



A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2010

## **EFICIENTIZAREA PROCESELOR DE EPURARE A APELOR UZATE UTILIZIÂND AMESTECURI POLIENZIMATICE**

Simona Mariana (NISTE) ȘIMON, Tiberiu RUSU

### **WASTEWATER TREATMENT PROCESSES EFFICIENCY WHIT USING OF POLIENZYMATICS MIXTURES**

Enzyme treatment involves the dramatic acceleration of natural biodegradation. Specific enzymes introduced into a lake environment will immediately start to breakdown complex compounds into simpler compounds that bacteria can rapid digest.

Cuvinte cheie: eficientizare, epurare, uzate, amestecuri polienzimaticice

#### **1. Introducere**

La nivelul țării, 31 % din apele uzate orășenești și industriale se evacuează fără epurare, 41 % sunt insuficient epurate și doar 25 % sunt epurate corespunzător.

Efectul de poluare a apelor uzate neepurate sau insuficient epurate asupra apelor de suprafață se manifestă în principal prin conținutul de materii în suspensie, de materii organice, în săruri nutritive, amoniu și în microorganisme patogene. Apele uzate neepurate sau insuficient epurate poluează apele subterane printre altele cu nitrați, amoniu și bacteriologic. Apele de suprafață prin procesele de autoepurare pot elimina o parte din substanțele organice evacuate din rețelele de canalizare dar în momentul în care

cresc valorile concentrațiilor în substanțe organice, procesul de autoepurare stagnează.

## 2. Principii de bază ale epurării biologice

Asocierea celor trei faze de epurare, mecanică, chimică și biologică a fost concepută în vederea obținerii unui randament sporit de îndepărtare a impurităților existente în apele reziduale brute, pentru redarea lor în circuitul apelor de suprafață la parametri avizați de normele în vigoare.

Astfel treapta de epurare mecanică a fost introdusă în procesul tehnologic în scopul reținerii substanțelor grosiere care ar putea înfunda canalele conductelor și bazinele existente sau care prin acțiunea abrazivă ar avea efecte negative asupra uvrajelor<sup>1</sup>.

Treapta de epurare chimică are un rol bine determinat în procesul tehnologic, prin care se îndepărtează o parte din conținutul impurificator al apelor reziduale.

Epurarea chimică prin coagulare, respectiv floculare, conduce la o reducere a conținutului de substanțe organice exprimate în  $CBO_5$  de circa 20 -30 % permițând evitarea încărcării excesive a nămolului activ cu substanță organică. Procesul de coagulare-floculare constă în tratarea apelor reziduale cu reactivi chimici.

Datorită variațiilor mari de pH cu care intră în stația de epurare apele reziduale, se impune corectarea pH-ului în așa fel încât, după epurarea mecano-chimică, apele să aibă un pH cuprins între 6,5-8,5, domeniu în care degradarea biochimică sub acțiunea microorganismelor din nămolul activ este optimă. Totodată prin corecția pH-ului se reduce și agresivitatea apelor reziduale asupra conductelor, construcțiilor și uvrajelor.

După epurarea mecano-chimică și corecția pH-ului apele pot fi introduse în treapta de epurare biologică unde are loc definitivarea procesului de epurare.

Epurarea biologică constă în degradarea compușilor chimici organici sub acțiunea microorganismelor în prezența oxigenului dizolvat și transformarea acestor produși în substanțe nenocive  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$  și o masă celulară nouă numita biomasă. Procesul

---

<sup>1</sup> **UVRĂJ** ~e n. *inv.* 1) Creație literară sau științifică; scriere; lucrare. 2) Lucrare de construcție. /<fr. *ouvrage*

tehnologic de epurare biologică se poate organiza în două modalități: prin cultura microorganismelor noi dispersate în întregul volum al reactorului de epurare și prin cultura noilor microorganisme pe un suport. În epurarea biologică a apelor uzate cu încărcătură de materii organice rolul principal revine grupului de bacterii organifage. Bacteriile sunt un grup heterogen de organisme microscopice sau grupate în colonii cu nucleu simplu-fără clorofilă și heterotrofe.

