

Rezumat al proiectului de cercetări științifice

„Elaborarea procedurilor de epurare a apelor reziduale de poluanți greu biodegradabili și compoziția, autopurificarea chimică, posibilități de valorificare a apelor din bazinul Nistrului de jos”, din cadrul direcției strategice 1. Cod 50.07: „Materiale, tehnologii și produse inovative”, înscris în Registrul de stat al proiectelor din sfera științei și inovării cu cifrul 15.817.02.35A. Proiectul s-a desfășurat pe perioada anilor 2015-2018.

Scopul principal al cercetărilor din cadrul proiectului include epurarea apelor reziduale textile de substanțe auxiliare și coloranți textili, obținerea unor produse utile în rezultatul epurării apelor reziduale agroalimentare și monitorizarea compoziției chimice, conținutului substanțelor tiolice, a stării redox și a proceselor de autopurificare chimică a apelor Nistrului de jos, afluenților Răut și Ichel și a lacurilor din bazinul r. Bîc – Ghidighici și Dănceni.

Pentru epurarea apelor reziduale textile de substanțe auxiliare și coloranți textili, a fost realizată optimizarea metodelor de concentrare (electroflotare, coagulare, electroflotocoagulare), care sunt aplicate la prima etapă de epurare a sistemelor model/ ape reziduale textile, ce conțin amestec de agenți auxiliari și coloranți textili, și stabilirea consecutivității acestor metode după gradul de epurare, în funcție de natura coloranților, auxiliarilor și concentrația lor. Reeșind din rezultatele obținute a fost stabilită necesitatea aplicării procesului de oxidare catalitică și fotocatalitică cu reagentul Fenton și dioxid de titan, urmată de adsorbție. Au fost optimizate concentrațiile catalizatorilor, a peroxidului de hidrogen și pH-ul mediului. În baza rezultatelor experimentale obținute a fost elaborată schema tehnologică de epurare atât a sistemele model, cât și a efluenților proveniți de la industria textilă din R. Moldova.

Din cercetările de laborator s-a constatat că eficiența procesului de epurare depinde de o multitudine de factori și parametri fizico-chimici. S-a determinat că compoziția apei reziduale și valoarea CCO determină semnificativ alegerea metodelor de concentrare la prima etapă. Substanțele auxiliare au proprietăți hidrofobe și hidrofile, mai mult sau mai puțin accentuate. S-a demonstrat că prezența poliacoolilor (etilenglicolul), care sunt auxiliari cu proprietăți puternic hidrofile, micșorează eficiența procesului de epurare.

A fost optimizată cantitatea de coagulant în funcție de concentrația poluanților studiați. S-a constatat că sistemele cu concentrații mai mici de colorant direcți (RD/100mg/L) și agenți auxiliari, se pot epura cu un efect de înlăturare al poluanților de 97-98%, la utilizarea concentrației de 2,16 mg/L ioni de Al^{3+} . La concentrații mai mari de colorant RD (200-400 mg/L) este necesar de 10 ori mai mult coagulant sau combinarea metodei de electroflotare cu cea de coagulare. Pentru sistemele care au în compoziția lor coloranți reactivi RA și PA este necesară o concentrație de 8,64 mg/L ioni de aluminiu, astfel ca efectul să fie de 93-95%. Odată cu mărirea sau micșorarea concentrației colorantului RA și PA, față de cea de 200 mg/L efectul se micșorează și soluțiile pot fi epurate doar prin combinarea metodelor fizico-chimice. S-a demonstrat că pH-ul mediului influențează procesele de concentrare și înlăturare a poluanților din sistemele studiate. Cercetările în intervalul de pH de la 3.0 până la 12 au demonstrat că pH-ul optim pentru coagulare este 5,5.

Epurarea apelor reziduale agroindustriale cu obținerea produselor utile (biogaz) este una din problemele abordate pentru îmbunătățirea compoziției biogazului format în urma fermentării apelor uzate și a deșeurilor agricole organice. Introducerea fitocatalizatorilor în masa fermentată dă posibilitate de obținere a biogazului cu conținut ridicat de metan. Au fost elaborate și testate o serie de compoziții fito-stimulatoare cu conținut de rutozidă, semințe de castan, amarant, escină etc., aplicarea cărora permite accelerarea proceselor de metanogeneză în 1,5 – 2,0 ori și concomitent, obținerea randamentului înalt de metan (până la 83-93%) în componența biogazului.

În cadrul proiectului au fost propuse și testate procese de preprocesare a biomasei greu degradabile cu conținut de celuloză, înainte de fermentare. A fost determinat rolul ionilor de Fe (III/II), de Co (III/II) și de Mn (VII/IV/II) în procesul destrucției fotocatalitice a compușilor polifenolici în mediu oxidativ. Au fost stabilite condițiile optime pentru procesele redox, degradarea fotocatalitică a polifenolilor din apele uzate reale în prezența acestor ioni în mediul oxidativ.

S-a elaborat o tehnologie nouă pentru purificarea apelor uzate de coloranți organici, prin metoda de galvano-fertizare care include și galvano-coagularea acestora. Ca rezultat, procedeul propus de epurare este ieftin în comparație cu alte metode electrochimice cunoscute.

Au fost studiate procese fotocatalitice de distrucție a polifenolilor în prezența ionilor de fier. Astfel s-a demonstrat că apa uzată obținută din procesele de vinificație, ce conține substanțe greu biodegradabile, poate fi tratată în două trepte: procesul fizico-chimic de hidrolizare, prin aplicarea câmpului magnetic rotitor și iradiere cu raze UV. Astfel, are loc transformarea moleculelor de poluanți până la substanțe intermediare, ușor fermentabile în condiții anaerobe, cu utilizarea fitocatalizatorilor propuși.

