

REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

MICROORGANISME IMPLICATE ÎN PROCESE OXIBIOTICE ÎN STAȚIA DE EPURARE CONSTANȚA NORD: ASPECTE FUNDAMENTALE ȘI APLICATIVE

Coordonator Științific: Prof.Dr. Ioan Ardelean

Doctorand: Iordan (căs. Radu) Mirela

Apa uzată efluentă din sistemele de tratare reprezintă una dintre cele mai mari surse de poluare. Printre efectele negative ale acestor ape uzate asupra ecosistemelor acvatice și asupra oamenilor, regăsim moartea viețuitoarelor acvatice, înfloririle algale, distrugerea habitatului din cauza sedimentării resturilor menajere, toxicitatea pe termen scurt și lung datorată contaminanților chimici. Problematika este de mare importanță științifică și socială, beneficiind de o tratare legislativă corespunzătoare atât la nivel național cât și european.

Directiva Consiliului 91/271/EEC din 21 mai 1991 privind epurarea apelor uzate urbane, modificată și completată de Directiva Comisiei 98/15/EC în 27 februarie 1998, este baza legală a legislației comunitare în domeniul apelor uzate, aceasta fiind transpusă în întregime în legislația românească prin HG nr.188/2002 pentru aprobarea normelor privind condițiile de descărcare ale apelor uzate în mediul acvatic, modificată și completată cu HG nr. 352 / 2005. Obiectivul central al directivei este protecția mediului de efectele negative ale evacuărilor de ape uzate urbane și de ape uzate din anumite sectoare industriale.

Este în avantajul tuturor ca o comunitate să fie capabilă să-și trateze apa reziduală în cel mai economic mod. Procesul de epurare cu nămol activ are avantajul producerii unui efluent de înaltă calitate, cu un cost de operare și o întreținere rezonabile.

Pentru a putea respecta cerințele legale privind epurarea apelor, operatorii instalațiilor trebuie să controleze cu atenție procesul de epurare, astfel încât să poată interveni prompt pentru a preveni depășirea valorilor limită impuse prin autorizațiile de gospodărire a apelor. Pe lângă metodele chimice și fizice, epurarea apelor uzate se bazează în primul rând pe epurarea biologică cu nămol activ. Cunoașterea nutrienților necesari și compoziția nămolului activat sunt, așadar, necesare pentru o exploatare eficientă.

Principalii poluanți chimici din apele uzate sunt azotul, fosforul, metalele grele, detergenții, pesticidele și hidrocarburile. Dintre aceste substanțe chimice, azotul și fosforul sunt factori limitativi. Prezența azotului în evacuarea apei uzate poate fi nedorită, deoarece

are efecte ecologice și, de asemenea, afectează sănătatea publică. Principalele forme de azot sunt azotul organic, amoniul (NH_4^+ sau NH_3), nitritul (NO_2^-) și nitratul (NO_3^-). Sursa acestor nutrienți este în general asociată cu apa uzată menajeră și cu îngrășămintele aplicate culturilor agricole. Azotul din apele reziduale netratate este prezent în principal sub formă de amoniu și azot organic. În procesul de epurare cu nămol activ, amoniul este convertit la forma de nitrat, în procesul de nitrificare.

Apele de suprafață conțin și fosfor, care se regăsește în diferiți compuși, acesta fiind o componentă esențială a organismelor vii. În condiții naturale, concentrația de fosfor în apă este echilibrată, dar atunci când intervine un aport suplimentar de fosfor, pe care organismele acvatice nu-l pot utiliza, se produce eutrofizarea. Controlul evacuării fosforului din stațiile de tratare a apelor uzate reprezintă un factor-cheie în prevenirea eutrofizării apelor de suprafață.

Pentru a preîntâmpina efectele negative care decurg din evacuarea apelor uzate neepurate corespunzător este necesară o foarte bună înțelegere a proceselor de epurare care se pot aplica, a poluanților care se regăsesc în apă și a repercusiunilor care decurg din neîndeplinirea obiectivului final – curățarea apei uzate. În acest sens, există foarte multe studii referitoare atât la procesele de epurare (fizice, chimice și biologice), cât și referitoare la tehnologii din ce în ce mai elaborate, care au ca scop curățarea apei cu costuri minime și randament maxim.

