut uscată. După cum reiese din compoziția chimică a biomasei, *Lemna trisulca* prezintă o sursă nutritivă prețioasă pentru păsări. Această premisă ne-a și afirmat în decizia de a selecta specia *L. trisulca* în scopul cultivării pe medii cu dejecții de la complexe avicole, deoarece, după cum am menționat mai sus, în Cehia se dezvoltă intens în bazinele din apropierea complexelor avicole. Experimentele cu cultivarea lintiței (*L. trisulca*) au fost efectuate cu utilizarea diferitelor concentrații de apă reziduală de la complexe de găini. Concentrația azotului a variat între 13,7 și 247,0 mg/l, iar cea a fosforului – între 2,3-46,0 mg/l, ceea ce corespunde administrării în mediul nutritiv a 1, 5, 10, 15 și 20% de apă reziduală. Cantitatea de inoculum a constituit 30 g/m² BAU. Cultivarea s-a efectuat sub cerul liber în cuve din scândură cu suprafața 1 x 2 m și adâncimea de 0,4 m. Cuvele în prealabil au fost captușite cu peliculă din polietilenă menită pentru ambalarea produselor alimentare. Durata experimentelor a fost de 30 zile, de la 20 iulie până la 20 august 2006. Temperatura apei pe perioada experimentului a oscilat între 22 și 24°C. După cum se vede din Figura 1, *Lemna trisulca* crește în toate variantele experimentului, însă cea mai favorabilă concentrație a apelor reziduale este de 10%, unde conținutul azotului total este de 131,4 mg/l și a fosforului de 23, mg/l. Concentrația apelor reziduale mai înaltă de 10% începe să rețină dezvoltarea plantei, iar în cea cu concentrația de 20% planta se dezvoltă slab. În varianta cu 1% ape reziduale la a 6-a zi de cultivare biomasa lintiței s-a mărit de două ori și a constituit 63,5 g/m². Peste 12 zile biomasa a depășit 130 g/m², sporind de 4 ori în comparație cu biomasa inițială și a continuat să crească, însă mult mai lent față de celelalte variante.

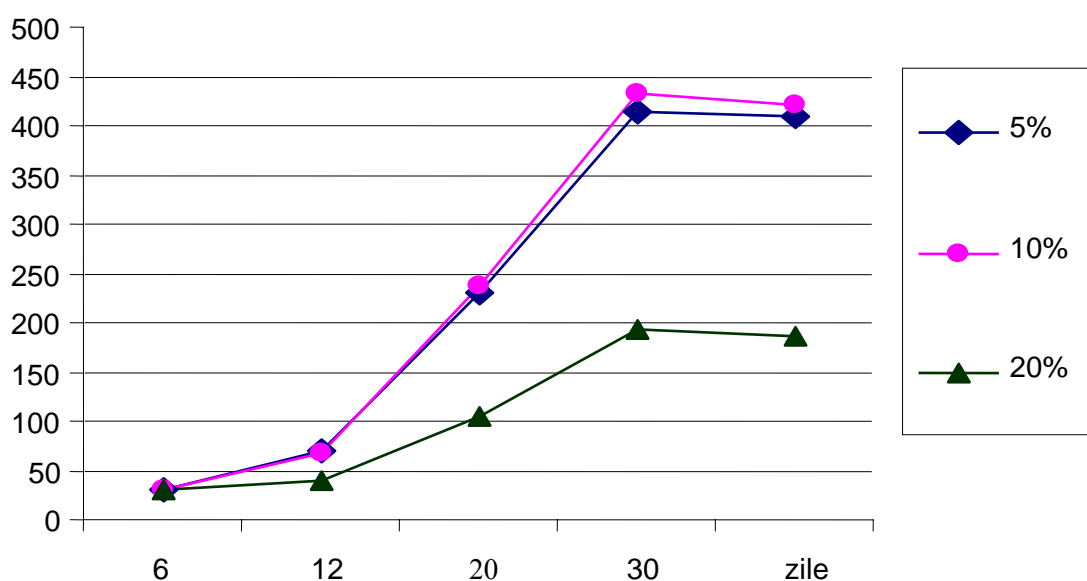


Fig.1. Dinamica dezvoltării speciei *L. Trisulca* pe medii cu diferite concentrații de ape reziduale de la complexe de găini (20 iulie - 20 august 2006).

