



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

METODE AVANSATE DE EPURARE BIOLOGICĂ A APELOR UZATE

Tudor Andrei RUSU

ADVANCED METHODS OF SEWAGE SLUDGE ORGANIC WASTE WATER

In wastewater of Urban can be found in large quantities of organic substances. The elimination of such substances through the advanced treatment is a trend at world level, for comply with legislation concerning the protection of waters to the surface. Organic cleaning aerobic and anaerobic can be a solution for the protection of the environment. Biological processes are among the most widespread and applied for the treatment of organic residues of biodegradable films. It is based on the activity of micro-organisms of different types (mainly bacteria) oriented toward the destruction of organic compounds. Biological processes of sewage sludge residues, that in principle, are fully similar to those of sewage sludge organic hydric bodies.

Keywords: sludge advanced, biological treatment

Cuvinte cheie: epurare avansată, epurare biologică

1. Aspecte generale privind epurarea biologică

Epurarea biologică este procesul complex prin care materiile organice existente în apele uzate provenind din cele mai diverse activități antropice sunt transformate cu ajutorul unor culturi de microorganisme, în produși de degradare fără nocivitate (CO_2 , H_2O , CH_4 și altele) și o masă celulară nouă (biomasă).

În prezent acest proces de epurare biologică se poate realiza în două moduri și anume:

1. Cu ajutorul unor microorganisme noi, dispersate în întregul volum al bazinului de epurare biologică.

2. Prin dezvoltarea unor microorganisme pe un suport mobil sau fix.

În procesul de epurare biologică a apelor uzate ce conțin materii organice, un rol principal îl dețin bacteriile organofage (care se hrănesc cu substanțe organice). Aceste bacterii, în funcție de predispoziția lor de a trăi în prezența sau absența oxigenului se clasifică în trei grupuri:

- Bacterii numai aerobe;
- Bacterii numai anaerobe;
- Bacterii mixte.

Bacteriile, sunt de fapt organisme microscopice, microcelulare sau grupate în colonii cu nucleu simplu, majoritatea fără clorofilă, heterotrofe (care sunt obligate să-și preia singure hrana sub formă de substanțe organice din mediu) îndeplinesc rolul de a epurare apele ce conțin materii organice.

Bacteriile aerobe sunt microorganisme care într-o proporție însemnată se pot dezvolta și reproduce numai în mediile care conțin oxigen. Aceste bacterii aerobe din care amintim cele saprofite, nitrificatoare, sulfobacterii și microbii patogeni trăiesc numai în prezența oxigenului molecular.

Bacteriile anaerobe sunt organisme capabile să trăiască fără prezența oxigenului liber, acestea își iau oxigenul din descompunerea substanțelor organice. Dintre acestea amintim infuzoriile, clostridium pasteurianum și clostridium sporogenius.

În concluzie procesele de epurare biologică se pot împărți în două grupe:

1. Procese aerobe, cu aplicații la eliminarea substanțelor organice din apele uzate;

2. Procese anaerobe aplicate cu precădere la tratarea nămolurilor prin fermentare cu obținere de biogaz, dar și la epurarea apelor uzate foarte concentrate în poluanți organici pentru eliminarea nitriților și nitraților.

La fiecare proces tehnologic de epurare biologică vom întâlni deci biocenoze selectate specific procesului ales, respectiv aerob sau anaerob.

Substanțele organice pot fi îndepărtate din apă de către microorganisme care le utilizează ca hrană, respectiv sursă de carbon.

2. Procese de transformare bacteriană

Bacteriile folosite în procesul de epurare biologică preiau din mediul înconjurător în care sunt cultivate, energia și materia nutritivă folosindu-le pentru:

- biosintează și dezvoltare;
- activități fiziologice secundare ca spre exemplu mobilitatea, luminescența, și altele.