Epurarea biologică realizată cu ajutorul microorganismelor se desfășoară prin reacții de descompunere și de sinteză mijlocite de enzime. Bacteriile au fost alese ca organisme cheie pentru a îmbunătăți procesele epurative deoarece prezintă caracteristicile ideale la nivel de eficiență și economicitate: sunt unicelulare, se reproduc rapid (la fiecare 20' – 30') astfel încât să formeze adevărate colonii dacă au la dispoziție elementele nutritive necesare. Evident această creștere nu poate continua la infinit, dar de obicei urmează o curbă de tip logaritmic. Problemele coloniilor bacteriene derivă în mod principal din modificările ambientale și din competiția cu alte grupuri. Bacteriile vor fi introduse după ce au fost liofilizate, această stare de inerție biologică le conferă capacitatea de a fi ușor transportabile și utilizabile. Este suficientă de fapt o fază de rehidratare pentru a le aduce într-o stare de „viață activă”.

Epurarea biologică se realizează pe baza unui transfer de material dinspre apă spre celulele vii și dinspre aceasta înapoi spre masa de apă. În prima fază impuritățile trec din apa uzată spre filmul, floconul<sup>2</sup> sau alte forme sub care apare masa de microorganisme prin contactul interfacial și prin procesele de adsorbție-desorbție. Substanțele de la interfața sunt adsorbite și transformate în prezența enzimelor din celula vie.

Procesele de natură organică din apele uzate sunt absorbite și concentrate la suprafața biomasei unde sub acțiunea enzimelor eliberate de celulele microorganismelor, substanțele organice sunt descompuse în componente mai mici și care pot pătrunde în celula microorganismelor unde sunt metabolizate. Prin metabolizare se obțin produși de descompunere, energie dar și noi microorganisme.

Drept rezultat sunt sintetizate celulele noi iar produșii finali de descompunere trec înapoi în apă de unde se degajă în atmosferă. Epurarea biologică cu utilizarea culturilor bacteriene

---

<sup>2</sup> **FLOCÓN** s. n. aglomerare de particule, în soluții sau suspensii coloidale. (< fr. *floccon*)

dirijate constă în adăugarea în apa uzată a unor bacterii selecționate în funcție de capacitatea acestora de a degrada rapid materii solide, grăsimi, proteine, detergenți și alți compuși organici pentru a eficientiza procesul de biodegradare.

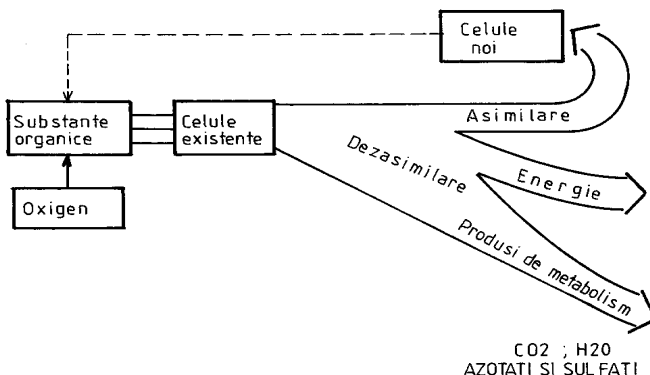


Fig. 1 Schema generală a metabolismului în epurarea aerobă

Bacteriile se fixează pe biofiltre cu pat mobil care asigură o suprafață mare pentru fixarea filmului biologic. Dezvoltarea acestuia este susținută de enzime și micronutrienți exogeni, microorganismele care descompun componentele organice din apa de epurat alcătuiesc un biofilm sub forma unei perdele rezultând astfel evitarea emanării gazelor urât mirositoare.

### 3. Metodă performantă de epurarea a apelor uzate utilizând amestecuri enzimatic

Enzimele sunt compuși macromoleculari în alcătuirea cărora intră un număr mare de atomi uniți între ei prin legături chimice, importanța acestora rezultă din proprietățile lor generale condiționate de mărimea și de complexitatea structurilor macromoleculare, aceste substanțe au o stabilitate mare fizico-chimică cu proprietăți catalitice produse exclusiv de celulele vii acestea sunt holoproteice cu structuri tridimensionale specifice alcătuite numai din lanțuri polipeptidice de aminoacizi sau heteroproteice care conțin pe lângă componenta proteică, termolabilă nedializabilă cu proprietăți fizico-chimice specifice proteinelor denumită apoenzima și o componentă neproteică, termostabilă cu masa moleculară mică și dializabilă denumită *cofactor enzimatic*. La anumite perioade de timp,

moleculele complexe mai mari, sintetizate în bacterie sunt eliberate prin peretele celular (secreție). Secrețiile includ mucozități și geluri, care pot lega mai multe bacterii între ele, dar și enzime. Enzimele fragmentează moleculele organice mari în componente mai mici, iar unele pot fi ingerate.