În a 20-a zi de cultivare biomasa lintiței în varianta cu 13,7 mg N/l și 2,3 mg P/l s-a mărit de două ori în comparație cu ziua a 12-a și a constituit 280,0 g/m², iar în cea de-a 30-a zi biomasa a rămas la 291 g/m². Dezvoltarea lintiței în această variantă puțin se deosebește de dezvoltarea în condiții naturale, unde biomasa ei nu depășește 300-320 g/m². În variantele, unde concentrația azotului și fosforului au fost mai înalte, planta s-a dezvoltat mult mai intens. În varianta cu concentrația apelor reziduale de 5% biomasa lintiței trinervată, după cum se vede din Figura 2, în cea de a 6-a zi puțin ce se deosebea de cea din varianta cu 1%. În ziua a 12-a de cultivare biomasa lintiței a crescut evident în comparație cu primele zile, când planta se afla într-o perioadă de adaptare. În a 20-a zi de cultivare biomasa a depășit 413 g/m², ceea ce evident este mai sporită față de cea crescută în condiții naturale. După a 20-a zi creșterea plantei în această variantă a început să se rețină. Iar în a 30-a zi biomasa lintiței a început să scadă, constituind 409,1 g/m². Dar și în acest caz biomasa *L. trisulca* este mai sporită ca în bazinele naturale. Micșorarea biomasei lintiței se lămurește prin epuizarea sursei de elemente nutritive de bază (a azotului și fosforului). Ca rezultat al acestui proces, o parte din masa verde începe să se descompună. Aceasta ar putea să se întâmple și din cauza ridicării la suprafață a masei vegetative a plantei care formează un strat dens, ce ar împiedica pătrunderea razelor solare și reducerea intensității procesului de fotosinteză la exemplarele din partea inferioară a stratului.

În varianta cu concentrația de 10% de ape reziduale dezvoltarea lintiței trinervate în primele 12 zile de cultivare a fost similară variantei cu concentrația de 5%, biomasa constituind 237,1 g/m², depășind-o doar cu 8 g/m². În cea de-a 20-a zi de cultivare biomasa lintiței în varianta cu concentrația de 10% ape reziduale a depășit 433,2 g/m², iar în cea de-a 30-a zi s-a redus cu 13g/m² (a se vedea Tabelul).

În varianta cu concentrația de 15% de ape reziduale dezvoltarea lintiței pe tot parcursul experimentelor a fost mai redusă ca în celelalte concentrații, însă în cea de-a 20-a și 30-a zi și în această variantă biomasa a fost mai înaltă decât se observă în condițiile naturale. Și numai în concentrația de 20% ape reziduale planta s-a dezvoltat mai slab. Dar și în această concentrație biomasa se menține în limitele oscilației ce corespund condițiilor naturale.

Tabel

Dinamica dezvoltării speciei *L. trisulca* pe medii cu diferite concentrații de ape reziduale de la complexele avicole

Concentrația apelor reziduale, în %	Concentrația azotului total, mg/l	Concentrația fosforului total, mg/l	Biomasa inoculumului, g/m ²	Dinamica creșterii biomasei pe zile, g/m ²			
				6-a	12-a	20-a	30-a
1	13,7	2,3	30,0	63,5	130,1	280,0	310,2
5	68,5	11,5	30,0	69,2	229,2	413,3	409,1
10	131,4	23,0	30,0	68,3	237,1	433,2	420,2
15	205,5	34,5	30,0	70,2	199,2	410,3	400,2
20	274,0	46,0	30,0	40,2	104,3	193,2	286,4

În felul acesta, s-a constatat că planta *L. trisulca* poate fi cultivată pe medii cu dejecții de la complexele avicole. În rezultatul cultivării se obține biomasa care ar putea fi utilizată ca supliment nutritiv pentru aceleași găini. Dezvoltarea acestei specii în concentrații de 10-15% dejecții se datorează faptului că *L. trisulca* este o plantă care preferă bazinele bogate în substanțe organice atât dizolvate în apă, cât și în depunerile de pe fundul bazinului.

Experimentele efectuate de noi au demonstrat că *L. trisulca* cultivată pe medii cu dejecții de găini produce o biomasă mult mai sporită decât se observă în condiții naturale. Având în vedere faptul că biomasa *L. trisulca* conține un procentaj înalt de proteine, glucide, lipide și un șir de substanțe biologice active, această plantă prezintă o sursă deosebit de prețioasă pentru biotehnologia modernă. O particularitate deosebită a acestei plante este faptul că ea se dezvoltă intens și în bazinele înămolite cu adâncimea de 0,1-0,2 m, unde, împreună cu alte specii de Lemna (*L. minor*, *L. polyrrhyza*), adesea sunt unicele plante din biotopul dat.

