

## DEPOLUAREA, NECESITATE STRINGENTĂ A EPOCII NOASTRE



Problema poluării cu reziduuri mixte, în special cu metale și hidrocarburi solicită înainte de toate izolarea de tulpini cu înalte capacități de biotransformare a acestor poluanți.

În consecință, un scop major al tuturor biotehnologiilor care vizează depoluarea, păstrarea și conservarea habitatelor naturale constă în găsirea microorganismelor cu cele mai performante capacități de transformare în sensul dorit, în exploatarea căilor metabolice naturale, creșterea eficienței acestora, pentru optimizarea procesului decontaminării.

Dezvoltarea cunoscută de nanomateriale și nanotehnologie oferă soluții mai eficiente și durabile în protecția mediului. Cunoscut fiind potențialul pe care îl oferă procesele electrochimice în general în depoluarea mediului și monitorizarea calității acestuia, integrarea nanomaterialelor în compoziția materialelor de electrod, care reprezintă cheia performanțelor acestor procese, le conferă caracteristici superioare potrivite aplicațiilor practice.

Dezvoltarea tehnicilor electrochimice pulsate reprezintă un proces de tehnologie avansată pentru îmbunătățirea eficienței proceselor de depoluare. Acest proiect își propune să exploreze caracterul dual al proceselor electrochimice în scopul elaborării unei tehnologii verzi electrochimice care vizează utilizarea unor materiale de electrod pe bază de carbon nanostructurat atât pentru distrugerea poluanților organici prioritar periculoși din apă cât și pentru monitorizarea acestora înainte/ după aplicarea proceselor electrochimice de distrugere.

Această monitorizare are de asemenea dublă funcționalitate, de a evalua calitatea apei sau de control al procesului electrochimic pentru depoluarea apei. În acest context, proiectul propune următoarea abordare inovativă și complexă:

- dezvoltarea de noi materiale de electrod de tip compozit pe bază de carbon nanostructurat de tipul nanotuburilor și nanofibrelor de carbon modificate cu zeolit dopat cu Ag/Cu/TiO<sub>2</sub> care să posede activitate electro(foto)catalitică îmbunătățită având geometria în legătură directă cu tipul aplicației (depoluare sau monitorizare);
- selectarea materialelor de electrod pentru aplicații concrete de degradare și detecție electrochimică, fapt care presupune stabilirea unor protocoale precise (material de electrod selectate, tehnici electrochimice aplicate, condiții de operare optimizate);
- integrarea metodei de detecție optime în tehnologia de depoluare a apei care presupune un proces electrochimic de degradare/mineralizare a poluanților organici periculoși din apă.

### BIODEGRADAREA ȘI EXTRAȚIA BIOLOGICĂ A HIDROCARBURILOR POLUANTE

Hidrocarburile formează un film impermeabil la suprafața solului, care împiedică circulația apei și schimbul de gaze, provocând sufocarea rădăcinilor și favorizând procesele de reducere. Pe măsură ce mediul devine mai anaerob, numărul și activitatea metabolică a bacteriilor se reduce. Existența

hidrocarburilor în solurile cultivate afectează germinația semințelor, creșterea plantelor și producția. La contact, hidrocarburile pot penetra semințele și pot omorî embrionul ori afecta germinația prin reducerea fluxului de apă către semințe ori prin descreșterea oxigenului necesar pentru germinare. Deoarece petrolul este bogat în carbon, raportul C:N din sol crește, având o influență negativă asupra activității microbiologice și nutriției plantelor cu azot.

O severă salinizare a solului poate avea loc acolo unde apare poluarea cu hidrocarburi și apă sărată; o creștere alarmantă a sodiului schimbabil poate fi înregistrată. Cercetările au evidențiat că, în condiții climatice normale,

fără irigații, ar trebui 5-10 ani pentru a putea îndepărta din sol elementele poluante. În ultimele decenii au fost instalate sute de mii de bazine de stocare subterane (și bazine de stocare la suprafața solului) conținând produse petroliere și substanțe chimice periculoase. Multe din aceste bazine au fost abandonate ori și-au depășit perioada de viață activă și sunt părăsite, constituind un risc serios pentru aprovizionarea cu apă de suprafață și subterană, dar și pentru bunăstarea și sănătatea publică.

