

EDUCAȚIE ȘI CERCETARE ÎN DOMENIUL SISTEMELOR DE ACVACULTURĂ CU RECIRCULARE

Dr. ing. Ioana Corina MOGA, Drd. ing. Bogdan DOROFTEI, Ing. Gabriel PETRESCU

¹SC DFR Systems SRL, București, România

REZUMAT. Pe măsură ce stocurile sălbatice scad, cererea de pește provenit din crescătorii crește. Prin urmare, datorită dimensiunilor sale foarte mari și a impactului asupra râurilor, lacurilor și mărilor/oceanelor, preocupările din industria acvaculturii cresc în intensitate. Principalele probleme asociate acvaculturii de apă dulce sunt: cantitatea mare de poluanți organici persistenti (POP), antibioticele, materiile organice deversate în ecosisteme; riscurile pentru sănătatea publică asociate cu consumul de apă poluată sau bazinele de apă contaminate. Poluarea din acvacultura deschisă, bazată pe utilizarea cuștilor, conduce la reducerea populațiilor de pești sălbatice și amenință securitatea alimentară pentru comunitățile locale. Educația și cercetarea în sectorul acvaculturii reprezintă un aspect important, iar autorii propun o nouă instalație de epurare a apelor uzate.

Cuvinte cheie: protecția mediului; acvacultură; epurare ape uzate; flotație cu aer dizolvat.

ABSTRACT. As wild stocks decline, the demand for farmed fish is rising. Therefore, due to its sheer size and its impacts on the rivers, lakes and salted seas/oceans, the aquaculture industry has become more important. The main problems associated with fresh water aquaculture are: high quantity of persistent organic pollutants (POPs), antibiotics, biogenic elements and organic matter discharged into ecosystems; public health risks associated with the consumption of polluted water or contaminated hydrobionts. Pollution from open/cage aquaculture is reducing wild fish populations and threaten food security for local communities. Education and research in the aquaculture sector represents an important aspect and the authors propose a new wastewater treatment installation.

Keywords: environmental protection; aquaculture; wastewater treatment; dissolved air flotation.

1. INTRODUCERE

În prezent se admite faptul că, în întreaga lume, acvacultura este un domeniu al industriei alimentare aflat în continuă dezvoltare. Deși acvacultura poate reprezenta o importantă sursă de hrană, sistemele recirculante de acvacultură (SRA) trebuie dezvoltate într-un mod cât mai responsabil din punct de vedere al impactului asupra mediului.

Creșterea rapidă a sistemelor intensive de acvacultură a cauzat probleme importante care afectează atât mediul înconjurător cât și sănătatea umană. Apele din vecinătatea SRA sunt afectate de creșterea explozivă a algelor generate de cantitățile mari de poluanți deversati (materii organice, fosfor și compuși de azot). Această poluare a apei în unele cazuri poate fi fatală pentru anumite specii acvatice și constituie indirect un pericol pentru populația umană, care consumă pești contaminați și folosesc apa poluată.

Este cunoscut faptul că atunci când un ecosistem devine compromis, ferma de pești este mutată în altă locație, dar problema legată de mediu rămâne.

2. CERCETARE ÎN DOMENIUL SISTEMELOR DE ACVACULTURĂ CU RECIRCULARE

În acest context, cercetările din domeniul protecției mediului dezvoltă proiecte de cercetare în vederea găsirii de noi soluții fezabile pentru reducerea impactului negativ asupra mediului al sistemelor recirculante de acvacultură. În cadrul competiției Water Works 2015, parte a Horizon 2020, se implementează proiectul cu titlul „Advanced biotechnology for intensive – freshwater aquaculture wastewater reuse”, acronim ABAWARE. Obiectivul principal al proiectului ABAWARE este de a dezvolta o biotehnologie avansată pentru recircularea apei din acvacultură, cu costuri minime și impact cât mai scăzut asupra mediului.

Pentru atingerea acestui obiectiv partenerii ABAWARE vor realiza următoarele activități principale [1]:

– dezvoltarea unei tehnologii noi de epurare cu microorganisme autotrofe și plante combinate cu un bioreactor cu biofilm fixat pe un mediu mobil;

– integrarea în fluxul tehnologic a unor echipamentelor inovative;

– dezvoltă și realizează un sistem de automatizare și control de la distanță pentru diferite trepte de epurare;

– furnizează soluții pentru utilizarea ulterioară a apei uzate generate de tratarea apei;

– furnizează o configurație de stație de epurare care necesită o amprentă minimă la sol;

– propune un flux de epurare cu un consum minim de energie electrică;

– reduce procentul de apă dulce necesar în cadrul SRA și respectiv procentul de apă evacuat din sistem.

