

Rezumatul etapei III a proiectului:

Etapa III a proiectului a avut ca principal obiectiv utilizarea statiei pilot, proiectata in etapa anterioara, pentru studiul si analiza proceselor de epurare biologica a apelor uzate din industria alimentara in scopul maririi eficientei acestora. Au fost utilizate ape uzate colectate din industria laptelui si branzeturilor (Galmopan S.A. – Galati) si din industria berii (Martens S.A. – Galati). Studiul realizat a urmarit obtinerea a doua categorii de rezultate. Prima categorie a vizat urmatoarele rezultate:

1. Izolarea si testarea biochimica a unor tulpini de microorganisme eficiente pentru eliminarea substantelor organice din apele reziduale din industria alimentara (industria laptelui si a berii);
2. Testarea microorganismelor izolate din microbiota apelor reziduale pe substraturi model (experimente realizate in bioreactor de laborator de 1L);
3. Testarea speciilor de microorganisme pe substraturi reale, ape reziduale provenite de la agenti economici din industria alimentara (din industria laptelui si a berii);
4. Realizarea de masuratori in regim dinamic pentru evaluarea indicatorilor calitativi ai procesului de epurare in acest regim.

A doua categorie de rezultate a constat in analiza modului cum aplicarea metodelor de identificare si control, specifice automatizarii, pot duce la cresterea eficientei, in sensul imbunatatirii indicatorilor proceselor de epurare biologica. Au fost astfel realizate studii, atat in regim de simulare numerica, cat si pe statia pilot de laborator, privind:

1. Identificarea de modele pentru procesele de epurare biologica a apelor uzate din industria alimentara.
2. Proiectarea si implementarea de observare de stare pentru estimarea marimilor de interes din procesele de epurare biologica
3. Sinteza si implementarea de legi de control in vederea maririi eficientei proceselor de epurare biologica a apelor uzate din industria alimentara.

In cadrul etapei III a proiectului s-a realizat un numar de 15 experimente (descrise in capitolul 2 al prezentului raport stiintific), dupa cum urmeaza: 2 experimente au fost realizate pe unul dintre bioreactoarele din dotarea **Platformei de formare si cercetare interdisciplinara Bioaliment**, www.bioaliment.ugal.ro si 13 experimente pe statia pilot de epurare biologica. Dintre cele 13 experimente efectuate pe statia pilot, 2 experimente au fost realizate in regim „batch” (unul pe ape uzate din industria laptelui si unul pe ape uzate provenite din industria berii) si 11 experimente in regim continuu.

In afara celor doua echipamente mentionate anterior, au mai fost utilizate:

Medii de cultura specializate pentru izolarea si testarea biochimica a microorganismelor izolate din ape reziduale din industria alimentara.

Medii pentru epurare:

- **Medii model** care simuleaza compozitia apelor reziduale;
- **Ape uzate** provenite **din industria laptelui**;
- **Ape uzate** provenite **din industria berii**.

Inocul (namol activat) utilizat in procesele de epurare:

- **Inocul model** constituit din tulpini selectate de bacterii drojdii si mucegaiuri, capabile sa biodegradeze poluantii organici din ape.
- **Namol activ**, preluat dintr-o statie de epurare biologica a apelor reziduale din industria alimentara (Rompak – Pascani).

In cadrul primei categorii de rezultate (capitolul 3 al raportului), se pot mentiona urmatoarele:

1. Apele reziduale din industria berii si a laptelui contin o microbiota diversa alcatuita din bacterii, care sunt predominante, drojdii si mucegaiuri.
2. Prin analiza caracterelor morfologice ale tulpinilor izolate in culturi pure, analiza bazata pe examen microscopic direct si examen cultural s-au evidentiat urmatoarele grupe de microorganisme:
 - bacterii: genurile *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*;
 - drojdii: genurile *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Torulopsis*;
 - mucegaiuri: genurile *Aspergillus* si *Geotrichum*.
3. S-a testat capacitatea tulpinilor izolate de a metaboliza compusi organici in corelatie cu incidenta acestora in apele reziduale din industria alimentara.
4. In functie de potentialul de biodegradare al tulpinilor testate, datele obtinute sunt utile pentru realizarea unor culturi multiple, specializate in biodegradare, in corelatie cu tipul de poluanti organici din apele reziduale si gradul de poluare.
5. Studiul ofera date preliminare pentru identificarea unor tulpini active, adaptate la conditiile fizico-chimice din apele reziduale, in vederea utilizarii acestora in calitate de inocul specializat pentru teste de epurare in sisteme model si naturale.

In cadrul celei de a doua categorii de rezultate au fost investigate urmatoarele:

1. Identificarea practica a unor modele pentru procesele de epurare biologica (capitolul 4)

In studiul realizat s-a optat pentru un model matematic relativ simplu, model cunoscut in literatura sub numele de modelul Nejjari. Acest model, valabil pentru reducerea substantelor organice, este derivat din modelul ASM1 (*Activated Sludge Model 1* – a se vedea raportul stiintific al etapei II). Au fost identificate variante ale modelului Nejjari, atat pentru ape uzate din industria laptelui, cat si din industria berii, folosind doua metode: identificarea parametrilor folosind un criteriu de tip distanta euclidiană intre datele experimentale si iesirile modelului si o metoda bazata pe calculul sensibilitatilor parametrilor in raport cu principalele variabile ale modelului.

2. Proiectarea si implementarea de observare de stare (capitolul 5)

Au fost proiectate si implementate doua tipuri de observare de stare, pentru cele doua tipuri de ape uzate mentionate anterior: observer Luenberger si Filtru Kalman. Primul tip de observer a fost utilizat intr-o structura de control liniarizant adaptiv pentru controlul substratului organic, acesta fiind estimat cu un observer Luenberger functie de biomasa (biomasa a fost masurata prin intermediul turbiditatii, cu ajutorul unui traductor de turbiditate, aflat in dotarea statiei pilot).

3. Proiectarea si implementarea de legi de control (capitolul 6)

In cadrul proiectului s-a urmarit controlul concentratiei de oxigen dizolvat si a substratului organic pe cele doua tipuri de ape uzate (provenite din industria laptelui si din cea a berii). Au fost realizate studii, atat in regim de simulare numerica, cat si pe statia pilot de epurare biologica, dupa cum urmeaza:

- in regim de simulare numerica

- a). Controlul concentratiei de oxigen dizolvat (in doua variante): cu un regulator liniar (PI) si robust, cu un regulator de tip QFT (Quantitative Feedback Theory);
- b). Controlul substratului organic cu un regulator liniarizant + liniarizant adaptiv si cu un regulator predictiv.

- in regim de implementare pe statia pilot

- a). Controlul concentratiei de oxigen dizolvat (in doua variante): cu un regulator liniar (PI) si robust, cu un regulator de tip QFT (Quantitative Feedback Theory);
- b). Controlul substratului organic cu un regulator liniarizant + liniarizant adaptiv si cu un regulator predictiv;
- c). Controlul indirect al substratului organic (dupa model), prin intermediul controlului cantitatii de namol, in doua variante: cu comanda prin rata de dilutie (debitul de alimentare cu apa uzata) si cu comanda prin rata de recirculare (debitul de recirculare a biomasei).

In capitolul 7 al prezentului raport au fost propuse unele solutii individualizate de epurare pentru diverse surse de ape poluate din industria alimentara.

Obiectivul IX, cel de diseminare a rezultatelor in aceasta etapa, a constat in urmatoarele elemente:

- au fost publicate 13 lucrari stiintifice in reviste si in volumele unor conferinte de prestigiu, dupa cum urmeaza: 4 lucrari in reviste (o revista ISI – Revista de Chimie si 3 indexate in baze de date internationale), 9 lucrari prezentate la conferinte (7 fiind indexate in baze de date internationale).
- a fost realizat un workshop de prezentare a statiei de epurare biologica, la care au participat specialisti din mediul universitar, de la Agentia de Protectie a Mediului Galati, Fabrica de Zahar Liesti, Galmopan Galati etc.
- a fost realizata pagina web a proiectului care contine informatii si rezultate ale proiectului, aceasta fiind actualizata permanent;
- a fost realizat un CD cu rezultatele proiectului, CD care a fost pus la dispozitia unor firme de industrie alimentara din judetul Galati.

Echipa de cercetare:

- **Universitatea „Dunarea de Jos” din Galati (coordonator)**

Prof. Dr. Ing. Sergiu Caraman – coordonator proiect

Conf. Dr. Ing. Maria Turtoi – responsabil institutional

Prof. Dr. Ing. Viorel Minzu

Prof. Dr. Ing. Emil Ceanga

Prof. Dr. Ing. Gabriela Bahrim

Conf. Dr. Ing. Rustem Popa

S. I. Dr. Ing. Marian Barbu
Drd. Ing. Eugen Arinton
Drd. Biolog Mihaela Palela
Drd. Biochimist George Ifrim
Stud. Iulian Banaga

- **Universitatea din Craiova (partener)**

Prof. Dr. Ing. Emil Petre – responsabil institutional
Prof. Dr. Ing. Dan Selisteanu
Prof. Dr. Ing. Marin Constantin
Prof. Dr. Ing. Rasvan Vladimir
Prof. dr. ing. Bobașu Eugen
Prof. dr. ing. Popescu Dan
Șef lucr. dr. ing. Șendrescu Dorin
Asist. drd. ing. Roman Monica

- **SMC Manager S.A. – Galati (partener)**

C.P. II ing. Nicu Roman – responsabil institutional
Ing. Ionel Radu Mihalcea
Ing. Simion Pavel
Ing. Viorel Liga
Ing. Bogdan Manole
Ing. Tiberiu Nicolau