Procesele de catabolism, de dezasimilație, de degradare a substanțelor din mediu sunt exogene. Procesele în care se sintetizează componentii celulari corespund anabolismului și sunt consumatori de energie. Ambele tipuri de procese metabolice se produc în același timp astfel încât diversele reacții bio-chimice care alcătuiesc metabolismul realizează următoarele funcții esențiale pentru viața celulei:

1. asimilarea substanțelor nutritive și producerea substanțelor folosite la construcția edificiilor celulei;
2. eliberarea de energie și stocarea acesteia;
3. constituirea de nou material celular, prin folosirea materiei organice.

Pentru a cuantifica posibilitățile metabolice ale bacteriilor în procesul de epurare s-au făcut experimente pe diverse specii de astfel de organisme și s-a arătat că un gram de substanță uscată bacteriană, are o activitate respiratorie de câteva sute de ori mai intensă în comparație cu cea a omului.

Condiția esențială pentru producerea reacțiilor biochimice metabolice este ca în mediul natural sau cultura artificială să existe toate materiile necesare formării constituenților celulari și produceri de energie. În aceste instalații pentru epurare biologică în mediile de cultură trebuie să existe în primul rând materiale care să conțină: C, H, O, N, P, S, și în cantități mai mici sursa de: K, Mg, Mn, Na, Ca, Fe, Cl, PO₄³⁻, SO₄²⁻, și în concentrații foarte reduse oligoelementele: Zn, Ca, Mo.

3. Epurarea biologică aerobă

În practică, epurarea biologică aerobă se realizează în incinte deschise, construcții în care biomasa este fie suspendată în apă sub formă de agregate de microorganism (flocoane), fie este fixată pe suprafața unui suport solid sub forma unei pelicule gelatinoase. În ambele cazuri, sistemele sunt aprovizionate cu oxigen, de obicei din aer prin insuflare.

Cea mai uzuală variantă de epurare în care microorganismele sunt suspendate în apă sub formă de flocoane este *procesul numit cu nămol activ*, având schema reprezentată în figura 1.

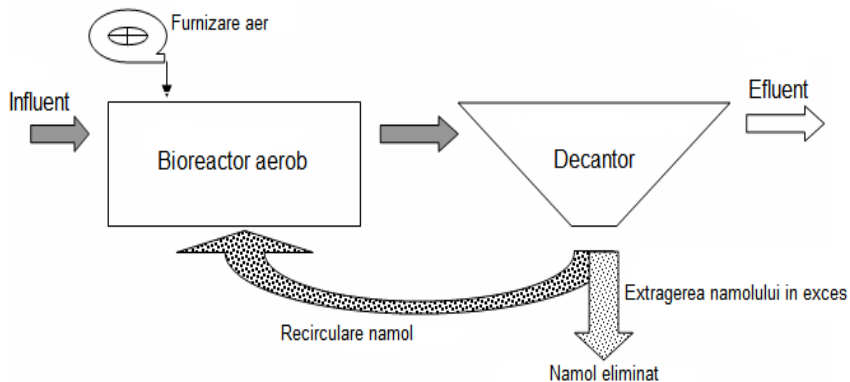


Fig. 1 Schema de principiu a epurării biologice aerobe

În care: *bioreactorul aerob* – este reprezentat de baterii active care consumă materiile organice și unde influentul suportă un tratament de epurare prin acțiunea unei flore bacteriene de înaltă concentrație astfel încât aceasta capătă un aspect gelatinos, *decantor* – sedimentare gravitațională, *influent* – apa poluată, *efluent* – apa epurată.

Apa uzată este introdusă într-un bioreactor aerob care conține o suspensie de flocoane biologice (nămol activ) și în care se administrează oxigenul necesar respirației. Debitul oxigenului introdus depinde de cantitatea de biomasă din sistem și de cantitatea poluanților organici care trebuie degradați. Pe măsura admisie de apă uzată, suspensia din bazinul de aerare trece într-un decantor, unde biomasa este separată prin decantare, iar lichidul limpezit (apa epurată) este evacuat din sistem. O parte din biomasa sedimentată, corespunzătoare vitezei de înmulțire a microorganismelor, este eliminată din sistem, dar cea mai mare parte este readusă în bazinul de aerare pentru a menține constantă populația de bacterii care pot fi saprofite, nitrificatoare etc.