Din moment ce problemele legate de protecția mediului înconjurător privesc întreaga societate în general, membrii echipei de cercetare vor aborda o comunicare, pe mai multe canale, direcționată către toți cei interesați: cercetători, agenți economici din domeniul acvaculturii, mediului academic (inclusiv studenților, masteranzilor, doctoranzilor etc.), instituțiilor publice și private de cercetare, autorităților locale etc.

Scopul proiectului ABAWARE este de a crește eficiența de utilizare a debitului de apă în sistemele recirculante din acvacultură și minimizarea impactului negativ al apei uzate generate de acvacultură asupra mediului și sănătății umane. Scopul proiectului va fi atins prin realizarea următoarelor obiective:

1. Dezvoltarea tehnologiei avansate pentru SRA cu costuri minime (de investiție și de operare) și cu impact negativ minim asupra mediului:

1.a) identificarea și selecția microorganismelor autotrofe și a plantelor adecvate pentru epurarea biologică a apelor uzate provenite din acvacultura de apă dulce.

1.b) dezvoltarea soluțiilor pentru reducerea costurilor operaționale cu 15% în comparație cu SRA clasice.

1.c) dezvoltarea soluțiilor pentru reducerea cantității de apă dulce care intră în sistem la mai puțin de 5% din volumul total de apă.

1.d) dezvoltarea soluțiilor pentru reducerea energiei cu 10% necesare epurării apei în comparație cu SRA clasice.

Pe perioada de implementare a proiectului, se vor realiza publicații științifice, comunicări științifice pentru cei interesați și pentru reprezentanții instituțiilor guvernamentale sau autorităților locale. Se vor întocmi rapoarte tehnice cu prezentarea rezultatelor obținute.

Pe lângă toate acestea activitățile partenerilor români se vor finaliza cu realizarea unei stații pilot

inovative de epurare destinată SRA. De asemenea, se va furniza și o soluție pentru recircularea apei în SRA. Pentru schimbul de informații științifice și al opiniilor membrilor echipei de cercetare, consorțiul va organiza întâlniri, cursuri și training-uri între echipele de cercetare ale consorțiului. Activitățile din planul de realizare vor fi prezentate ca material de studiu pentru studenții din instituțiile cu profil de învațământ. O parte dintre tinerii cercetători implicați în activitățile ABAWARE vor participa în programele de studiu dedicate tinerilor cercetători, precum granturile de tip Marie Skłodowska-Curie. Unde este posibil, principalele activități practice de cercetare ale ABAWARE vor fi delegate doctoranzilor și post-doctoranzilor.

3. INSTALAȚIE EXPERIMENTALĂ PENTRU EPURAREA APELOR UZATE DIN ACVACULTURĂ

În cadrul proiectului de cercetare, autorii au conceput un flux de epurare pentru o instalație de laborator. Stația de epurare – model de laborator conține 4 linii de epurare biologică dispuse în paralel. Cele 4 linii de epurare sunt dispuse în paralele pentru a compara rezultatele obținute în urma epurării și pentru a alege apoi cea mai eficientă treaptă de tratare.

Fluxul tehnologic al standului de probe este prezentat în figura 1 [2]. Experimentele de laborator vor fi efectuate cu apă sintetică, a cărei compoziție va fi similară cu cea a apei uzate provenite din fermele de acvacultură. Cele 4 linii de epurare sunt reprezentate de:

– epurare biologică cu ajutorul alegeilor și plantelor;

– epurare biologică cu ajutorul algelor și al suportului artificial mobil pe care se fixează și dezvoltă biofilmul;

– epurare biologică cu alge;

– epurare biologică cu flotație cu aer dizolvat și suport artificial mobil.

Stația de epurare model de laborator a fost proiectată în AutoCAD atât 2D cât și 3D, cu precizarea completă a materialelor și echipamentelor necesare și a listelor de cantități. În figura 2 [3] se prezintă instalația de laborator cu proiectarea celor 4 linii de epurare. În cadrul activităților de proiectare, realizare și montaj s-a ținut cont și de normativul pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor tehnico-sanitare și tehnologice cu țevi din PP NP003/1996.