Ca metodă de tratare a apelor poluate cu N și P a fost propus un proces de cultivare a microalgelor, care adsorb nutrienții respectivi pentru dezvoltarea lor, asigură epurarea avansată a apelor. În plus, au fost propuse condiții speciale de iluminare și aplicare a efectelor fizice pentru creșterea microalgelor. Colectare microalgelor, care reprezintă o sursă proteică valoroasă de hrană a animalelor în agricultură, este o problemă majoră. Pentru rezolvarea acestei probleme a fost propus un proces de electroflotare și deshidratare ulterioară.

A fost elaborată schema complexă de epurare și purificare suplimentară a apelor reziduale de la complexul agro-alimentar, îmbogățite cu compuși folosiți în calitate de fertilizanți. A fost propus procesul pentru irigația culturilor agricole cu ape reziduale formate în urma proceselor de fermentare anaerobă, cu utilizarea magneziuamoniufosfatului, pentru ameliorarea calității apelor pentru irigație și utilizarea mai rațională a ei, ca fertilizanți organo-minerali.

Conceptul și Scheme tehnologice privind tratarea deșeurilor și apelor cu conținut de substanțe organice, pot fi folosite pentru alte localități mici și medii din RM.

În cadrul proiectului a fost monitorizată compoziția chimică, conținutul substanțelor tiolice, starea redox și intensitatea proceselor de autopurificare chimică a apelor Nistrului de jos, afluenților Răut și Ichel și a lacurilor din bazinul r. Bîc – Ghidighici și Dănceni. A fost depistată modificarea compoziției chimice a Nistrului din cauza apelor poluate a r. Răut și Ichel, creșterea mineralizării

apelor nistrene cu 10,0 % și a durtății totale cu 15% în aval de vărsare a Răutului. Acest afluent contribuie la creșterea ponderii ionilor de magneziu și sulfat. Apele afluenților din dreapta a Nistrului – râurilor Răut și Ichel sunt excesiv poluate cu substanțele organice greu degradabile, diverse forme minerale ale elementelor biogene și se atribuie clasei a IV-V de calitate – codurile portocaliu și roșu. Asupra compoziției chimice a Nistrului indirect influențează și alte obiecte acvatice situate pe afluenții săi – lacul Ghidighici și lacul Dănceni. S-a constatat că aceste obiecte acvatice sunt extrem de poluate cu nutrienții și substanțe organice biodegradabile și greu degradabile, astfel apele din aceste lacuri sunt de clasa V-a de poluare – cod roșu. În apele bazinului Nistrului de Jos fierul migrează, preponderent în forme susendate. În cazul cuprului au prevalat formele coloidal-dizolvate, concentrațiile acestora se încadrează în concentrații limite admisibile igienice.

În perioada monitorizării, în toate 7 prize de captare a obiectelor acvatice cercetate, concentrațiile substanțelor tiolice au variat în limitele ordinelor 10^{-5} - 10^{-6} M. Pe cursul fluviului Nistru s-a depistat variația sezonieră a compușilor tiolici care confirmă natura autohtonă a acestora. În restul obiectelor acvatice variația sezonieră a tiolilor fie lipsește fie este foarte mică. După parametrii chimici: concentrația substanțelor tiolice, a peroxidului de hidrogen și a concentrației staționare de radicali OH, s-a constatat că râurile Răut și Ichel au o influență negativă asupra stării redox a fluviului Nistru.

În apele investigate au fost constatate mai frecvent cantități scăzute de peroxid de hidrogen și lipsa acestuia, fapt ce indică la consumul H_2O_2 în procesele de autopurificare redox și la lipsa condițiilor pentru regenerarea lui efectivă, cum ar fi procesele de oxidare cu participarea oxigenului dizolvat. Valorile concentrațiilor de H_2O_2 înregistrate, preponderent de ordinul $< 100 \mu\text{g/l}$, sunt cantități insuficiente pentru desfășurarea efectivă a proceselor de autopurificare și stabilirea valorii biologice de habitare adecvate. În componența substanțelor reducătoare prezente în apele fl. Nistru, ponderea acelor ce întrerup lanțul de autopurificare cu radicalii OH, cuantificate de indicatorul capacitatea de inhibiție, este mai scăzută decât în apele celorlalte obiecte acvatice. Cele mai mari grade de poluare cu substanțe cu proprietăți de captori de radicali OH au fost stabilite pentru apele râului Ichel și ale lacului Dănceni. Apele fluviului manifestă o capacitate de autopurificare prin procese chimice de oxidare mai înaltă compartiv cu cele ale afluenților și ale lacurilor. Cele mai scăzute potențiale de autopurificare le au apele râului Ichel și lacului Dănceni. În baza valorilor coeficienților de corelație liniară Pearson s-a constatat că pe cursul fluviului Nistru inițial domină procesele radicalice de autopurificare, iar în regiunea or. Vadul lui Vodă, procesele ion-moleculare. În râul Răut procesele de autopurificare decurg după ambele tipuri de mecanisme, iar în râul Ichel și lacurile Ghidighici și Dănceni domină cele ion-moleculare.

Calculul efectuate demonstrează că apele din lacul Ghidighici au alcalinitatea sporită, mineralizarea excesivă, conținutul majorat al ionilor de sodiu, ceea ce poate contribui la salinizarea și alcalinizarea solurilor. Utilizarea acestor ape în scopuri de irigare este limitată. Apele din lacul Dănceni din cauza compoziției sale și conform coeficientului empiric de irigare, nu pot fi utilizate în scopuri de irigare.