4. Epurarea biologică anaerobă

Epurarea anaerobă a apelor uzate se realizează în incinte închise (bazine de fermentare) ferite de accesul oxigenului care inhibă

activitatea microorganismelor anaerobe. Este aplicat la prelucrarea nămolurilor fermentate și la epurarea apelor uzate foarte concentrate în poluanți.

Bazinele septice sunt utilizate pe scară largă, fiind construite din PE (polietilenă lineară), și sunt alcătuite din două încăperi monobloc: bazinul principal - bazin de fermentare și un bazin de sedimentare, după cum se poate observa în figura 2.

Elementele principale care compun bazinul septic sunt: 1. *intrare ape uzate*; 2. *racord de evacuare bio-gaz*; 3. *capac de inspecție* a bazinului sedimentare și preluare a nămolului din bazinul de fermentare; 4. *bazin de sedimentare*; 5. *orificiu ieșire lichid tratat*; 6. *bazin de fermentare* sau de descompunere; 7. *zona de inspecție* bazin de sedimentare; 8. *orificiu preluare nămol*.

Epurarea anaerobă prezintă față de cea aerobă avantaje mai ales din punct de vedere energetic, întrucât treapta de aerare, mare consumatoare de energie electrică, este eliminată, iar din descompunerea poluanților organici rezultă gaze de fermentare combustibile (datorită conținutului ridicat de metan) care pot servi la acoperirea unor nevoi de energie din stația de epurare. Pe de altă parte, producția de nămol excedentar este nulă și neînsemnată, prin aceasta evitându-se cheltuielile legate de evacuarea finală a unor astfel de nămoluri.



Fig. 2 Stații de epurare monobloc anaerobe

5. Procese de epurare în peliculă biologică

Epurarea biologică în film este un procedeu avansat de epurare și se utilizează în mai multe echipamente statice: filtre biologice sau dinamice; biodisc; biotambur; bioșurub. Filmul biologic care conține biomasa, este fixate pe un suport solid care poate fi în

repaus sau antrenat în mișcare pentru o mai mare eficacitate. Instalațiile de acest tip mai poartă denumirea de instalații de epurare biologică cu culturi fixate. Filmul biologic este pus alternativ în contact cu oxigenul din aerul atmosferic și cu apa uzată supusa procesului de epurare.

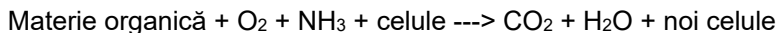
Între procesul de epurare cu nămol activ și cel din filmul biologic sunt deosebiri structurale. În procesul cu nămol activ floconul este unitatea structurală de bază care conține toate speciile comunității din lanțul trofic necesar mineralizării substanțelor organice. În procesul cu film biologic speciile sunt organizate în lungul tehnologiei de epurare, în sensul reacțiilor succesive de degradare a materiei organice, astfel că apa uzată, pe măsura descompunerii substanțelor organice, în fiecare etapă a desfășurării fenomenului biochimic întâlnește bacteriile următoare din lanțul trofic. Pelicula biologică utilizează o succesiune de comunități biologice stabilite la diferite niveluri ale filmului și asociate cu diferite grade de epurare.

6. Nitrificarea și denitrificarea

În cazul procesele de tratare biologică de nitrificare și denitrificare, acestea se bazează pe utilizarea unor organisme, care au proprietăți specifice, respectiv necesită energie radiantă pentru creștere, necesită compuși organici ca nutrienți, folosesc donori (electroni) anorganici (de exemplu, gaz hidrogen), necesită oxigen molecular pentru creștere (ca oxidant), necesită sau nu oxigen din aer.