Cultivarea speciei *Lemna minor* L. – lintița mică. Este o plantă plutitoare ce se întâlnește în bazine mici stagnante, unde adesea acoperă întreaga suprafață a apei cu un strat de culoare verde-deschis de 4-5 cm grosime. Este răspândită pe toate continentele lumii. Spre deosebire de *L. trisulca*, se întâlnește mai frecvent în bazinele cu temperatura apei mai scăzută, însă se dezvoltă intens și la temperatura apei de 20-21°C. În

condiții naturale planta se întâlnește în bazinele unde pH este între 7,4-7,7. Lintița mică modifică pH-ul în dependență de intensitatea dezvoltării până la 6,4-5,8. Preferă adâncimea de 0,1-0,3 m și se dezvoltă abundent în lacuri, albiile vechi ale râurilor, iazuri, băltoace, în care nivelul apei oscilează în limite evidente, producând până la 150-250 g/m² masă absolut uscată.

Biomasa lintiței mici conține până la 21,2-25,8% proteină brută; 3,7-4,7% lipide; 27,1-33,6% substanțe extractive neazotate; cenușă 10-20% din masa absolut uscată. În condiții naturale *L. minor*, împreună cu alte specii (*L. trisulca*, *L. gibba*, *L. polyrrhyza*), este utilizată în nutriție de cele mai diverse păsări de baltă, în același rând de către rațele și găștile domestice.

Locuitorii din satele situate în lunca râului Prut, fluviului Nistru, în Delta Dunării etc. vara în cantități mari colectează lintița pe care o folosesc în stare proaspătă drept hrană pentru păsările domestice, îndeosebi pentru rațe și găști. *L. minor* prezintă o sursă valoroasă vitamino-proteică și se propune elaborarea tehnologiei de cultivare industrială a acestei specii în scopul utilizării ei în nutriția păsărilor. Fiind convinși de faptul că *L. minor* este utilizată de către păsări, am decis să încercăm a cultiva această specie de lintiță pe medii cu dejecții de la găini, având în vedere că în condiții naturale ea preferă bazinele cu apă bogată în substanțe organice.

Experimentele cu această specie s-au efectuat de asemenea sub cerul liber în cuve din scândură ca și în cazul cu *L. trisulca*, cu deosebirea că în această serie au fost utilizate ape reziduale cu concentrația de numai 5, 10 și 20%. Excluderea concentrațiilor de 1 și 15% se explică prin faptul că în varianta cu concentrația de 1% de dejecții dezvoltarea lintiței nu se deosebește esențial de a celei crescute în condiții naturale. În varianta cu concentrația de 15% dezvoltarea plantei se aseamănă în linii generale cu cea din varianta cu concentrația de 10%. Temperatura apei pe parcursul experimentului a variat între 17 și 20°C. Experimentele s-au desfășurat între 10 mai și 10 iunie 2006.

L. minor, ca și *L. trisulca*, este o plantă organofilă, de aceea în experimentele noastre cu dejecții de găină se dezvoltă normal, depășind cu mult productivitatea ei în bazinele naturale. Totodată, trebuie de menționat că cea mai înaltă productivitate în experimentele noastre s-a observat în varianta unde s-au adăugat 10% de dejecții. După cum observăm din datele prezentate în Figura 2, în varianta cu concentrația de 5% de dejecții biomasa lintiței peste 6 zile de la începutul cultivării a sporit de la 30 g/m² până la 124,4 g/m², adică s-a mărit de 4 ori. După aceasta, intensitatea creșterii începe să scadă și în cea de-a 12-a zi a constituit 254,3 g/m², ceea ce înseamnă că s-a mărit de circa 2 ori în comparație cu cea din ziua a 6-a. În următoarele 8 zile intensitatea creșterii a scăzut și mai mult și în cea de-a 20-a zi a constituit 268,3 g/m², adică a crescut numai cu 5% în comparație cu biomasa din ziua a 12-a. Încă peste 10 zile, în cea de-a 30-a zi de cultivare, biomasa lintiței a început ușor să scadă. În acest moment este necesar ca o parte din biomasă să fie extrasă din bazin. Observăm astfel că biomasa lintiței crește până la cea de-a 20-a zi, după ce trece în faza de plato. În același timp, în rezultatul metabolismului, planta elimină în mediu un șir de substanțe care, acumulându-se în mare măsură, va inhiba dezvoltarea ei. Reducerea treptată a productivității lintiței se explică prin faptul că în primele 12 zile de cultivare planta utilizează la maximum elementele nutritive din apă, în primul rând azotul și fosforul. Cea mai favorabilă concentrație de dejecții de găină a fost de 10%. În această variantă, după cum observăm din Figura 2, în primele 12 zile de cultivare creșterea biomasei lintiței a fost asemănătoare cu cea din varianta cu 5% de dejecții. Aici, ca și în cazul speciei *Lemna trisulca*, în primele zile de cultivare are loc adaptarea plantei. După această perioadă biomasa lintiței a început evident să crească și la cea de-a 20-a zi a atins cota de 314,2 g/m², fiind mult mai înaltă ca în varianta cu 5%. Merită a fi menționat faptul că în condiții naturale productivitatea acestei specii de lintiță nu depășește 220-225 g/m² BAU. În condiții de laborator însă, pe medii minerale nesterile „knop”, „Boslavscaia” etc., G.Lukina a obținut rezultate similare celor din experimentele noastre. Sporirea concentrației de ape reziduale cu mai mult de 10% reține dezvoltarea lintiței, în pofida faptului că această specie preferă bazinele cu apă bogată în substanțe organice.