Obiectivele tezei

- I. Determinarea simultană a funcției de epurare a nămolului activ și a activității metabolice de ansamblu/ activității dehidrogenazice a acestuia în sisteme batch sau în sistem de bioreactor secvențial (SBR), la nivel de laborator;
- II. Studii privind utilizarea nămolului activ și a apei reziduale sintetice, în bioreactor secvențial (SBR), la nivel de laborator;
- III. Studii privind activitatea microbiotei din nămolul activ imobilizată pe suporturi sintetice pentru epurarea apei reziduale sintetice, la nivel de laborator;
- IV. Îmbogățirea microbiotei în microorganisme denitrificatoare sub formă de nămol activ sau imobilizate pe SAM (suporturi artificiale mobile).

În capitolul 4 sunt prezentate datele referitoare la identificarea și aplicarea de noi metode de analiză cantitativă și calitativă a nămolului activ, ținând cont de faptul că la noi în țară monitorizarea activității de epurare cu nămol activ se rezumă în cea mai mare parte

la urmărirea cantitativă a concentrațiilor de nutrienți din influentul și efluentul unei stații de epurare.

În figura 4.3 este reprezentată rata reducerii resazurinei. Sensibilitatea testului de reducere a resazurinei față de modificările nivelurilor de nutrienți sau substanțe toxice îl recomandă ca o posibilă metodă atât pentru monitorizarea de rutină a stațiilor de epurare, cât și pentru studii de cercetare a nămolului activ.

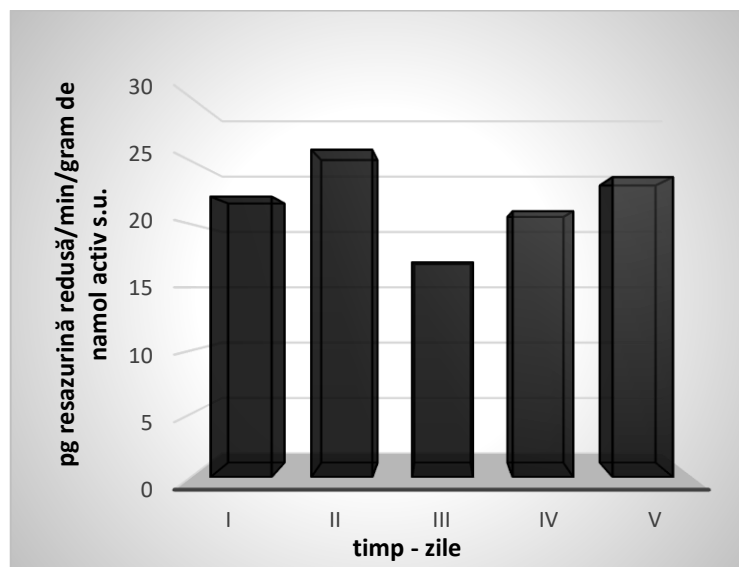


Figura 4.3 Rata reducerii resazurinei exprimată în pg resazurină redusă/min/mg nămol activ (masă uscată)

În capitolul 5 sunt prezentate datele referitoare la activitatea nămolului activ, format în prealabil într-o stație de epurare, în cele două procese esențiale în epurarea apei uzate și anume nitrificarea și denitrificarea (în bioreactor secvențial, la nivel de laborator).

În figura 5.1 este reprezentată evoluția concentrației de amoniu și nitrat în timpul primului experiment (190 g masă umedă de nămol activ/3L).

Concomitent cu monitorizarea proceselor de nitrificare și denitrificare am determinat rata reducerii resazurinei în cele două etape importante ale procesului de epurare, faza aerobă și faza anoxică (nitrificare/denitrificare).

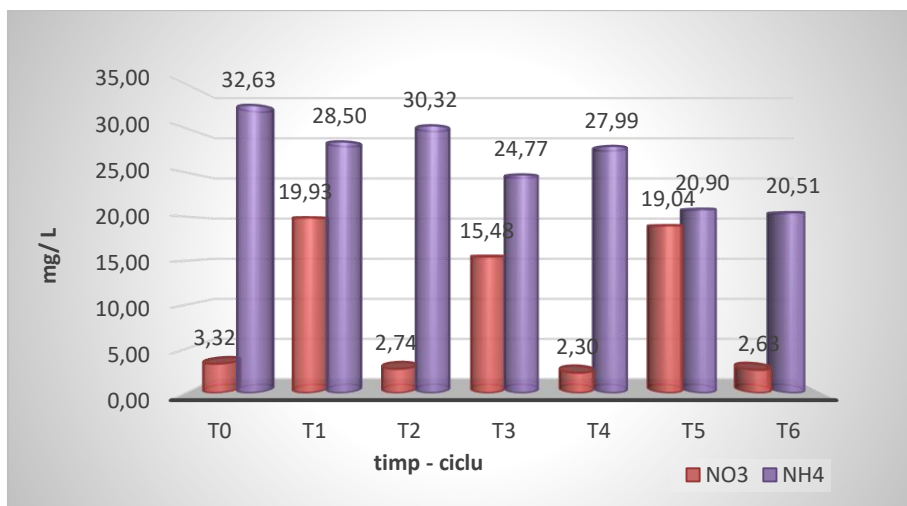


Figura 5.1 Evoluția concentrației de amoniu și nitrat în timpul primului experiment (190 g masa umedă de nămol activ/3L)

Rezultatele obținute ne oferă oportunitatea de a utiliza testul de reducere a ratei resazurinei în optimizarea proceselor care au loc atât în bioreactorul de tip secvențial (cel utilizat în experiment), cât și în celelalte tipuri de bazine biologice care utilizează nămolul activ. Activitatea nămolului activ în faza de anaerobioză a fost mai intensă comparativ cu faza de aerobioză, rezultate care probabil pot fi corelate cu absența oxigenului molecular; microorganismele obligat aerobe pierd electroni numai prin reducerea resazurinei, în timp ce, în prezența oxigenului molecular, electronii pot reduce fie molecula de oxigen, fie cea de resazurină.

În capitolul 6 sunt prezentate datele referitoare la utilizarea unui bioreactor de tip secvențial, alimentat cu o apă uzată sintetică, având concentrații de nutrienți diferite.

Referindu-ne la concentrația de amoniu, cel mai bun randament de îndepărtare l-am obținut în cea de-a doua variantă experimentală, C:N:P 195:3,22:1, reducerea fiind de 92%.

În cazul consumului chimic de oxigen, același randament de îndepărtare a fost obținut atât în prima variantă experimentală, C:N:P 154:5,3:1, cât și în cea de-a treia variantă experimentală, C:N:P 103:4,45:1, reducerea înregistrată fiind de 30%.

Putem concluziona că pentru îndepărtarea amoniului din apa uzată ne este benefic un raport C:N:P de 195:3,22:1, deci mai mult carbon, în timp ce consumul chimic de oxigen (materia organică) se reduce mai eficient atunci când există un echilibru (regăsit în literatură) între cele trei elemente, carbon, azot, fosfor.

În figura 6.1 este reprezentată evoluția în timp a concentrațiilor de amoniu, nitrat, nitrit pe parcursul primului experiment (CCO:N:P 154:5.3:1).

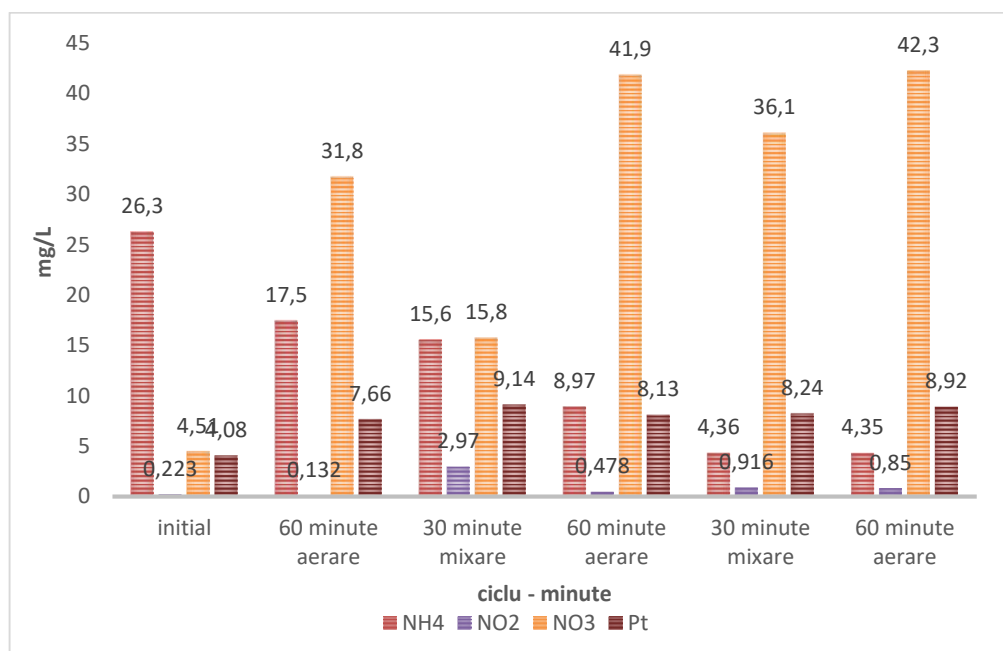


Figura 6.1 Evoluția în timp a concentrațiilor de amoniu, nitrat, nitrit pe parcursul primului experiment (CCO:N:P 154:5.3:1)

În capitolul 7 sunt prezentate datele referitoare la cuantificarea eficienței de epurare a biomasei fixate pe suport artificial, în bioreactor secvențial, la nivel de laborator.

Cuantificarea eficienței de epurare a biomasei fixate s-a făcut prin determinarea concentrațiilor inițiale, pe parcursul experimentului, la fiecare 24 de ore și finale ale concentrațiilor de nitrat, amoniu, azot total și fosfor total. În acest sens am utilizat mai multe variante experimentale în care s-a modificat fie timpul de aerare/mixare, fie cantitatea de biomasă utilizată.

Astfel, am putut concluziona că epurarea apelor uzate cu biomasă fixată pe suport artificial (SAM) este o metodă de epurare cu ajutorul căreia se obțin randamente de îndepărtare semnificative pentru parametrii analizați (concentrația de amoniu, azot total, fosfor).

Stabilirea timpului optim de aerare (nitrificare) și mixare (denitrificare) depinde atât de încărcarea apei uzate, cât și de cantitatea de biomasă, astfel am obținut randamente de îndepărtare mai mari în experimentele în care timpul de aerare a fost mai lung (45 minute și 60 de minute). Cel mai bun randament în cazul îndepărtării azotului total l-am obținut în

prima variantă experimentală, 500 ml apă uzată și 500 ml biomasă, având timpul de aerare de 45 minute și timpul de mixare de 135 minute.

În figura 7.1 este reprezentată evoluția concentrației de amoniu în cel de-al doilea experiment, varianta A (60 minute faza de aerare) și B (30 minute faza de aerare)

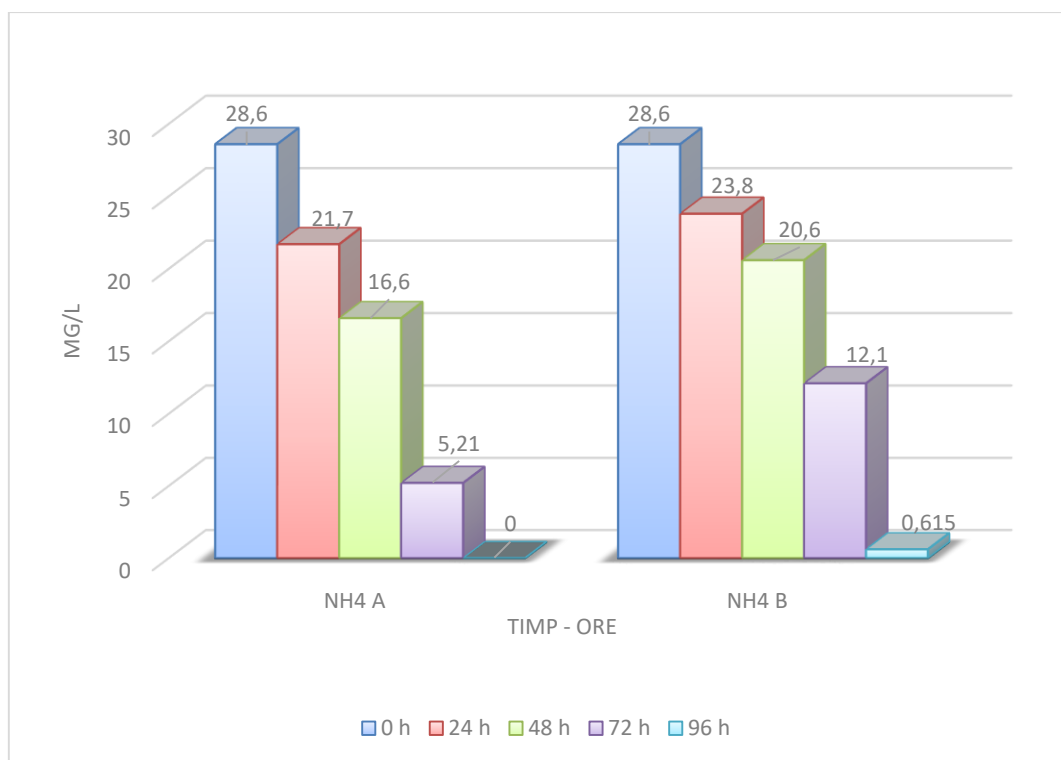


Figura 7.1 Evoluția concentrației de amoniu în cel de-al doilea experiment, varianta A (60 minute faza de aerare) și B (30 minute faza de aerare)

În capitolul 8 sunt prezentate datele referitoare la îmbogățirea populației de bacterii denitrificatoare, astfel încât concentrația de nitrat să fie redusă cât mai mult. Strategiile de îmbogățire a nămolului activ în denitrificatori s-au axat pe îmbogățirea *in situ* a nămolului activ, prin adăugarea suplimentară a unei surse de carbon (etanol) și azot (nitrat) în faza lichidă, care să stimuleze proliferarea grupurilor microbiene de interes.

Pentru efectuarea acestui tip de experiment am avut mai multe variante experimentale, în care am modificat fie raportul dintre sursa de carbon și cea de azot, fie cantitatea de nămol activ utilizată/volumul de biomasă fixată (SAM).

Dupa efectuarea experimentului am observat o eliminare semnificativă a concentrației de nitrat în toate variantele experimentale propuse, randamentul de îndepărtare fiind maxim atunci când utilizăm o cantitate relativ mică de nămol activ (50 ml) și un raport al nutrienților

de 10-1 respectiv 5-1, carbon-nitrat. De asemenea o cantitate semnificativă de nitrat (66,75 mg/24h) este eliminată cu ajutorul biomasei formate pe suportul artificial mobil (SAM).

Din punct de vedere al randamentului de îndepărtare, acesta crește semnificativ în cazul SAM, pe măsură ce cultura de microorganisme denitrificatoare crește; randamentul inițial a fost de 33,78%, ajungând în final la 99,26%.

CONCLUZII GENERALE

1. Rezultatele obținute confirmă capacitatea nămolului activ, atât ca biomasă organizată sub formă de flocoane, cât și ca biomasă fixată pe suport artificial, de a epura ape uzate municipale sau sintetice, atât la nivel de laborator, cât și într-o stație de epurare municipală.

2. Rezultatele obținute confirmă capacitatea reactorului secvențial (SBR) de a epura ape uzate de diferite încărcări.

3. Capacitatea nămolului activ de a îndepărta poluanții din apa uzată depinde de starea lui fiziologică, de cantitate (concentrație de nămol activ), de condițiile de operare (timp de nitrificare/denitrificare) și de încărcarea apei uzate. Astfel, am obținut randamente de îndepărtare mai bune în experimentele în care cantitatea de nămol activ a fost mai mare, 31% NO_3^- îndepărtat, 41% NH_4^+ îndepărtat, 78% CCO îndepărtat, utilizând 242 grame nămol activ comparativ cu 21% NO_3^- îndepărtat, 37% NH_4^+ îndepărtat, 54% CCO îndepărtat, utilizând 190 grame nămol activ.

4. Stabilirea timpului optim de aerare (nitrificare) și mixare (denitrificare) depinde atât de încărcarea apei uzate, cât și de cantitatea de biomasă, astfel am obținut randamente de îndepărtare a concentrațiilor de amoniu mai mari în experimentele în care timpul de aerare a fost mai lung (45 minute și 60 de minute).

5. Crearea unui dezechilibru între sursele de nutrienți are drept consecință încetinirea procesului de eliminare a nitratului. Astfel, cel mai bun randament de îndepărtare a amoniului l-am obținut în situația în care raportul dintre carbon, azot, fosfor a fost de C:N:P 195:3,22:1 (92% amoniu îndepărtat în 4 ore de reacție), în timp ce consumul chimic de oxigen (materia organică) se reduce mai eficient atunci când există un echilibru (regăsit în literatură) între cele trei elemente, carbon, azot, fosfor (C:N:P 154:5,3:1/103:4,45:1).

6. Analizele cantitative ale activității metabolice arată intensități diferite ale ratei reducerii resazurinei, chiar la aceeași concentrație de nămol activ (exprimată ca masă uscată) ceea ce arată că rata metabolică a nămolului activ nu este constantă de la o probă la alta.

7. Prin măsurarea ratei reducerii resazurinei se înregistrează valori mai ridicate în faza de anaerobioză comparativ cu faza de aerobioză, rezultate care probabil pot fi corelate cu absența oxigenului molecular; microorganismele obligat aerobe pierd electroni numai prin reducerea resazurinei, în timp ce, în prezența oxigenului molecular liber, electronii se distribuie atât la molecula de oxigen, cât și la cea de resazurină.

8. Analizele microscopice calitative (colorația Gram și colorația Neisser) au evidențiat un nămol activ sănătos, cu capacitate bună de epurare și sedimentare.

9. Îmbogățirea nămolului activ liber sau fixat (pe suport artificial SAM) în denitrificatori crește semnificativ randamentul de îndepărtare a nitratului, ceea ce ar putea ajuta operatorii să mențină concentrația de nitrat la evacuare sub limita impusă prin autorizații. În acest sens, în experimentele efectuate randamentul de îndepărtare a nitratului a crescut după îmbogățirea nămolului în denitrificatori, de la 33,78% la 99,26%.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

Bitton G., Wastewater Microbiology, Ed. Wiley-Liss, New York, 1999.

Eikelboom D.H., H.J.J. van Buijsen, Microscopic Sludge Investigation Manual, Ed.TNO Research Institute, The Netherlands, 1981.

Gerardi H. Michael, Nitrification and denitrification in the activated sludge process, Ed. Environmental protection magazine, USA, 2002.

Gerardi H. Michael, Wastewater bacteria, Ed. John Wiley & Sons Inc. Publication, 2006.
Hanaki K., W. Chalermraj, and O. Shinichiro, Nitrification at low levels of dissolved oxygen with and without organic loading in a suspended growth reactor, Water Research, Vol. 24, pp. 297–302, 1990.

Liu D., Resazurin reduction method for activated sludge process control, Environment Scintific Technology, 17(7), pp. 407-411, 1983.

Metcalf&Eddy, Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, third edition, Ed. McGraw-Hill, New York, 1991.

Mota Cesar, Melanie A. Head, Jennifer A. Ridenoure, Jay J. Cheng, Francis L. de los Reyes, Effects of Aeration Cycles on Nitrifying Bacterial Populations and Nitrogen Removal in Intermittently Aerated Reactors, Applied and environmental microbiology, Vol. 71(12), pp. 8565–8572, 2005.

Robescu D., Robescu D., Lanyi S., Iliescu S., Catană I., Ionescu M., Belu D., Silivestru V., Vlad G., Făgărășan I., Panduru V., Mocanu R., Controlul automat al proceselor de epurare a apelor uzate, Editura Tehnică, București, 2008

Rojanschi V., Ogneanu T., Cartea operatorului din stații de epurare a apelor uzate, Editura Tehnică, București, 1997

Vaicum L., Epurarea apelor uzate cu nămol activ – Bazele biochimice, Editura Academiei Republicii Socialiste Române, 1981.

Zarnea G., Microbiologie generala, Editura Academiei Romane, Vol. V, pp. 1002-1036, 1994.

LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE PUBLICATE PE SUBIECTUL TEZEI

Cristina Moiescu, **Mirela Iordan**, Cristina Alina Dumitrache, Ioan I. Ardelean, Nitrate removal potential of different microbial consortia, feasible for wastewater treatment in ras - Curent trends in Natural Science, Vol. 7(13), pp. 205-210, 2018.

Iordan Mirela, Ardelean Ioan, Biological waste water treatment: 1. Monitoring metabolic activity of activated sludge and the chemical parameters of waste water treatment, Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XIX, pp. 245-251, 2015

Iordan Mirela, Ardelean Ioan, Short term experiments on synthetic waste water treatment in laboratory activated sludge sequencing batch reactor, Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XX, pp. 275 -279, 2016.

Iordan Mirela, Manea Roxana, Ardelean Ioan, Monitoring metabolic activity of activated sludge and the chemical parameters in laboratory activated sludge sequencing batch reactor, SGEM - Book6 Nano, Bio and Green Technologies for a sustainable future, Vol. 1, pp. 653-660, 2016.

ALTE LUCRĂRI

Roxana G. Manea, **Mirela C. Iordan**, Ioan I. Ardelean, Nitrogen And Phosphorus Removal From Wastewater Treatment Plant Outlet Using Immobilized Chlorella Sorokiniana Utex, SGEM Book6 Nano, Bio and Green Technologies for a sustainable future, Vol. 1, pp. 661-668, 2016.