Bacteriile folosesc moleculele ingerate pentru sinteza de noi molecule în procesul de creștere. Când bacteria a atins mărimea și vârsta normală, se divide în două celule noi. Apoi procesul se repetă. Astfel, se tratează efluentul<sup>3</sup> rezultat, pentru eliminarea azotului, a fosforului, a diferitelor urme de metale și toxine, precum și a patogenilor.

Enzimele protează, amilază, lipază, celulază sunt molecule particulare cu acțiune catalitică și care sunt în măsură să descompună componentele organice complexe în elemente mai simple.

Această capacitate este de o importanță fundamentală pentru componenta microbiologică întrucât permite bacteriilor să aibă substanțe imediat utilizabile și deci utile ca urmare a dezvoltării acestora la nivel de activitate metabolică și de rată de reproducere, așadar în măsură să utilizeze substanța organică poluantă prezentă în reziduurile poluante și să o descompună complet și rapid.

Folosirea enzimelor în această treaptă a procesului de epurare urmărește: reducerea cantității de substanțe organice oxidabile, activarea activității metabolice ale microorganismelor favorizând o descompunere rapidă a substanțelor prezente, eliminarea mirosurilor, reducerea suspensiilor, dezinfecția apei, îmbunătățirea funcționării și randamentul stației, reducerea volumului de nămol, eliminarea încărcăturii microbiene.

Toate procesele enumerate fiind posibile datorită enzimelor care sunt catalizatori biochimici propriu ziși, sunt compuși care măresc viteza reacțiilor chimice ce se desfășoară în sistemele biologice fără să se consume în cursul lor. Acestea nu sunt dializabile și deci sunt substanțe macromoleculare.

Enzimele catalizează reacția unei substanțe organice cu un compus anorganic liber sau cedat de alt compus organic, catalizează reacții termodinamic posibile decurgând în sensul stabilirii unui echilibru: activitatea enzimelor nu durează indefinit celulele vii

---

<sup>3</sup> **EFLUENT**, -Ă *adj.*, *s. n.* (soluție lichidă sau gazoasă) care emană dintr-un recipient. (< fr. *effluent*, lat. *effluens*).

sintetizează enzime fără încetare, influența pH<sup>4</sup>-ului are o importanță deosebită deoarece activitatea enzimatică depinde de concentrația ionilor de hidrogen în soluție, temperatura optimă a reacției variază cu concentrația enzimei, dar ele devin inactive la 50-80 °C.

Toate vietățile (bacterii, ciuperci, plante, animale) posedă echipamente enzimatice fără de care nu pot trăi.

O proprietate importantă a reacțiilor enzimatice care au loc în celulele vii este aceea de a fi susceptibile de o reglare biologică putându-și crește sau limita activitatea în funcție de necesități.

#### 4. Concluzii

■ Epurarea apelor uzate orășenești și industriale este o cerință esențială a dezvoltării civilizației umane. Fiind o necesitate cu implicații sociale și ecologice majore, reglementarea unitară și asigurarea generală a infrastructurii necesare reprezintă o prioritate.

■ Reîntoarcerea umanității de la stadiul ultramecanizat și tehnicizat la o civilizație care conștientizează rolul vital al naturii, face ca în toate domeniile soluțiile care integrează și protejează mediul să fie apreciate și considerate de avangardă.

#### BIBLIOGRAFIE

[1] Robescu, D., *Procedee, instalații și echipamente pentru epurarea avansată a apelor uzate*, Editura Bren, București, 1999.

[2] Rusu, T., *Tehnologii și echipamente pentru tratarea și epurarea apelor*, Editura UTPRS Cluj-Napoca 2008, ISBN 978-973-662-366-0.

[3] Fresht, A., *Enzyme. Structure and Mechanism*, (second edition), 1989.

[4] Eisental, R, Dansen, M.J., Stevens, L., *Enzyme assay a practical approach*, Oxford, 1992.

Drd.Ing. Simona Mariana (NISTE) ȘIMON,  
Catedra Ingineria Mediului, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca  
e-mail: simon\_simonamariana@yahoo.com

Prof.Dr.Ing. Tiberiu RUSU,  
Prorector, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca  
e-mail: Tiberiu.Rusu@sim.utcluj.ro

---

<sup>4</sup> pH este prescurtarea de la "pondus hydrogenii". Noțiunea a fost introdusă de către omul de știință danez S.P.L. Sorensen, în anul 1909, pentru a exprima concentrații mici de ioni de hidrogen și a fost definită ca logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentrației ionilor de hidrogen.