### BIODEGRADAREA POLUANȚILOR DE TIPUL HIDROCARBURI SUB ACȚIUNEA MICROORGANISMELOR



Producția la scară largă, procesarea și utilizarea chimicalelor au dus la grave contaminări a suprafeței solului și subsolului cu o gamă largă de hidrocarburi periculoase și toxice. Astfel de hidrocarburi, sintetizate în cantități mari, sunt: bifenolii-policlorurați (PCB), tricloretilenă (TCE) și alții, care diferă foarte mult de compușii organici naturali prin structura chimică, și sunt denumite substanțe xenobionte datorită faptului că nu pot fi biodegradate ușor; hidrocarburile aromatice policiclice (PAH), care sunt de asemenea toxice și datorită masei moleculare mari (cu patru sau mai multe cicluri aromatice în structură) sunt nebiodegradabile sau greu biodegradabile. Hidrocarburile aromatice policiclice (PAH), produse din combustia incompletă a materialelor organice naturale și a hidrocarburilor, apar în sol ca rezultat al incendiilor naturale din păduri. Intensificarea proceselor industriale producătoare de energie, inevitabila producere de reziduuri și produse secundare ca PAH au condus la serioase contaminări ale solului în zonele industriale. Interesul pentru bioremedierea solurilor și apelor poluate a crescut în ultimii douăzeci de ani, în primul rând datorită faptului că s-a descoperit că microorganismele sunt capabile să descompună compușii xenobiotici care până acum s-au considerat a fi rezistenți în fața proceselor biologice ce au loc în sol. Degradarea compușilor organici contaminanți poate fi realizată și în cadrul proceselor chimice și fizice, dar, bioremedierea este considerată o metodă mai sigură și mai puțin costisitoare pentru îndepărtarea contaminanților periculoși și producerea de substanțe secundare netoxice.

Microorganismele au un prim rol catalitic în bioremediere, cunoștințele legate de transformările din cadrul comunităților microbiene sunt în continuă dezvoltare în procesul de elaborare a tehnologiilor avansate de bioremediere.

Poluanții din mediu sunt un rezultat al contaminării directe produse de centrele industriale în creștere, aplicarea pesticidelor, erbicidelor și insecticidelor, și al contaminării indirecte rezultate din transportul atmosferic pe distanțe mari ce contribuie la distribuirea contaminanților persistenti ca

bifenolii policlorinați (PCB - polychlorinated biphenyls) în jurul pământului. Caracteristicile poluanților, condițiile de mediu, tipul vegetației și solului, precum și apropierea de sursă crează un complex de condiții ce influențează circuitul poluanților. Solurile reprezintă rezervoare cheie pentru poluanții din mediu, depozitarea și persistența poluanților în sol fiind dependente de o serie de factori: de schimburile atmosferice, de formarea reziduurilor de graniță, de îngroparea poluanților și de biodegradarea lor.

### LEVIFLOT ESTE O TEHNOLOGIE AVANSATĂ DE DEPOLUARE A LEVIGATELOR

În contextul importanței acordate asigurării protecției mediului, grupul de metode neconvenționale de separare prin bule adsorbitive, din care face parte și flotația cu aer dizolvat (DAF) reprezintă o alternativă la tratarea levigatelor provenite de la stațiile de epurare. Acest grup de metode este în atenția specialiștilor din țări avansate (Japonia, SUA, Germania) incluzându-le în cadrul tehnicilor moderne de separare aplicate la scară de laborator sau industrială.

Unele caracteristici ale flotației DAF, care îi conferă prioritate față de alte metode sunt: diversitatea speciilor (ca natură și structură) susceptibile de a fi separate prin procedeul DAF; eficiența ridicată a separării la concentrații mici (10-5-10-2M) ale speciilor separabile; simplitatea, economicitatea, rapiditatea; flexibilitatea și fiabilitatea instalațiilor; posibilitatea prelucrării spumei, cu recuperarea componentelor utile; consum redus de reactivi pentru formarea unor hidroxospecii insolubile cu hidrofobie avansată și greutate specifică mică; adaptabilitate, cu aceleași echipamente metoda se poate aplica la diverse tipuri de poluanți anorganici, organici de dimensiuni iono-moleculare, coloidale ș.a.

Procesul complex de separare, pentru a cărui realizare intervin factori fizico-chimici, hidrodinamici și de transfer de masă interfazic, flotația reprezintă un domeniu al separatologiei neconvenționale, cu aplicații importante în depoluarea recuperativă. Domeniul de cercetare este relativ nou și puțin studiat în țară, primele cercetări fiind semnalate în literatura de specialitate în anul 1962.