În varianta cu 20% ape reziduale, de exemplu în cea de-a 20-a zi de cultivare, biomasa lintiței a fost de numai 150,3 g/m², sau de două ori mai redusă ca în varianta cu 10% de dejecții. Însă, și în aceste concentrații planta nu a pierit, dar nici nu a manifestat tendință spre o dezvoltare evidentă. Investigațiile noastre demonstrează că această plantă, care este considerată pionierul vegetației bazinelor mici, apărute pe cale naturală sau artificială, produce o biomasă suficientă într-o perioadă relativ restrânsă de timp, care după compoziția chimică nu cedează celor mai valoroase graminee de cultură și poate fi utilizată în calitate de sursă nutritivă atât pentru pasări, cât și pentru animale domestice. Considerăm că această specie prezintă un deosebit interes

pentru biotehnologia modernă. În primul rând, este o plantă tolerantă față de condițiile mediului. În al doilea rând, produce o biomasă până la 300-350 g/m² în 15-20 zile. Biomasă ei conține proteine până la 25-26% din masa absolut uscată, care este ușor asimilată de păsări și animale. În al treilea rând, lintița mică poate fi cultivată în bazine mici construite în diverse râpi, văgăuni etc., inutile pentru agricultură, dar care se găsesc în apropierea complexelor zootehnice.

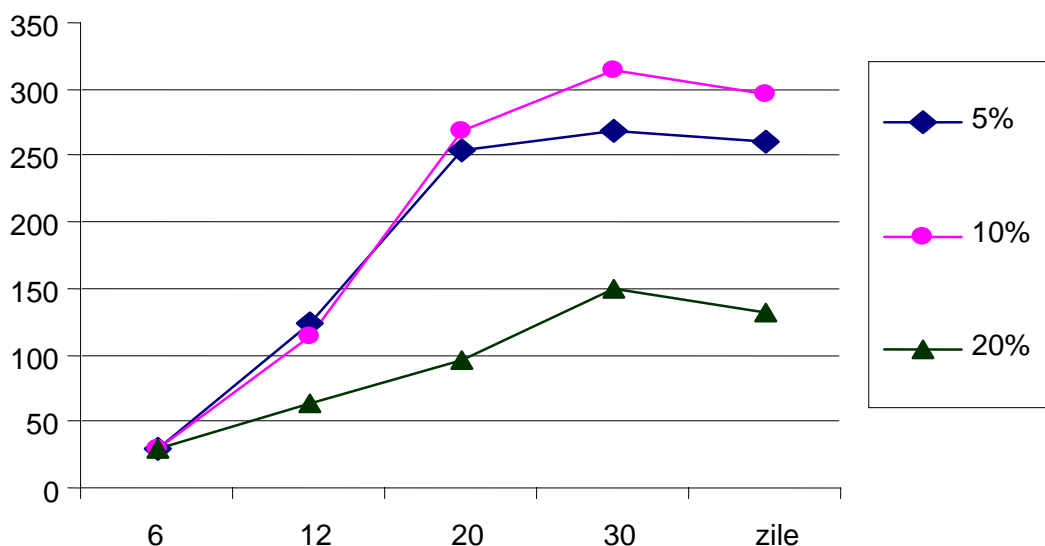


Fig.2. Cultivarea speciei *Lemna minor* pe medii cu diferite concentrații de ape reziduale de la complexele de găini (10 mai - 10 iunie 2006).

Cultivarea speciei *Myriophyllum spicatum* L., sau prâsnelului. Această specie se referă la familia Haloragaceae R.Br. Este o plantă tipic acvatică, demersă, răspândită pretutindeni în bazinele stagnante, începând cu peninsula Scandinavă, America de Nord și terminând cu Africa, Australia, Filipine, Sumatra etc. În Republica Moldova și în România se întâlnește în lacuri, iazuri, râuri, bazine de acumulare a hidrocentralelor, în zonele de adâncime mică. Deosebit de intens se dezvoltă această specie în lacurile și bălțile din lunca și Delta Dunării, din luncile râului Prut și ale fluviului Nistru [17-20]. Preferă zonele bazinelor cu adâncimea de 0,5-1 m.

