

Biologické surfaktanty

Jednou z příčin způsobujících, že řada látek znamená vážný environmentální problém, je jejich schopnost tvořit fázová rozhraní. Přičte-li se k tomuto faktu ještě soubor dalších vlastností obtížně slučitelných s funkcí ekosystému nebo se závažným dopadem na lidské zdraví, vyplývá z tohoto vztahu akutní potřeba hledat cesty, jak se těchto zátěží zbavovat.

Již v dávných dobách přišel člověk na řešení, jak se zbavovat špíny. Tu ve velkém počtu případů představují právě látky s vodou obtížně mísitelné. Zmíněným řešením je princip, který alchymie skryla do formule similia similibus solvuntur – podobné se rozpouští v podobném. Na tomto základě dnes funguje bezpočet separačních technik, analytických postupů a průmyslových technologií, ovšem prazáklad byl do značné míry právě v boji se špínou.

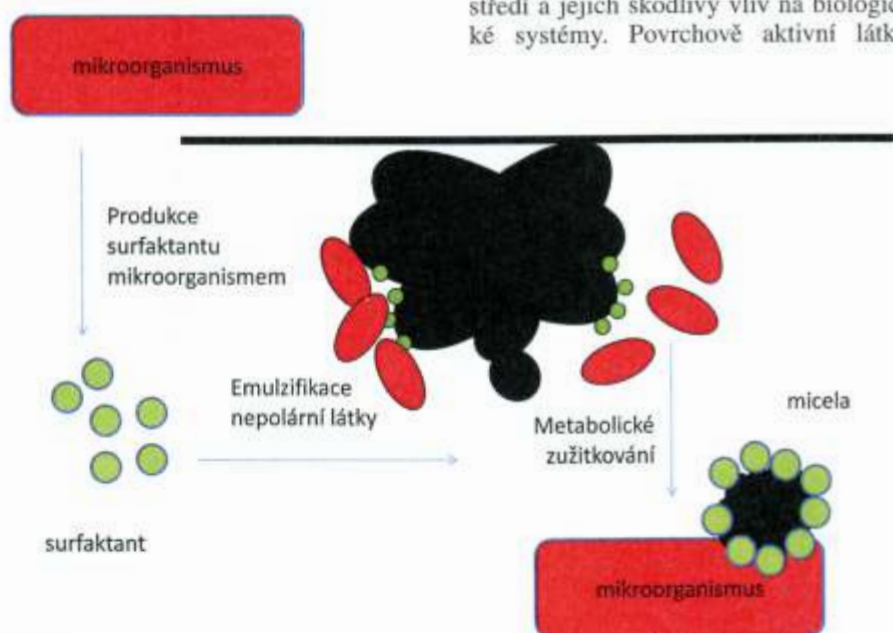
Jednou z teorií objevu mýdla je tuk kapající do popela v ohništi a následné pění okolí ohniště během deště. Vzhledem k silně alkalickému charakteru popela se tak po styku s tukem vytvořily soli mastných kyselin (mýdlo) a glycerol (estery glycerolu se solemi vyšších mastných kyselin jsou chemickou podstatou tuku). Soli mastných kyselin s delším uhlovodíkovým řetězcem jsou nejstarším aniontovým tenzidem světa. Právě mýdla, tuky, detergenty, saponáty – obecně povrchově aktivní látky – dokáží snížit povrchové napětí.

Děje se tak díky tzv. amfifilnímu charakteru látek, které patří do zmíněné skupiny. Amfifilní znamená, že v jejich molekule je zároveň přítomna polární a nepolární část, část hydrofilní i hydrofobní a úplně jednoduše řečeno, část, která se rozpouští ve vodě, a část, která je rozpustná v nepolární látce. Vznikem tzv. micel dochází k emulzifikaci, ke vzniku roztoku tvořeného polární a nepolární částí. Z hlediska látkového se však nic nemění a stále se jedná o směs, byť stabilizovanou (obrázek).

Mýdlo má v roztoku záporný náboj, nicméně povrchově aktivní látka může mít hydrofilní část i kladně nabitou nebo neutrální (neiontové PAL), aniž by ztratila své vlastnosti. Mimoto může být tato část molekuly dokonce i obojetná a její náboj se pak mění v závislosti na pH (amfolytické PAL).

Do přípravy a výroby těchto typů látek většinou promlouvá umění chemické syntézy, avšak nikoliv bezvýhradně, jak bude zmíněno později v souvislosti s biologickými povrchově aktivními látkami. Právě syntetická výroba vedle ohromného nárůstu rozmanitosti vlastností těchto

látek také způsobila, že řada z nich je natolik odolných v přirozeném prostředí, že se staly environmentálním problémem kvůli své biologické nerozložitelnosti a schopnosti rozpouštět i to, co není z ekologického hlediska žádoucí, např. buněčné membrány. Membrány oddělují buněčné systémy od vnějšího prostředí a jejich propustnost je zpravidla selektivní, to znamená, že dovnitř buňky pustí jen látky potřebné pro její fungování. Z těchto důvodů je možné často čelit



Obrázek: Princip role biosurfaktantu ve vodném systému kontaminovaném nepolárními látkami

v technické ochraně životního prostředí potřebě synteticky vyráběné povrchově aktivní látky odstranit a zlikvidovat.

Využití v sanačních technologiích

Technologický rozměr povrchově aktivních látek je určen schopnostmi odmašťovat, čistit a emulzifikovat. V sanačních technologiích se profituje z jejich schopnosti mobilizovat nepolární polutanty a odstraňovat je čerpáním takto ošetřené kontaminované podzemní vody (pump and treat). Bohužel však největší

hrozbu tzv. sanačního promývání (aplikace syntetických surfaktantů) představuje nevládnutí eliminace těchto vzniklých emulzí a jejich přetrvávání v životním prostředí. Na druhou stranu vhodně aplikované dávky povrchově aktivních látek mohou zvýšit faktor biologické dosažitelnosti a tím tak napomoci k efektivnějšímu biologickému odbourávání kontaminantů. Nezbytnou podmínkou je velmi pečlivé designování sanačního projektu opřené o sekvenci testů v laboratorním měřítku, správné bilancování procesu a nastavení správných dávek a poměrů činidel.

V předchozím odstavci zazněly informace o technologické aplikaci povrchově aktivních látek v technické ochraně životního prostředí, ruku v ruce s identifikovaným rizikem, jímž je nerozložitelnost řady surfaktantů v přirozeném prostředí a jejich škodlivý vliv na biologické systémy. Povrchově aktivní látky

nejsou pro přírodu ničím neznámým. Jak již bylo naznačeno, celá řada důležitých systémů na buněčné bázi je odvozena a postavena na principu podobné se rozpouští v podobném. Díky tomu existuje přirozená hranice (cytoplazmatická membrána), která je polopropustná, tzn. že buňce umožňuje materiálový tok oběma směry a zároveň ji odděluje od vnějšího prostředí. Tok hmoty pro nepolární látky je však možný jen tehdy, existuje-li dočasné řešení umožňující dočasné rozpouštění a zpřístupnění katabolickým procesům. Jak tomu rozumět?

Nejdůležitější pojmy

Povrchově aktivní látka (PAL) – amfifilní látka snižující povrchové napětí
Povrchové napětí – míra ochoty kapaliny minimalizovat svůj povrch
Surfaktant – synonymum pro PAL převzaté z angličtiny
Detergent – chemická látka určená k čištění
Tenzid – synonymum pro PAL pocházející z němčiny
Saponát – synteticky vyrobená PAL
Emulze – směs dvou vzájemně nemísitelných kapalin stabilizovaná pomocí PAL
Micela – supramolekulární uspořádání molekul PAL ve dvoufázovém systému
Kritická micelární koncentrace – nejnižší koncentrace PAL, při níž nastane tvorba micel v systému

Biologické surfaktanty

Skutečnost, že řada mikroorganismů se živí tuky nebo ropnými látkami, dnes již překvapí jen málokoho. Avšak ropa nebo tuk ve vodě jsou typickou ukázkou vzniku fázových rozhraní. Jak tedy mikroorganismus obdařený těmito schopnostmi může z nepolárních látek metabolicky profitovat? Je to díky jeho schopnosti vyrábět si vlastní povrchově aktivní látky, které se často označují jako biologické surfaktanty.

