

BIODEGRADACE SPECIFICKÝCH POLUTANTŮ



M. Siglová / J. Mikeš / M. Minařík (EPS, s.r.o. V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice)

Bioremediace představuje způsob, jak šetrným způsobem přispívat k nápravě škod na životním prostředí. Stále se zvětšující soubor poznatků o schopnostech mikroorganismů s sebou přináší i rozšiřování spektra biologicky odbouratelných polutantů.

Cílem tohoto příspěvku je upozornit na nové trendy v bioremediaci těch kontaminantů, které bývají zahrnovány do skupin typu Jiné kontaminanty (např. v Dutch Standards). Mimo ně existují další typy polutantů, které pocházejí z konkrétních typů průmyslové činnosti.

V jistém smyslu specifickým substrátem s charakterem odpadu jsou rovněž biologicky rozložitelné odpady.

Dutch Standards

Kovy ■ Anorganické sloučeniny ■
Těkavé aromatické sloučeniny ■ PAH
■ Chlorované uhlovodíky ■
Insekticidy ■ Jiné kontaminanty

Zdroj: www.vrom.nl

- výbušniny
- agrochemikálie
- elektrotechnická rezidua



Agrochemikálie

V důsledku aplikace určitých typů agrochemikálií v uplynulých letech k plošné kontaminaci půdního systému látkami s vysokou schopností přetrvávat v prostředí, zejména v důsledku jejich akumulace do živé hmoty. Ovšem existují i ohniskové formy kontaminace, které jsou následkem neuváženého skladování v nevhodně zabezpečených objektech, kde často dochází k unikům do systému podloží a podzemní vody. Také v případě herbicidů, pesticidů a jiných zemědělsky využívaných chemikálií lze s vyšším úsilím naleznout vhodná řešení dekontaminace postavená biologickým principu. Objektům zájmu rozkladné činnosti jsou v řadě případů komplikované struktury omezené polárními látkami, obsahující různé chemické struktury na bázi heterocyklických funkčních skupin apod. Využití potenciálu vhodné mikroflóry je předurčeno důsledným zmapováním prostředí kontaminace, zejména s ohledem na distribuci polutantů a změny, jež přítomnost polutantů vyvolala na přirozených mikrobiálních konsorciích. Selektivní tlak v řadě případů vedl k převládání populace těch taxonů, jež jsou schopné svůj metabolický aparát zapojit do rozkladné činnosti příslušného kontaminantu.



Endokrinní disruptory

Pod tímto pojmem je zahrnuta široká oblast chemicky značně heterogenních sloučenin, jejichž společným jmenovatelem je významné nepříznivé vliv na lidské zdraví v podobě destrukce endokrinních systémů, které jsou svou bezproblémovou funkcí důležitou podmínkou lidského života. Neustále se zvyšující objem produkce těchto látek v chemii umělých hmot, kosmetických výrobcích a jiných je příčinou jejich zvyšujícího se podílu v cyktech transformace hmoty v ekosystémech. Biologicky koncipované sanační technologie mohou sehrát konkrétní roli v procesech snižování této zátěže životního prostředí. Významnou se jeví zejména jejich využitelnost při aktivním nakládání s depozity odpadních produktů na bázi endokrinních disruptorů v těch systémech, kde se tato forma kontaminace akumuluje (výrobní jednotky, skládková zařízení).

Jiné kontaminanty:

cyklohexanon, ftaláty, minerální oleje, pyridin, tetrahydrofuran, tetrahydrothiofen, ethylenglykol, akrylonitril, MeOH, BuOH, butylacetát, MTBE, MEK, tribrommethan, ethylacetát, isopropanol

- endogenní disruptory
- dehty a asfalt
- plastické hmoty
- biologicky rozložitelné odpady