Dezvoltarea plantei începe primăvara în martie, aprilie la temperatura apei de 15°C. Către această perioadă rădăcinile plantei putrezesc. Planta se desprinde de substrat și se ridică la suprafața apei. Perioada înfloririi durează din a doua jumătate a lunii mai până la sfârșitul lunii august, însă puține semințe devin fertile. De aceea, planta se reproduce în temei vegetativ prin porțiuni de lăstari ce se concentrează la suprafața apei. S-a constatat că cu cât mai puține semințe sunt fertile, cu atât mai multe segmente vegetative produce planta, cu atât mai intens se reproduce vegetativ. În cazul scăderii nivelului apei în bazin planta se transformă într-o formă terestră fixându-se de substrat și acoperind adesea fundul bazinului dispărut cu un covor verde compact de plante cu o înălțime de 10-15 cm. *Myriophyllum spicatum*, ca și speciile de lintiță, preferă bazinele sau zonele bazinelor, unde apa conține multe substanțe organice dizolvate. Cea mai înaltă productivitate în bazinele naturale se observă în lunile iulie-august la temperatura de 24-27°C, când biomasă oscilează în diferite bazine între 330 și 480 g/m² BAU. Pe tulpinile plantei de prâsnel epifitează un șir de specii de alge cianofite, diatomee și alge verzi filamentoase, a căror biomasă depășește de câteva ori biomasă plantei gazde. Deosebit de intens populează algele această plantă în a doua jumătate a lunii iulie – prima jumătate a lunii august, când temperatura apei este maximală. În compoziția chimică a biomasei prâsnelului se conține proteină brută 18,4-25,0; lipide – 2,71%; substanțe extractive neazotoase – 21,79%; glucide – 18,61%, cenușă – 30,0% din masa absolut uscată; substanțe minerale în cenușă – 28,05%; caroten – 1,69 mg/kg. Este considerată o plantă furajeră de mare valoare. Digerabilitatea proteinei constituie 90%. Prâsnelul este folosit în nutriție de cele mai diverse păsări de baltă, peștii fitofagi și de mamiferele acvatice; adesea e utilizată în calitate de agent biologic în epurarea apelor poluate, în primul rând a apelor poluate cu produse petroliere, fenoli, cu ioni ai metalelor grele etc. Având în vedere aceste particularități ale speciei *Myriophyllum spicatum* și faptul

că este larg răspândită în bazinele din Republica Moldova și România, am decis să o utilizăm în scopul intensificării procesului de epurare a apelor reziduale de la complexele zootehnice și obținerii biomasei furagere. Cultivarea plantei *Myriophyllum spicatum* s-a efectuat după aceeași schemă ca și în cazul speciilor de lintiță din genul Lemna. Experimentele s-au desfășurat între 10 iulie-10 august 2005 la temperatura apei de 24-26°C.

Este de menționat că în literatură lipsesc informații despre cultivarea artificială a speciei *M. spicatum*. De aceea, rezultatele obținute de noi pot fi comparate numai cu observările asupra dezvoltării acestei specii în bazinele naturale.

În experiențele noastre au fost utilizate aceleași concentrații de ape reziduale de la complexele de găini: 5,10 și 20%. Biomasa inițială a fost de 30 g/m² și a constat din fragmente tinere numai ce desprinse de la tulpina plantei. Din datele prezentate în Figura 3 observăm că specia *M. spicatum* este de asemenea tolerantă față de concentrația substanțelor organice din apă, producând o biomasă similară în concentrațiile de 5 și 10% dejecții. În varianta cu 5% dejecții la a 6-a zi de cultivare biomasa a sporit mai mult de 2 ori în comparație cu cea inițială. După a 6-a zi de adaptare biomasa prâsnelului a început intens să sporească și la a cea de-a 12 zi a constituit 330,4 g/m², ceea ce înseamnă că s-a mărit de 11 ori în comparație cu biomasa inoculumului. Încă, peste 8 zile, la cea de-a 20-a zi, biomasa prâsnelului în varianta cu 5% de ape reziduale a atins cota de 580,2 g/m². Este de menționat aici că în condiții naturale cea mai înaltă productivitate a speciei *M. spicatum* nu a depășit 480,0 g/m² și a fost semnalată în unele bazine din lunca Niprului inferior din Ucraina.