Flux tehnologic stand probe apa acvacultura

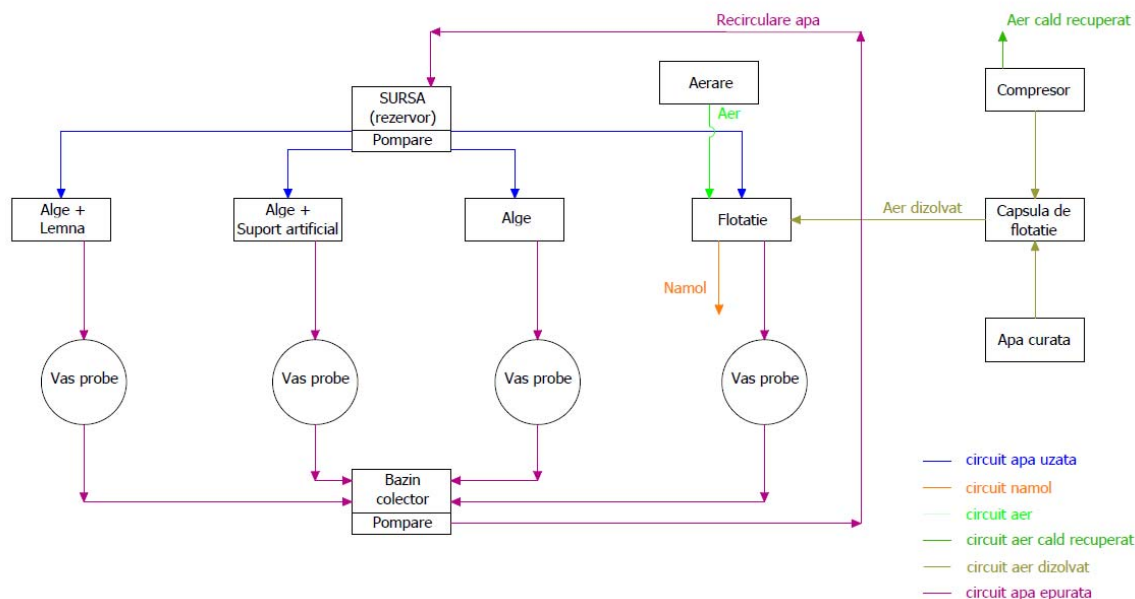


Fig. 1. Flux tehnologic pentru instalația de laborator.

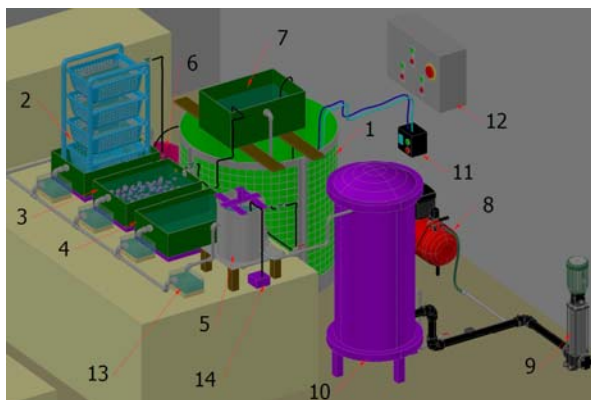


Fig. 2. Instalația de laborator pentru epurarea apelor uzate provenite din RAS. Instalația proiectată (3D) unde:
1 – Rezervor Ekotank STAR 1 mc; **2** – Linia 1 – instalație tip turn “Lemna+Alge”; **3** – Linia 2 – instalație tip decantor orizontal “Alge+Rotițe”; **4** – Linia 3 – instalație tip decantor orizontal “Alge”; **5** – Linia 4 – instalație tip decantor vertical “Flotație”; **6** – Rezervor colectare apă de la cele 4 linii și repompare în rezervorul 1; **7** – Vas colector din rezervorul 1 spre cele 4 linii; **8** – Compresor; **9** – Pompă de apă; **10** – Capsulă de flotație; **11** – Instalație senzori de amoniu și oxigen; **12** – Tablou electric cu automatizare; **13** – Recipienți apă pentru fiecare linie; **14** – Suflantă de acvariu pentru producere aerare.

După cum s-a menționat anterior, în cadrul instalației de epurare se va utiliza și tehnologia cu suport artificial mobil, cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de Mobile Bed Biofilm Reactor (MBBR), tehnologie care în ultimele 2 decenii a căpatat o importanță din ce în ce mai mare. În prezent,

cele mai multe dintre stațiile de epurare a apelor uzate utilizează o abordare de tratare biologică, în care este utilizat preponderent procesul de epurare cu nămol activ. Pentru reducerea compușilor organici, nămolul activ apare în urma unui proces în care aerul este introdus în bazinele de apă uzată pentru a susține creșterea și multiplicarea diferitelor microorganisme aerobe capabile să îndepărteze anumiți poluanți. În procesul de epurare a apelor reziduale, în interiorul rezervoarelor se introduc cantități importante de aer cu ajutorul suflantelor de aer. Acest sistem este cel mai mare consumator de energie din stația de epurare a apelor uzate și reprezintă (50 - 80)% din consumul total de energie din stația de epurare. Consumul de energie variază în funcție de tehnologia de aerare utilizată și de amplasarea geografică a stației de epurare. Prin urmare, se impune optimizarea procesului de oxigen cu scopul de a reduce costurile de funcționare, pentru a garanta un tratament eficient și fiabil în astfel de instalații. În ultimii ani, sistemele de aerare cu bule fine au fost adesea folosite pentru îmbunătățirea performanțelor procesului de oxigenare.

În general, pentru a crește eficiența unui sistem de aerare, cantitatea de oxigen transferată în apele reziduale trebuie să fie mărită, iar acest lucru se poate face prin creșterea zonei de transfer (pentru a avea bule de aer mai mici) sau prin creșterea cantității de aer introdusă în stația de epurare. A doua metodă pentru creșterea eficienței de aerare reprezintă un proces intensiv de consum de energie și trebuie evitat dacă se dorește obținerea unor costuri operaționale reduse.

Tehnologia MBBR utilizează suportul artificial mobil aflați în mișcare liberă în masa de apă uzată și reprezintă o îmbunătățire a procesului de epurare cu nămol activ. Tehnologia MBBR asigură o eficiență sporită de epurare față de tehnologia caldică cu nămol activ. Epurarea apelor reziduale cu biomedii constă în adăugarea de suport artificial mobil în bazine aerate sau anaerobe pentru a susține creșterea și dezvoltarea biofilmului (Figura 3).

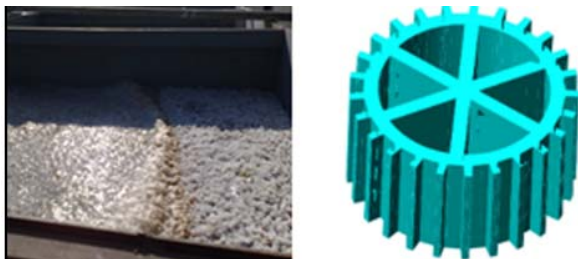


Fig. 3. Bazin de tip MBBR și un suport artificial mobil pentru fixarea și dezvoltarea biofilmului [4].

Un element purtător de biofilm este prezentat în figura 3 și are o formă cilindrică, fiind realizat din materiale plastice cu o densitate specifică apropiată de cea a apei, respectiv $0,95 \text{ g/cm}^3$. La nivel mondial sunt cunoscute multe modele de suport artificial mobil având diferite dimensiuni, forme și fiind realizate din diferite materiale. Majoritatea purtătorilor de biofilm sunt realizați din polietilena de înaltă densitate. Polietilena are proprietăți hidrofobe și biofilmul se atașează lent. În acest context, se propune și se testează un material nou cu proprietăți mai hidrofile pentru realizarea suportului artificial mobil. Echipa de cercetare a propus 4 noi materiale, iar rezultatele obținute sunt încurajatoare – noile materiale conduc la o mai bună aderență și dezvoltare a biofilmului și implicit la o creștere a eficienței de epurare.

În cadrul proiectului ABAWARE, pe lângă tehnologia cu suport artificial mobil se va utiliza și epurarea cu ajutorul plantelor, a speciilor de lintiță.

Lintița poate fi exploatată în mai multe moduri, deoarece poate curăța simultan apa reziduală, produce hrană pentru animale și poate fi folosită drept biocombustibil [5]:

A. Utilizarea lintiței în acvaponie. Principalele avantaje ale folosirii lintiței în sistemele de acvaponie [6, 7] sunt:

- multiplicarea rapidă. Lintița se înmulțește cu o viteză mai mare față de viteza cu care este consumată de către pești;
- biomasa uscată conține până la 40% proteine, care pot fi utilizate și în aplicațiile pentru hrana animalelor.
- lintița elimină cantități substanțiale de azot și fosfor din apă.

Principalele dezavantaje ale utilizării lintiței în sistemele acvaponice includ:

- lintița are un conținut important de apă, de aproximativ (86 – 97)% [8], astfel încât conținutul de proteine al biomasei umede este scăzut și poate ajunge la 2%;
- acumularea de substanțe chimice toxice în biomasa, aspect care poate reprezenta o problemă în utilizarea lintiței ca hrana a animalelor;
- lintița crește mai repede decât este consumată de către pești și biomasa poate ieși din rezervor, afectând conductele și pompele stației de epurare.