Elektrochemická rezidua

Enormní nárůst tržní poptávky po výrobcích, jejichž součástí jsou materiály kovového charakteru, s sebou zákonitě přinesl i problematiku kontaminace pocházející jak ze samotných výrobních operací, tak úskalí, jak nakládáním s použitými produkty co nejméně poškozovat životní prostředí. Značné břemeno pramenící z dob, kdy tímto tématům bylo v důsledku chybějící legislativy přisuzováno minimum zájmu, představuje významný environmentální problém. Podstata těchto typů kontaminace je založena na poměrně nízkých koncentracích vysoce toxických polutantů přítomných hlavně v kapalných formách matric životního prostředí. Vysoká ekonomická nákladnost relativně účinných fyzikálně-chemických metod však může v řadě případů být substituována technologiemi založenými na využití schopnosti mikroorganismů rezistentních vůči toxickým kovům tyto typy polutantů akumulovat (tedy z pohledu sanačního inženýrství zakonzcentrovávat) ve svých buněčných strukturách. Tímto způsobem lze na ekonomicky výhodné bázi přispět k aktivní eliminaci toxických kovů z prostředí aplikací technických prostředků, jejichž součástí je např. imobilizovaná populace rezistentních taxonů.



Plastické hmoty

Ojedinelé vlastnosti hmot, které výrazným způsobem přispěly ke zvýšení kvality života lidí, s sebou zákonitě přinášejí i neméně zanedbatelný negativní aspekt, jak naložit s jejich odpadní formou. Specifické vlastnosti polymerů umělých hmot představují z hlediska rozkladu obtížně transformovatelnou hmotu. Nicméně i na tomto poli se ukazuje využitelnost biologického činitele tehdy, je-li vhodně vyřešeno zprístupnění tohoto typu odpadu jejich enzymovým systémům. Parciální abiotické rozklady mohou vést ke vzniku intermediátů, jež lze dále zpracovat technologickými prostředky, v nichž figuruje činitel biologického původu. Jinou cestou, cestou výrazně efektivnější, je postupná substituce používaných materiálů za takové, u nichž je vyřešena i otázka následného rozkladu jejich odpadní formy. Biologicky rozložitelné plasty by měly zaujmát stále větší podíl v produkčních objemech.



Výbušniny

Aktivní přístup ke snižování zátěže na životním prostředí, již představuje kontaminace vzniklá v důsledku vojenské činnosti, je aktuální téma zejména s ohledem na perzistenci materiálů výbušnin a toxicitu reziduí uvolněných abioticky. Efektivním řešením se ukazuje cílená konstrukce technologie pro konkrétní kontaminovanou lokalitu. To umožňuje na základě poznatků profilu původní mikroflóry, která přišla do kontaktu s daným polutantem, vyvinout efektivní řešení jak v rovině biologického činitele, tak v oblasti technické realizace (sanační systém, optimalizace dodávky živin, úprava podmínek). Příčinou perzistence explosiv je zejména přítomnost atypických vazeb v jejich molekulách, u nichž není v případě mikrobiálních činitelů široce zastoupený enzymový aparát jejich rozkladu. Nicméně cílenou screeningovou činností lze naleznout v řadě případů taxony, jež disponují schopností rozložit tento typ chemických struktur. V případě výbušnin se jedná zejména o schopnost narušit nitrované aromatické sloučeniny a transformovat je do podoby netoxických produktů.



Dehty a asfalt

Petrochemická činnost vysokou mírou svých aktivit způsobila v uplynulých letech vznik mnoha forem odpadních produktů, jejichž nerozvázná depozice v prostředí výrobních závodů vedla ke vzniku environmentální zátěže kontaminantů, jež svými vlastnostmi výrazně omezují spektrum možných prostředků, jak s nimi naložit a zredukovat jejich objem. Dehtové látky obecně představují biologicky velmi obtížně transformovatelný materiál. Ukazuje se však, že potenciál mikroorganismů známý z jejich nepříznivého působení (biodeiterance), jimž je myšlen např. podíl na nechtěné destrukci povrchů vozovek, lze za určitých podmínek zužitkovat alespoň k dílčímu aktivnímu posílení procesů nakládání s dehtovými kontaminacemi, zejména formou jejich aplikace v ex-situ prostředí (dekontaminační plochy).

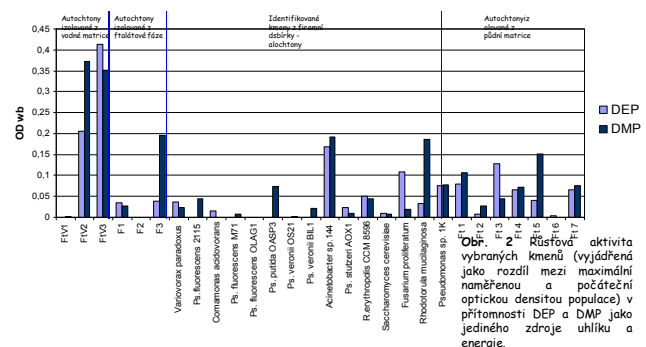


Biologicky rozložitelné odpady

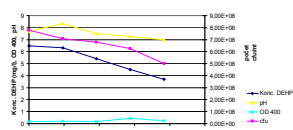
Z hlediska rozkladu nejnásadně přeměnitelné formy odpadních produktů. Je-li však vyvinuto úsilí, lze tento typ substrátu aktivně zapojit do procesů sekundárního využití. Tímto způsobem je možné získat ekonomicky snadno dostupný substrát pro produkci energie, biomasy s následným využitím apod. Touto cestou lze výrazně ušpřit skládkové kapacity a zároveň využít zapojování biologicky rozložitelných odpadů do procesů biogeochemického koloběhu hmoty.

Case study: Biodegradace esterů kyseliny ftalové (DEP, DMP)

Společnost EPS, s.r.o. se věnuje již druhým rokem realizaci studie proveditelnosti technologického postupu, založeném na mikroorganismech disponujících biodegradacími schopnostmi vůči polutantům ze skupiny endokrinních disruptorů, konkrétně esteru kyseliny ftalové (DMP, DEP) z reálné znečištěné vzorků vody. Dosud proběhl screening kmenů z vlastní, rozsáhlé laboratorní sbírky mikroorganismů a izolace alochtonních kmenů nacházejících se přímo na kontaminované lokalitě. Cílem těchto snah je sestavení takového bioaugmentačního, mikrobiálního konsorcia, které by bylo schopno úspěšné technologické aplikace *in situ* či *ex situ*.



Průběh experimentů lze popsat jako sled mikrokultivací a následných standardních laboratorních kultivací testovaných mikroorganismů za použití různých živných médií a zdrojů uhlíku a energie. Kmeny byly testovány jak jednotlivě, tak ve směsích o 2 – 5 taxonech. V první fázi experimentů byla sledována reprodukční aktivita autochtonní a alochtonní mikroflóry (viz obr.). Cílem počátečního screeningu, prováděného v mikrokultivačním zařízení Bioscreen C byl výběr vhodných mikrobiálních kmenů. Pro další sadu testů, zaměřených na získání detailnějších dat o biodegradčních rychlostech a metabolických drahách, byly na základě získaných výsledků vybrány dva bakteriální kmeny (*Acinetobacter* sp., *Rhodococcus erythropolis*) a dosud neidentifikovaná směs bakteriálních autochtonních kmenů - tyto populace vykazovaly schopnost využívat ftaláty jako jediný zdroj uhlíku. Právě tyto autochtonní taxony potvrdily, že jsou vhodné pro zamýšlený účel a stanou se základem pro sestavení bioremediačního agens, které by mohlo být aplikovatelné na lokalitách kontaminovaných ftaláty. Vzhledem k tomu, že ftaláty nepatří do skupiny polutantů běžně řešených v rámci remedičních postupů věříme, že naše technologie poskytne alternativní řešení pro subjekty zaobírající se problematikou kontaminace ftaláty.



Záznam průběhu biodegradčního procesu probíhajícího v prostředí reálné kontaminované podzemní vody znečištěné DEHP. Inokulace byla provedena dosud neidentifikovanými, favorizovanými taxony F3 a FTV 3.

Tento příspěvek vznikl z podpory výzkumu a vývoje zaštitěného MPO ČR v programu Trvalá prosperita 2A-2TP1/088