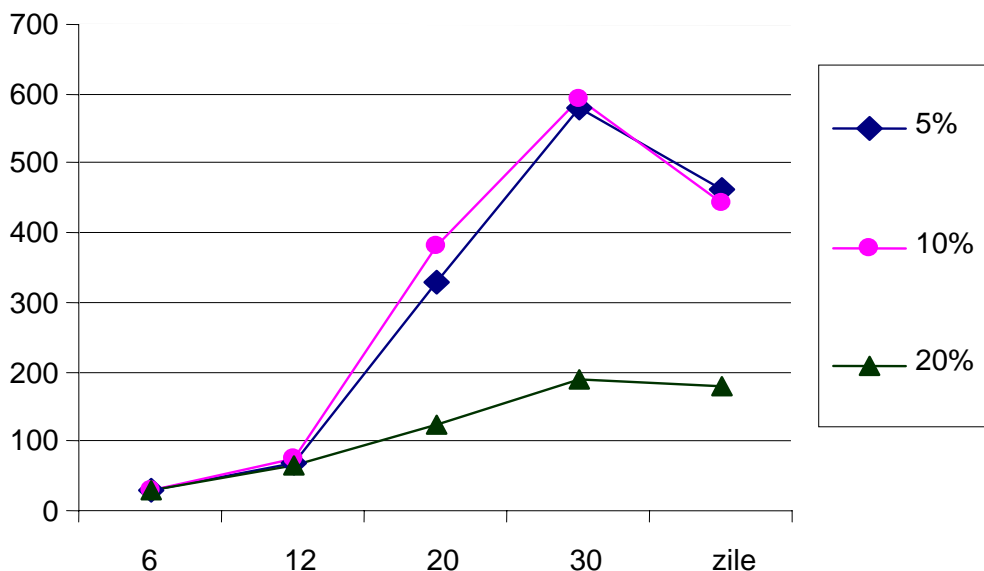


Fig.3. Dinamica creșterii plantei *Myriophyllum spicatum* pe medii cu ape reziduale de la complexul de găini (10 iulie - 10 august 2005).

După a 20-a zi de cultivare o parte din frunze au început să se desprindă de tulpină și să se depună pe fundul cuvei, începând treptat să se înnegrească. În legătură cu aceasta, biomasa plantei în cea de a 30-a zi a scăzut evident în comparație cu cea din a 20-a zi. Aceasta înseamnă că după a 20-a zi de cultivare este necesar ca o parte din biomasă să fie înlăturată din bazin. Este și natural ca către această perioadă planta să asimileze maximal substanțele nutriente și, dacă după extragerea biomasei în cuvă se adaugă o porțiune de dejecții, biomasa începe din nou să crească, însă cu o intensitate mult mai redusă față de cea din primele zile de cultivare. De aici reiese că cel mai convenabil în scopul obținerii biomasei este cultivarea pe parcursul a 20 de zile. O asemenea tendință în dinamica dezvoltării *M. spicatum* a manifestat și în concentrații mai sporite de dejecții de găină. De exemplu, la cea de a 6-a zi de cultivare biomasa plantei în varianta cu 10% de ape reziduale puțin diferă de cea din varianta cu 5% (Fig.3). După această perioadă intensitatea creșterii biomasei prâsnelului în varianta cu 10% ape reziduale a fost mai înaltă și în a 12-a zi a constituit 381,2 g/m², sau cu 16% mai mult ca în aceeași zi în varianta cu 5%. În următoarele zile planta în varianta cu 10% a continuat să se dezvolte, însă intensitatea creșterii a scăzut evident. La cea de-a 20-a zi biomasa *M. spicatum* a fost maximală – 593,3g/m², însă a depășit varianta cu 5% numai cu 12 g/m². Și în această variantă după cea de-a 20-a

zi biomasa prâsnelului a început să scadă și în a 30-a zi nu depășea 444,1 g/m². Sporirea concentrației apelor reziduale cu mai mult de 10% se răsfrânge negativ asupra dezvoltării plantei. De exemplu, în varianta cu 20% ape reziduale, după cum vedem din aceeași Figură 3, pe tot parcursul experimentului biomasa *M. spicatum* a fost mult mai redusă decât în variantele cu 5 și 10 %. În cea de-a 20-a zi biomasa plantei în această variantă abia a atins 190 g/m². Însă, și în acest caz planta nu a pierit, dar în asemenea condiții nu se observă nici o dezvoltare evidentă. În felul acesta, s-a constatat că *Myriophyllum spicatum* poate fi cultivată pe medii cu dejecții de găină, a căror concentrație nu trebuie să depășească 10% din componența mediului nutritiv.

Rezultatele obținute confirmă că în baza dejecțiilor de găină se poate obține o biomasă cu un conținut bogat în proteine, glucide, lipide, vitamine și alte substanțe biologice active, care, fiind administrate ca supliment în nutriția păsărilor, ar stimula mult productivitatea lor. Încă o particularitate distinctivă caracterizează această specie. Anterior am menționat că spre sfârșitul perioadei de vegetație pe toate organele vegetative ale plantei se fixează o serie întregă de specii de alge clorofite monocelulare, coloniale și filamentoase, diatomee, cianofite etc., care se dezvoltă ca epifite, producând o biomasă care adesea întrece de câteva ori biomasa proprie a prâsnelului.

Aceste alge conțin în biomasa lor o cantitate mare de proteine, glucide, vitamine, microelemente etc. [21,22], care, împreună cu biomasa *M. spicatum*, constituie o sursă nutritivă suplimentară de mare valoare pentru peștii fitofagi, păsările de baltă și cele domestice. O altă particularitate a acestei specii este că în cazul conținutului sporit de săruri de calciu în apă toată planta se acoperă cu un strat alb de calciu. Calciul este inclus în mod obligator ca supliment în nutriția găinilor ouătoare în scopul întăririi cojii ouălor. Administrarea în calitate de supliment nutritiv a biomasei prâsnelului acoperit de alge epifite și de calciu ar reduce mult necesitatea utilizării varului în avicultură și în mare măsură ar substitui premixul vitamino-mineral care la noi se importă la un preț foarte înalt.

În consecință, experiențele noastre au demonstrat că apele reziduale de la complexe de găini pot fi utilizate în calitate de medii nutritive în cultivarea plantelor acvatice superioare (*L. trisulca* – lintița trinervată, *L. minor* – lintița mică și *M. spicatum* – prâsnelul) în scopul obținerii biomasei vitamino-minerale cu un conținut bogat de vitamine și proteine de o digerabilitate înaltă. Aplicarea acestei biomase în calitate de supliment în nutriția păsărilor și animalelor ar spori mult productivitatea în zootehnie. În unele țări, biomasa speciilor de lintiță deja se utilizează în avicultură cu o eficacitate economică evidentă.

Dacă luăm în considerație și faptul că toate aceste plante asimilează din apă o cantitate mare de diverse substanțe poluante, atunci ne putem imagina importanța elaborării tehnologiilor de aplicare a plantelor acvatice superioare în procesele de epurare biologică a apelor reziduale de la complexe zootehnice.

Investigațiile efectuate în condiții de laborator cu speciile de lintiță (*L. trisulca*, *L. minor*, *L. polyrrhiza*) și cosor (*Ceratophyllum demersum* L.) cultivate pe medii cu ape reziduale de la complexe de bovine au demonstrat că în timp de 5 zile CCO (consumul chimic de oxigen) în mediul cultural se reduce de la 800 până la 323,5 mg/l, iar peste 10 zile scade până la 32,6 mg/l, sau cu 90-95% față de concentrația inițială.

În altă serie de experimente, în complexul de lintițe și cosor a fost introdusă, de asemenea în condiții de laborator, alga microscopică *Hydrodictyon reticulatum* (rețeaua apei) în cantitate de 1,0-2,0 g masă verde la un litru de mediu, în care CCO varia între 1100 și 1300 mgO₂/l, azotul total – 126 mg/l, fosforul total – 86,0 mg/l. Introducerea în comunitatea de plante superioare a algei clorococoficee *Hydrodictyon reticulatum* a întezit evident procesul de autoepurare a apelor reziduale de la același complex de bovine. În rezultat, la a 3-a zi de cultivare CCO s-a redus de la 1200 până la 433 mg/l, cantitatea de azot a scăzut de la 126,0 până la 87,0 mg/l, iar a fosforului – de la 86,1 până la 54,2 mg/l. După 9 zile de cultivare CCO s-a redus cu 98% în comparație cu valoarea inițială, concentrația azotului total în mediul nutritiv a scăzut cu 98,3%, iar cea a fosforului total – cu 99,8%. De aici constatăm cât de important este rolul plantelor superioare în procesul de asimilare din apele reziduale a fosforului, azotului și a altor elemente. Incluzerea algelor *Hydrodictyon reticulatum*, *Cladophora glomerata* și *Chaetomorpha linum* în consorțiul de plante superioare, după cum relatează aceiași autori [23], sporește mult asimilarea unor așa substanțe ca: hidrogenul sulfurat, aminoacizii, amoniacul, nitriții, nitrații, fenolii, acizii grași nesaturați etc. Autorii acestor investigații consideră că în asemenea consorții de plante are loc stimularea reciprocă a activității fiziologice a acestor două grupe de organisme vegetale situate pe trepte diferite ale sistemului filogenetic al lumii vegetale.

Despre efectul indiscutabil al plantelor superioare în procesul epurării apelor menajere în comun cu diverse specii de microalge denotă și datele obținute de alți autori. Însă, toți autorii menționați aici au efectuat

experimente în special cu apele menajere de la diferite orașe sau întreprinderi industriale. Alți autori își bazează afirmațiile pe observații realizate nemijlocit în bazinele naturale. Și numai în lucrările noastre sunt expuse rezultatele experimentelor cu aplicarea unor specii de micro- și macroalge și a unor specii de plante acvatice superioare în procesul de epurare a apelor reziduale de la complexe de bovine. Investigații în scopul evidențierii rolului plantelor acvatice superioare în procesul de epurare a apelor reziduale de la alte complexe zootehnice, în afară de cele de bovine, nu au fost efectuate.

