

## **Etapă nr. 1. Formularea de ipoteze privind elaborarea unor modele conceptuale și teorii aplicabile în cazul bioremedierii solurilor contaminate cu metale grele, dioxid de sulf, hidrocarburi**

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.

Hidrocarburile sunt un grup generic de compuși ce conțin doar H și C. Reprezintă cel mai important grup de substanțe chimice datorită abundenței lor, importanței industriale, folosirii lor ca sursă primară de energie, dar și datorită toxicității.

Un compus chimic care, prin acumulare în natură, devine periculos pentru mediu este considerat drept POLUANT, iar înlăturarea lui cu ajutorul microorganismelor poate fi considerată BIOREMEDIERE.

Printre tehnologiile variate de remediere a solului disponibile astăzi pentru decontaminarea și detoxifierea solurilor contaminate de hidrocarburi, se pare că bioremedierea este una dintre cele mai sigure din punct de vedere al impactului de mediu și al costurilor de aplicare.

Înțelegerea aspectelor biochimice și fiziologice ale procesului general de bioremediere, ne va putea furniza odată cu aceste cunoștințe necesare, și instrumente pentru optimizarea acestor procese, pentru a controla parametrii de bază și pentru a face procesele cât mai eficiente.

Capacitatea de a degrada hidrocarburile este larg răspândită în lumea microorganismelor, fiind întâlnită la bacterii (inclusiv actinomicete), la levuri, la fungii filamentoși, dar și la alge. Prezente în sol, în apele dulci și marine și în unele sedimente, într-o gamă largă de condiții de mediu, aceste microorganisme au capacitatea de a sintetiza un spectru larg de enzime care asigură degradarea hidrocarburilor individuale și potențialului de îndepărtare, sau de conversie a țiteiului din mediu.

Microorganismele și-au dezvoltat o varietate de căi biochimice pentru a degrada sau detoxifia hidrocarburile. Hidrolazele și oxigenazele sunt clasele cele mai importante dintre enzime, care sunt răspunzătoare pentru catalizarea reacțiilor de biotransformare. Hidrolazele (helidohidrolaze, esteraze, amidaze) nu necesită factori și sunt stabile la o variație mare de pH și temperatură.

Activitatea **A1.1** s-a axat pe formularea de ipoteze privind biodegradarea poluanților de tipul hidrocarburi sub acțiunea microorganismelor și pentru extracția biologică a metalelor grele a prilejuit o trecere în revista a informațiilor de ultimă oră în domeniul proiectului RESOLMET. Astfel s-a analizat modul în care se poate realiza biodegradarea poluanților de tipul hidrocarburi sub acțiunea microorganismelor, și anume bioremedierea cu ajutorul comunităților microbiene și condițiile de aplicare a bioremedierii *in situ* definind rolul jucat de structura chimică a poluanților, nutrienții solului și caracteristicile solului. Toate au fost analizate prin prisma biodisponibilității poluanților.

Pornind de la considerațiile generale privind metodele biologice pentru determinarea gradului de toxicitate a solurilor s-au formulat ipoteze privind extracția biologică a metalelor, analizând mai ales: ► modul de estimare a gradului de poluare a solurilor și a eficienței tehnologiilor de remediere; ► cum se poate asigura izolarea microorganismelor cu potențial depoluant și de bioremediere ridicat; ► s-a identificat rolul microorganismelor în fixarea sau mobilizarea metalelor în sol. S-a analizat modul cum se poate asigura bioremedierea solurilor contaminate cu metale grele: ► modelele experimentale cele mai uzitate de bioremediere a solurilor contaminate și ► bioremedierea *in-situ* a solurilor contaminate cu metale grele.