În România, studii sistematice privind flotația ionică și variantele ei se desfășoară în cadrul Catedrei de Chimie Anorganică -UPB. Menționăm ca procedeele moderne de depoluare aplicate pe plan mondial sunt în general combinate și conțin ca etapă distinctă o variantă a procesului de flotație.

Modul de abordare a cercetării studiului factorilor chimici determinanți în procesul de flotație pe baza corelației dintre structura speciilor și flotabilitatea lor, echilibrul de repartiție interfazic; cinetica procesului, factorii de influență:

- Studiul interacției colector-ion metalic în procesul de flotație ca factor determinant în conducerea științifică a procesului de separare; recuperativă și cu explicitarea mecanismului de separare
- Caracterizarea produsului izolat în condiții optime de flotație și obținerea de compuși cu compoziții diferite;
- Valorificarea produsului izolat la flotație sub formă de oxizi simpli sau micști folosiți în domenii de vârf ale tehnologiei moderne.

Flotația este o metodă de separare selectivă, performantă, aplicabilă sistemelor apoase diluate ce conțin specii ionice ca potențiale surse de componenți utili, prin aplicarea flotației se realizează separarea speciilor ionice cu randamente bune ( $\%R \geq 95$ ), concomitent cu diminuarea concentrației acestora în faza apoasă, la limitele impuse de legislația în vigoare (aspect important din punct de vedere al protecției mediului). Pe baza corelației structură-flotabilitate se vor studia:

- factorii care influențează eficiența separării, pe diferite sisteme model în vederea stabilirii parametrilor optimi de separare: o natură și concentrația substanței tensioactive, care prin gruparea polară poate funcționa și ca ligand față de anumiți ioni existenți în sistem, o influență a mediului de separare (acido-bazic) asupra eficienței metodei studiate, natura și concentrația poluantului care face obiectul separării, gazul necesar formării fluxului de microbule care asigură transferul speciilor hidrofobe din faza lichidă în spumă;
- reproductibilitatea separării;
- verificarea parametrilor optimi de separare stabiliți pentru soluții sintetice pe probe reale de

levigate rezultate din etapa de decantare primară și secundară de la stația de epurare.

### **BIOREMEDIEREA SOLURILOR CONTAMINATE CU METALE GRELE**

Prima etapă a oricărui proces de bioremediere a solurilor poluate este evaluarea cât mai corectă a nivelului de poluare: determinarea naturii poluanților și a cantității acestora, în vederea elaborării celor mai potrivite biotehnologii de remediere.

Dacă determinările privind natura și concentrațiile poluanților sunt în responsabilitatea laboratoarelor de profil,

în cadrul laboratorului de microbiologie se face o estimare a efectului pe care poluanții îl au asupra potențialului biologic general al solurilor afectate, așa cum este el definit de intensitatea activității microbiene și enzimatic.

Acest potențial se apreciază prin intermediul unor indicatori bacterieni și enzimatici de calitate.

Cercetările de microbiologie și enzimologie ambientală se confruntă frecvent cu dificultatea comparării potențialului microbial și enzimatic al habitatelor, pornind doar de la parametri individuali (un grup de bacterii, o activitate enzimatică). Cunoașterea potențialului microbial al habitatelor este de și mai mare interes, întrucât de activitatea fiziologică și implicit enzimatică a microorganismelor depinde viteza cu care sunt reintroduse în circuitul biogeochimic elementele majore care intră în compoziția substanțelor organice, ca și viteza îndepărtării din sol a oricărui poluant.

Relevanța unor parametri individuali (un grup de bacterii sau o enzimă) este însă limitată, deoarece în același habitat coexistă diverse grupuri ecofiziologice: bacterii heterotrofe, chemotrofe, nitrificatoare, denitrificatoare, sulfocatoare, desulfocatoare, ferooxidante, fier-reducătoare etc., al căror număr variază cu ordine de mărime.

Prezența în sol a unui poluant este imediat înregistrată de variația numărului de bacterii care aparțin la diverse grupe ecofiziologice și de variația intensității activității diferitelor enzime.

Datele din literatura de specialitate arată că, de regulă, creșterea concentrației unui poluant este urmată de o scădere a potențialului microbial și enzimatic, la fel cum scăderea concentrației poluantului este urmată de creșterea numărului de bacterii, respectiv de intensificarea activității enzimatic.

În concluzie, biodegradarea, extragerea biologică a hidrocarburilor poluante, folosirea tehnologiilor tip leviflot culminând cu bioremedierea solurilor sunt tot atâtea căi pentru ca viața în sens generic să-și poată relua cursul în această epocă superindustrializată.

**DRAGOȘ STOICA**