Referințe:

1. Абдуллаев Дж., Мадалиева Т.К. О роли высшей водной растительности в самоочищении водоемов // Физиология – биохимия. Аспекты культивирования водорослей и высших водных растений. - Ташкент, 1976, с.44-47.
2. Васигов Т., Хужахметов Дж., Юнусов И., Матвиенко О. О роли микроводорослей и высших водных растений в очистке сточных вод в биологических прудах // Физиология – биохимия. Аспекты культивирования водорослей и высших водных растений. - Ташкент, 1976, с.24-28.
3. Васигов Т., Хужахмедов Дж. Культивирование микроводорослей и водных растений на сточных водах птицефабрики „Узбекистан” // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. - Ташкент, 1980, с.72-75.
4. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т., Абдиев М. Ряска малая (*Lemna minor*) – ценный витаминный корм для домашней птицы // Узбекский биологический журнал. (Ташкент). - 1968. - №3. - С. 23-29.
5. Лукина Т.Г. О биологии рясковых // Круговорот веществ и биологическое самоочищение водоемов. - Киев: Наукова думка, 1980, с.122-129.
6. Дубына Д.В. Стойко С.М., Сытник К.М. Макрофиты – индикаторы изменения природной среды. - Киев: Наукова думка, 1993. - 434 с.
7. Юсунов И.И. Роль некоторых высших водных растений в очистке сточных вод Фергано-Маргиланского промузла // Физиология – биохимия. Аспекты культивирования водорослей и высших водных растений. (Ташкент). - 1976. - С.44-47.
8. Шаларь В.М., Кумпэнэ А.Г., Могылдя В.М., Обух П.А. Способ биологической очистки сточных вод животноводческих комплексов // А. с. СССР. - 1982. - №958327.
9. Шаларь В.М., Могылдя В.М., Кумпэнэ А.Г., Обух П.А., Рудик В.Ф. Выращивание высших водных растений и водорослей на средах со сточной водой животноводческих комплексов // Известия АН МССР. Серия «Биологические и химические науки. - 1983. - С.9-13.
10. Шаларь В.М., Кумпэнэ А.Г., Могылдя В.М., Обух П.А., Рудик В.Ф. Способ биологической очистки сточных вод животноводческих комплексов // А. с. СССР. - 1984. - №1121239.
11. Шаларь В.М., Могылдя В.М. Способ биологической очистки сточных вод // А. с. СССР. - 1985. - №3792376.
12. Шаларь В.М., Могылдя В.М. Эколого-биохимические аспекты использования водорослей в очистке сточных вод // V съезд Всесоюзного гидробиологического общества. (Тольятти). - 1986. - Ч. II. - С.222-223.
13. Таубаев Т.Т., Буриев С. Культивирование протококковых водорослей на сточных водах // Физиология – биохимия. Аспекты культивирования водорослей и высших водных растений. (Ташкент). - 1976. - С.3-23.
14. Сытник К.М., Вассер С.П., Масюк Н.П., Кондратиева Н.В. Альгология на пути в третье тысячелетие // Актуальные проблемы современной альгологии. - Киев, 1987, с.278-313.
15. Догадина Т.В. Культивирование водорослей на стоках шерстомоечных производств // Вестник Харьковского ун-та. Биология. - 1975. - Вып. 7. - №126. - С.6-10.
16. Журавлева З.Д., Гончарова К.П. Применение и выращивание протококковых водорослей для доочистки сточных вод сахарных заводов // Сахарная промышленность. - 1972. - №9. - С.17-20.
17. Cărăușu I.D. Cercetări asupra cultivării unor Lemnacee pentru producerea de biomasă // Trav. Statio „Stejarul”. - 1981. - P.209-217.
18. Flora Republicii Populare Române. - T.V. - 1955. - 552 p.
19. Flora Republicii Populare Române. - T.XII. - 1972. - 808 p.
20. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений Молдавской ССР. - Кишинев: Штиинца, 1975. - 575 с.
21. Барашков Т.К. Химия водорослей. - Москва: Наука, 1963. - 141 с.
22. Simionescu C., Rusan V., Popa V. Chimia algelor marine. - București, 1974. - 211 p.
23. Величко И.М. Экологическая физиология зеленых нитчатых водорослей. - Киев: Наукова думка, 1982. - 200 с.

Prezentat la 15.02.2008