Activitatea A 1.2 s-a axat pe elaborarea unor modele conceptuale și teorii aplicabile în cazul bioremedierii solurilor contaminate cu metale grele, dioxid de sulf, hidrocarburi. S-au analizat și elaborat modele conceptuale și teorii aplicabile în depoluarea solurilor contaminate prin activități specifice industriei metalurgice și anume s-au identificat metode de depoluare a solului și biotehnologiile adecvate de remediere a mediului poluat prin activitățile metalurgice. S-au elaborat modele conceptuale și teorii aplicabile în cazul bioremedierii solurilor contaminate cu dioxid de sulf analizând emisiile de dioxid de sulf și depunerea pe sol și vegetație, sursele surse de dioxid de sulf și modul de formare a acizilor și depunerea emisiilor de SO<sub>2</sub> pe sol și vegetație. S-a efectuat o analiza a poluării cu dioxid de sulf în țara noastră, pornind de la prezența sulfului în sol și transformările lui adică formele de sulf găsite în sol (forma organică și cea anorganică), transformările sulfului în sol și factorii care influențează reducerea sulfatilor în sol. Pe baza analizei modului de generare a compușilor volatili ai sulfului și a modului de oxidare a sulfului s-au identificat efectele poluării cu dioxid de sulf (efectele asupra sănătății populației și animalelor; asupra plantelor; asupra mediului). Analiza realizată a stat la baza elaborării unor modele de bioremediere a solurilor contaminate cu dioxid de sulf datorită implicării organismelor heterotrofe în oxidarea sulfului din sol.

S-au analizat modelele conceptuale și teoriile aplicabile în cazul bioremedierii solurilor contaminate cu metale grele și anume: măsurile de remediere, modul de evaluare a ecotoxicității solului pornind de la sol ca substrat pentru microorganisme, și ca substrat pentru creșterea plantelor. S-a elaborat o metoda care va fi aplicată în RESOLMET pentru determinarea ecotoxicității solului. În elaborarea acestora s-au folosit standardele IDT ISO 11269-1:1993 (Determinarea efectelor poluanților asupra florei solului - Metodă pentru măsurarea creșterii rădăcinilor); ISO 11269 (Determinarea efectului substanțelor adăugate)

De asemenea, s-au elaborat modele conceptuale și teorii aplicabile în cazul bioremedierii solurilor contaminate cu hidrocarburi: Atenuarea naturală monitorizată; fitoremedierea; tratarea cu ajutorul terenului agricol; compostarea. S-au identificat principiile proceselor de bioremediere a solurilor contaminate cu hidrocarburi și factorii care afectează biodegradarea solurilor poluate cu hidrocarburi (densitatea populațiilor microbiene; reacția solului; concentrația elementelor nutritive; conținutul de apă al solului).

Analiza făcută asupra tehnologiilor de reconstrucție ecologică a siturilor degradate sau poluate industrial a ajutat la identificarea plantelor utilizate în recultivarea terenurilor degradate, a arborilor și arbuștilor utilizați în recultivarea terenurilor degradate precum și a speciilor amelioratoare de sol (fixatoare de azot). Impădurirea haldelor și lucrările de ameliorare a condițiilor pentru instalarea și dezvoltarea vegetației forestiere sunt metode aplicabile în arii poluate datorită activităților antropice.

La implementarea unei tehnologii care să se preteze la bioremedierea solului contaminat prin activități specifice industriei metalurgice fazele necesare a fi parcurse sunt următoarele:

- descrierea sitului poluat;
- caracterizarea mediului (fizică, chimică, geologică etc);
- evaluarea gradului de risc generat pentru mediu
  - identificarea surselor de poluare;
  - identificarea căilor de poluare și a țintelor de poluare;
  - evaluarea probabilităților consecințelor;
  - evaluarea probabilităților consecințelor
- determinarea obiectivelor și mijloacelor depoluării;

- efectuarea lucrărilor de depoluare în sine;
- monitorizarea și impunerea de restricții asupra folosirii terenului.

Tehnologiile de bioremediere a solului care se pot aplica în situ sunt următoarele:

- bioaugmentarea;
- tratamentul terenului;
- co-metabolismul;
- bioventilarea;
- biospargingul;
- biofiltrarea;
- stimularea cu agenți tensioactivi;
- fitoremedierea.

Tehnologiile de bioremediere a solului care se pot aplica ex situ sunt următoarele:

- tratarea în bioreactoare;
- metoda land farming;
- biosurry;
- metoda biopile;
- compostarea statică și agitarea mecanică.