Jedná se o nesmírně rozmanité chemické struktury – jak na místě polární, tak nepolární části. Kombinují se v nich různé druhy sacharidů a proteinů, společně s různými formami nepolárních řetězců. V mikrobiologické oblasti jsou nejlépe poznány tzv. rhamnolipidy, které produkují ve velkém třeba bakterie z rodu *Pseudomonas*, bakterie, které velmi často pracují jako velmi výkonný biologický činitel v biodegradaci ropných látek. V USA a postupně i jinde ve vyspělém světě začaly být rhamnolipidy biotechnologicky produkovány a své uplatnění vedle čištění našly i v inovativních konceptech sanačního promývání.

Bakterie však rozhodně nejsou jediné, které jsou těchto výkonů a produkce schopné. Úplně jiné biologické surfaktanty produkují kvasinky, zejména ty, které se označují jako lipofilní a vyhledávají tuky a jim podobné látky jako svůj substrát. Právě surfaktanty kvasinkového původu se jeví jako nesmírně pozoruhodná alternativa v produkci povrchově aktivních látek pro nejrůznější aplikace – mimo jiné i v kosmetice, potravinářství apod. Klíčovou oblastí uplatnění však zůstávají aplikace spojené s eliminací ropných látek z prostředí, ať již formou dotěžby ložisek, tak především v rámci nápravy ekologických škod.

Biologické surfaktanty se po určité době v prostředí samy odbourávají v důsledku jiných rozkladných procesů zprostředkovaných biologickými činiteli. To je vynikající předpoklad pro jejich aplikace za vědomí, že v celé řadě případů

vykazují vlastnosti srovnatelné s vlastnostmi synteticky vyráběných povrchově aktivních látek. Uvedenými vlastnostmi je především shoda v parametru kritické micelární koncentrace, která do značné míry ovlivňuje efektivitu aplikace.

Pro použití v sanačním inženýrství však mnohem silnější přínos představuje téměř nulová toxicita vůči biotě. Díky této skutečnosti odpadá oprávněná obava pramenící ze sekundární kontaminace prostředí, tedy té, která vznikne v důsledku provedení zákroku na kontaminované lokalitě.


Společnost EPS, s. r. o. ve spolupráci s Ústavem chemie ochrany životního prostředí při FTOP VŠCHT v Praze již dva roky řeší výzkumný úkol reprezentovaný projektem TA01020482 Vývoj biologického surfaktantu pro sanační promývání kontaminovaných matric životního prostředí, jehož smyslem je doplnění chybějícího stavu poznání a především vyvinutí technické formy preparátu na bázi kvasinkových povrchově aktivních látek. Očekávání vkládaná do těchto aktivit by měla být korunována získáním produktu s velkou konkurenční výhodou.

Poděkování

Tyto výsledky byly realizovány za finanční podpory prostředků státního rozpočtu České republiky v rámci projektu č. TA01020482 programu ALFA Technologické agentury České republiky.

Jiří Mikeš, Kristina Turnvaldová,
 Juraj Grigel
 EPS, s. r. o.
 kristina.turnvaldova@epsro.cz,
 jiri.mikes@epsro.cz

Specializovaná Inovační společnost



EKOLOGIE, PRŮZKUM, SANACE





Služby • výzkum a vývoj bioremediačních technologií

- kombinované a inovační technologie
- sanace kontaminovaných lokalit
- likvidace a úprava odpadů
- průzkumy, analýzy rizika, posudky, ekologická újma
- konzultační a vzdělávací aktivity
- zakázkový praktický výzkum a vývoj

Provoz • biotechnologických a výzkumných laboratoří

- dekontaminačních ploch
- bioplynové stanice
- recyklačního střediska
- kompostárny

Pobočky Litvínov, Horoměřice, Praha, Brno, Ostrava, Lipník n. Bečvou, Skalica (SK)

EPS, s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice
 +420 572 503 019
 eps@epsro.cz

www.epssro.cz