B. Utilizarea lintiței pentru epurarea apei uzate.

Epurarea apei reprezintă una dintre cele mai comune utilizări ale lintiței. Lintița este o plantă sensibilă care necesită condiții controlate pentru a crește rapid și pentru a rămâne sănătoasă în prezența poluanților. Menținerea unei culturi bogate de lintiță este dificilă fără suficientă iluminare și fără asigurarea substanțelor nutritive. Mai mult decât atât.

4. CONCLUZII

În lupta pentru eficientizarea consumului de apă, companiile au un rol esențial. Conform Administrației Naționale a Apelor Române, în 2015, sectorul industrial a consumat 4,81 mld. mc, ceea ce reprezintă aproximativ 67% din consumul total de apă din România.

Activitatea companiilor depinde, în mod direct sau indirect prin lanțul furnizorilor, de apă. Fie ca este folosită ca materie primă, pentru obținerea materiei prime (în cultivarea alimentelor sau a fibrelor folosite pentru confecționarea îmbrăcăminte), pentru curățare sau pentru răcire (în centrale termice), apa este o resursă fără de care firmele nu și-ar putea desfășura procesele de producție. Așadar, apa are valoare economică și ar trebui recunoscută ca un bun economic, așa cum menționează și Tratatul de la Dublin privind asigurarea apei pentru o dezvoltare durabilă.

În cadrul cercetărilor experimentale, echipe mixte de specialiști caută permanent soluții pentru minimizarea impactului asupra mediului al activităților industriale. În domeniul acvaculturii mai sunt multe lucruri de realizat, astfel încât aceste sisteme să devină prietenoase cu mediul. Este nevoie în continuare de educație în domeniul managementului apei și de găsirea unor soluții ecologice și eficiente de îndepărtarea apoluanților din apele uzate.

Echipa de cercetare în cadrul proiectului ABAWARE va continua experimentele astfel încât la finalul proiectului să fie propusă o tehnologie de epurare eficientă care să necesite costuri investiționale și de operare cât mai reduse.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by a grant of the Romanian National Authority for Scientific Research and Innovation, CCCDI – UEFISCDI, project number COFUND-WATER WORKS ERANET 2015-ABAWARE (1), within PNCDI III.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** proiect ABAWARE, WaterWorks 2015;
- [2] www.fluensys.ro;
- [3] *** Raport tehnic proiect ABAWARE, DFR Systems SRL, 2017;
- [4] Moga IC, Ardelean I, Dontu OG, Moisescu C, Baran N, Petrescu G, Voicea I, *Materials and technologies used in wastewater treatment*, International Conference on Innovative Research, Iasi, 17th–18th of May 2018;
- [5] Stenkjaer N., *Duckweed for Water Cleaning and Energy Production*, 2010, available at <http://www.folkecenter.net/gb/rd/biogas/technologies/water-for-life/duckweed/>
- [6] Al-Qutob M.A., Nashashibi T.S., *Duckweed Lemna minor (Liliopsida, Lemnaceae) as a natural biofilter in brackish and fresh closed recirculating systems*, AACL Bioflux 5, 5, (2012), pp. 380-392.
- [7] Liu C., Dai Z., Sun H., *Potential of duckweed (Lemna minor) for removal of nitrogen and phosphorus from water under salt stress*, Journal of Environmental Management, 187, (2017), pp. 497-503.
- [8] Landolt E., Kandeler R., *The family of Lemnaceae - a monographic study*, Vol. 2: Phytochemistry, physiology, application and bibliography. Vol. 4 in Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae). Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rubel, Zurich, 1987, p. 584.

Despre autor

CS III dr.ing. **Ioana Corina MOGA**
DFR Systems SRL București, România

Absolventă a Facultății de Energetică din cadrul Universității Politehnica din București, a urmat cursuri de master și doctorat în domeniul protecției mediului. A finalizat studii de post-doctorat pe specializarea epurare ape uzate în 2013. Activitate: elaborare și coordonare proiecte de cercetare în domeniul ingineriei și protecției mediului, elaborare de tehnologii pentru epurarea apelor uzate, coordonare proiecte de cercetare în programe naționale și internaționale. A publicat în calitate de autor sau coautor: 4 cărți și peste 90 de prezentări sau articole publicate în reviste de specialitate și în volumele unor conferințe internaționale/naționale. A contribuit la implementarea a peste 20 contracte de cercetare. Este coautoare în cadrul a 4 brevete de invenție pentru care a obținut premii și distincții la saloane internaționale de invenție.