Cele mai multe sisteme biologice de tratare a reziduurilor organice depind de organisme heterotrofe, care folosesc carbonul ca sursa lor de energie.

Există trei clase de metabolism cu reacții de oxidare: fermentare, respirație aerobă (cu oxigen molecular) și respirație anaerobă (fără oxigen). Aceste reacții se descriu prin procese.



Sursa principală a amoniului în apă o constituie apele reziduale casnice de lângă orașe și centre turistice naționale și internaționale.

Aceste ape reziduale pot conține până la 40-70 mg/l de combinații azotoase, din care, prin prezența bacteriilor și a oxigenului se naște amoniac și săruri de amoniu.

Amoniul propriu-zis se transformă în prezența oxigenului în nitrit și pe urmă în nitrat. Acest proces este mare consumator de oxigen și

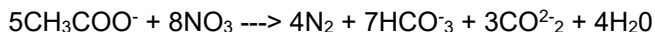
din acest motiv nu se dorește desfășurarea acestor reacții în apele de suprafață.

Sub aceste premize, pentru a obține un randament ridicat de purificare biologică, încărcarea nămolului activat se menține redusă (bacteriile sunt menținute într-o stare subnutrită) și amoniul-azot ($\text{NH}_4\text{-N}$) se oxidează în nitrat-azot ($\text{NO}_2\text{-N}$).

Din descrierea acestui proces se constată că o supraveghere și un control asupra acestui proces se poate obține numai prin intermediul analiticii de măsurare a $\text{NH}_4\text{-N}$ și $\text{NO}_2\text{-N}$. Nitritul este o stare metastabilă și o formă intermediară toxică a oxidării bacteriale.

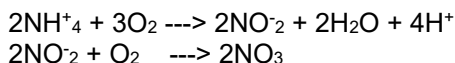


Nitrații pot fi reduși cu bacterii heterotrofe, care însă necesită o sursă de carbon organic, de exemplu acetat:

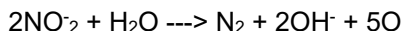


Nitrificarea are loc în 2 pași:

- (1) amoniacul este oxidat în nitrit;
- (2) nitritul este oxidat în nitrați



Operația de denitrificare este următoarea:



Nitratul se poate folosi ca o sursă de oxigen pentru procesele de descompunere biologică. Bacteriile de nitrificare *Nitrosomonas* oxidează amoniacul până la nitrit, iar bacteriile în prezența alcoolului metilic ca donor de hidrogen această reacție poate fi scrisă:



7. Concluzii

■ Pentru ca procesele de epurare a apelor uzate să respecte legislația europeană este necesar să se utilizeze sisteme de epurare avansată.

■ În funcție de nivelul de poluare a apelor reziduale, de conținutul lor în substanțe organice, cu diferitele forme minerale de azot, pentru a realiza o epurarea avansată, se pot folosi diferite instalații de tipuri diferite: izolate sau integrate (combinate).

BIBLIOGRAFIE

- [1] Dauthuix, P., ș.a., *Association de reacteurs a cultures fixées pour l'élimination de la pollution carbonée et azotée*, T.M.S. - L'Eau, vol. 87, nr.4,1992, p. 177-185.
- [2] Rusu, T., Teodorof, Liliana, Rusu, T.A., *Gestiunea ecologică a bazinelor hidrografice* – Editura UTPRESS 2009 ISBN 078-973-662-448-3.
- [3] Rusu, T., Rusu, T.A., *Strategies of intensive revaluation of urban wastes through applying the concept of lasting developing*, „Journal of Documentation, Research and Profesional Training” – ProEnvironment ProMediu- 2009 ISSN 1844-6698, pg. 156-159.
- [4] * * * www.anpm.ro
- [5] * * * www.mmediu.ro <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-WATER/1995/March/Day-23/pr-82.html>

Șef lucrări Dr.Ing.Tudor Andrei RUSU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca