

# VÝZNAM APLIKACE ADITIV PŘI BIOREMEDIACI PŮDNÍ MATRICE

**Martina Siglová, Dušan Daňha, Alena Čejková, Jan Masák, Vladimír Jirků, Miroslav Minařík\***

*Laboratoř aplikované biologie a bioinženýrství, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,  
Technická 5, 166 28 Praha 6.; \* Uherské Hradiště  
e-mail: [martina.siglova@vscht.cz](mailto:martina.siglova@vscht.cz)*

Místem, kde se nejčastěji zachycují a koncentrují rizikové látky je především půda, která je svými jedinečnými vlastnostmi přímo předurčena poutat kontaminanty dopadající na její povrch z atmosféry, nebo přicházející rozpuštěné v povrchové či podzemní vodě. Právě proto je půdní matrice nejčastěji zmiňována v souvislosti s remediacemi.<sup>1</sup> Zájem o bioremediaci kontaminované zeminy a vody vzrostl hlavně v posledních 2 dekádách, neboť se zjistilo, že bioremediace poskytuje levný a specifický nástroj ke snížení koncentrace polutantů v životním prostředí a často může být provedena přímo v místě kontaminace. Ačkoliv používané metodologie nejsou technicky náročné, je třeba mít značné zkušenosti a často je nutné provést mnoho expertíz pro vytvoření a zavedení úspěšného bioremediačního programu, který by byl pro danou lokalitu vhodný a úspěšný.<sup>2</sup> Bioremediace půdní matrice musí reflektovat to, že je půda heterogenní materiál s mnoha fázemi, kde je kontaminant asociován s půdními částicemi a rozpuštěn v půdních kapalinách a půdní atmosféře. Díky této komplexnosti úspěšná bioremediace vyžaduje interdisciplinární přístup zahrnující obory jako mikrobiologie, inženýrství, ekologie, geologie a chemie.<sup>3</sup>

Tak jako u každého mikrobiologického procesu, tak i v bioremediačních technologiích je optimalizace podmínek hlavním cílem, který má vést k tomu, aby fyziologické a biochemické aktivity byly namířeny k biodegradaci cílového polutantu. Důležitými parametry prostředí ovlivňujícími růst a aktivitu mikroorganismů jsou vlhkost, teplota, pH, typ půdy, koncentrace kontaminantu, množství kyslíku pro aerobní degradaci a redox potenciál pro anaerobní degradaci. Jakékoliv odchýlení těchto parametrů od optimální hodnoty vede ke snížení rychlosti růstu mikroorganismů a transformace cílového substrátu a může způsobit předčasné ukončení bioremediačního procesu.<sup>4</sup> Kromě úpravy výše uvedených parametrů je však často nezbytné ovlivnit také biodostupnost polutantu, což je možné provést např. přidávkou různých typů povrchově aktivních látek. Za aditivní složku výrazně ovlivňující průběh bioremediačního procesu však můžeme považovat i dodávku specializovaných mikroorganismů disponujících příslušnými biodegradními vlastnostmi.

Cílem předkládané práce bylo posouzení skutečného vlivu známých a běžně využívaných bioremediačních přístupů na dekontaminaci půdního prostředí znečištěného ropnými produkty a vyhodnocení míry jejich účinnosti. Z tohoto pohledu byly testovány - adice alochtonní a autochtonní mikroflóry, biostimulace, přidávek povrchově aktivních látek a huminových kyselin.

Proces dodání mikroorganismů do kontaminované půdy, z důvodu zvýšení biologické aktivity již přítomných populací, se nazývá **bioaugmentace**.<sup>2</sup> Do půdy byly aplikovány jak směsné kultury izolovaných autochtonních mikroorganismů, tak sbírkové preparáty alochtonních biodegradérů. Použití mikroorganismů izolovaných přímo z kontaminované oblasti přineslo oproti sbírkovým kulturám lepší výsledky, neboť tyto mikroorganismy byly lépe fyziologicky a geneticky adaptovány na dané prostředí s určitými vlastnostmi. Dodávkou inokula tvořeného výhradně autochtonní směsnou populací bylo možno zvýšit biodegradční aktivitu ve vzorcích zemin o 10 až 30 %. Avšak v případě použití směsné či čisté kultury alochtonních mikroorganismů nebyl ani v jednom případě zaznamenán výsledek převyšující 10 % nárůstu biodegradční aktivity ve studovaných vzorcích zemin.

Dalším testovaným přístupem byla tzv. **biostimulace**, nebo-li podpořená bioremediace.<sup>5</sup> Mikroorganismy mohou být přítomny v půdě po dlouhou dobu ve stavu dormance, nicméně vhodným způsobem lze jejich reprodukční a biodegradční aktivitu podpořit. Proces biostimulace obvykle

obnáší přídavek nutrientů, v případě aerobní biodegradace také dodávku kyslíku a v případě anaerobní degradace dodávku dalších akceptorů elektronů. V námi studovaných vzorcích jsme se omezili na dodávku N,P nutrientů a důkladné provzdušnění vzorků zemin. Proces biostimulace bylo možné vyhodnotit jako pozitivní, ačkoliv procentuální zvýšení aktivity mikroorganismů je ve srovnání s bioaugmentací nižší (zvýšení biodegradační aktivity se pohybovalo v rozmezí 9-20 %).

V některých případech je však kontaminant asociován na povrchu půdy díky fyzikálně-chemickým interakcím, které zahrnují sorpci na půdní složky, konkrétně mikropóry půdní matrice a tvorbu hydrofobní fáze. Při bioremediaci tyto faktory základním způsobem ovlivňují osud kontaminantu v půdě, neboť redukuje jeho biodostupnost, takže jak proces bioaugmentace, tak i proces biostimulace mohou selhat nebo přinést neočekávané výsledky. Mobilitu kontaminantu a tím i jeho dostupnost pro mikroorganismy je možné zvýšit použitím povrchově aktivních látek – tzv. **surfaktantů**.<sup>2, 6</sup> V našem případě byly použity k desorpci nepolárních látek z půdního prostředí syntetické, komerčně dostupné vzorky surfaktantů. V některých experimentech se projevil vhodně zvolený surfaktant (např. Slovasol 255) jako aditivum velmi pozitivně ovlivňující průběh biodegradačního procesu. Ne vždy však vedla aplikace surfaktantu k vyšší rychlosti biodegradace ropných uhlovodíků. U některých testovaných surfaktantů byl pozorován dokonce negativní vliv na reprodukční aktivitu mikroorganismů, což mohlo být způsobeno jednak toxicitou použitého surfaktantu, či příliš velkým nárůstem koncentrace polutantu, která mohla vést k vyšší inhibici mikroorganismů. Na druhou stranu může být substrát silně inkorporován surfaktantem do micel, což může v důsledku jeho biodostupnost opět snižovat.

V laboratorních podmínkách byl dále sledován vliv přídavku **huminových kyselin** ke vzorku půdy. Huminové kyseliny významně ovlivňují fyzikálně chemické vlastnosti půdy. Neutralizují kyselé i alkalické půdy a tím regulují pH, navíc zvyšují jejich pufrací kapacitu, zádrž vody a nutrientů v půdním systému.<sup>7</sup> Huminové kyseliny také stimulují růst a rozvoj žádoucí půdní mikroflóry, neboť chemickými reakcemi v půdě zvyšují dostupnost nutrientů, minerálních látek a vody.<sup>7, 8</sup> Všechny uvedené děje popisované v literatuře se však z pohledu našich experimentálních výsledků zdají být spíše hypotetické a v testovaném půdním mikrokosmu nebyly jednoznačně prokázány.

#### Použitá literatura:

- [1] dostupné na internetových stránkách: [www.waste.cz/waste/waste.php?clanek=02-05/Remediace\\_pud.htm](http://www.waste.cz/waste/waste.php?clanek=02-05/Remediace_pud.htm)
- [2] VIDALI M. (2001): Bioremediation-An Overview, Pure Appl. Chem., Vol. 73, No. 7, p.1163-1172
- [3] BOOPATHY R. (2000): Factors limiting bioremediation technologies, Bioresource Technology, Vol. 74, Issue 1, p. 63-67
- [4] SINGH A., WARD O. P. (2004): Biodegradation and Bioremediation, Springer
- [5] SEKLEMOVA E., PAVLOVA A., KOVACHEVA K. (2001): Biostimulation-based bioremediation of diesel fuel: field demonstration, Biodegradation Vol.12, p. 311–316
- [6] CHRISTOFI N., IVSHINA I. B. (2002): Microbial surfactants and their use in field studies of soil remediation, Journal of Applied Microbiology, Vol. 93, Issue 6, p. 915
- [7] dostupné na internetových stránkách: [www.humintech.com](http://www.humintech.com)
- [8] dostupné na internetových stránkách: [www.adbio.com](http://www.adbio.com)