

VÝZNAM ADITIV PRO BIOREMEDIACI THE ROLE OF SURFACTANTS DURING BIOREMEDIATION

Miroslav Minařík¹, Markéta Sotolářová¹, Želmíra Greifová¹

1) EPS, s.r.o., Hutník 1403, CZ-69801 Veselí nad Moravou, e-mail: eps@epsro.cz

Abstract: Bioremediation processes are inhibited by various factors. The availability of the pollutant to microorganisms is one of the most important. So the surfactants are used to increase the mobility of the pollutant.

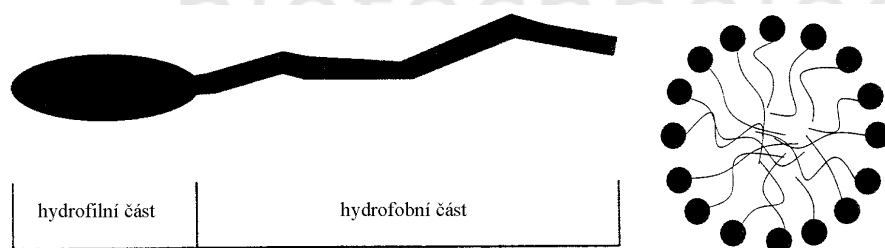
Key words: surfactant, bioremediation

Klíčová slova: surfaktant, bioremediace

Při projektování sanačních prací by měl být kladen důraz na sekvenční aplikaci všech využívaných technologií. Díky sekvenčnosti prací dochází k jejich maximální efektivitě. Při odstraňování volné fáze ropných látek z horninového prostředí sanačním čerpáním je vhodné doplnit tuto technologii promýváním horninového prostředí surfaktanty a to zejména v období, kdy byla odstraněna masivní kontaminace volnou fází RU a zbytkové znečištění je sorbováno na matici zeminy. Surfaktanty jsou látky schopné uvolnit znečištění a vymýt ho z horninového prostředí. Technologie promývání pomocí surfaktantů se využívá i tam, kde je biodegradací proces limitován nedostupností kontaminátu mikroorganismům schopným degradovat tyto kontaminanty. Technologie promývání se surfaktanty (zvýšení mobility resp. rozpustnosti hydrofobních organických látek) využívá přísadku vybrané povrchově aktivní látky (surfaktantu). Přídavek této látky ovlivňuje fyzikálně-chemické vlastnosti horninového prostředí - zvyšuje rozpustnost a mobilitu kontaminantů.

Zvýšení rozpustnosti málo rozpustných (hydrofobních) organických látek ve vodě je způsoben přísadkem surfaktantu. Typická molekula surfaktantu je dipólová, je složena z hydrofilní a hydrofobní části. Surfaktanty vytváří orientovaný povrchově aktivní film mezi fázemi. Hydrofobní část je orientována k nepolární látce, hydrofilní část je orientována do vodného prostředí. Tím se vytváří adsorpční polymolekulární vrstva, jejíž prostorové uspořádání se nazývá micela. Se vznikem micel souvisí rozpouštění hydrofobních organických látek. Koncentrace surfaktantu, kdy dochází ke vzniku micel se nazývá kritická micelární koncentrace.

Zvýšení mobility málo rozpustných (hydrofobních) organických látek je způsobeno vyšší desorpcí (uvolňováním) kontaminantu, který byl pevně vázán na půdní matrix. Dále je způsobeno vyšší propustností horninového prostředí pro hydrofobní kontaminant.



obr. č. 1: Schéma molekuly surfaktantu a micely

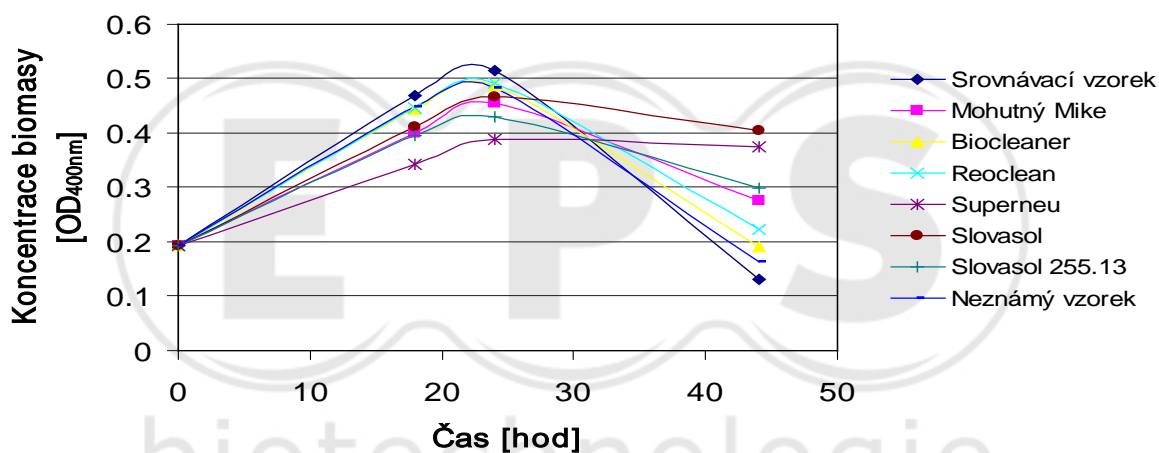
Surfaktanty snižují napětí na fázovém rozhraní a podílejí se tak na zvýšení koncentrace hydrofobních látek ve vodném prostředí, stejně jako na jejich uvolňování z vazby na povrchu partikulárních částic (např. zeminy ap.). Jejich aplikace však znamená další zatížení obvykle již značně narušeného prostředí. Je tedy důležité dávku surfaktantu minimalizovat na úroveň nezbytnou pro dosažení požadovaného účinku. Na základě výsledků experimentální práce autorů z předchozího období lze konstatovat, že dostatečná koncentrace surfaktantu je taková, která se rovná, nebo mírně překračuje hodnotu kritická micelární koncentrace (CMC) tj. při této koncentraci vytváří příslušná povrchově aktivní látka agregáty – micely, do kterých se mohou zachytit hydrofobní látky a zvýšit tak svůj podíl ve vodné fázi).

Tab.1 Kritické micelární koncentrace testovaných surfaktantů.

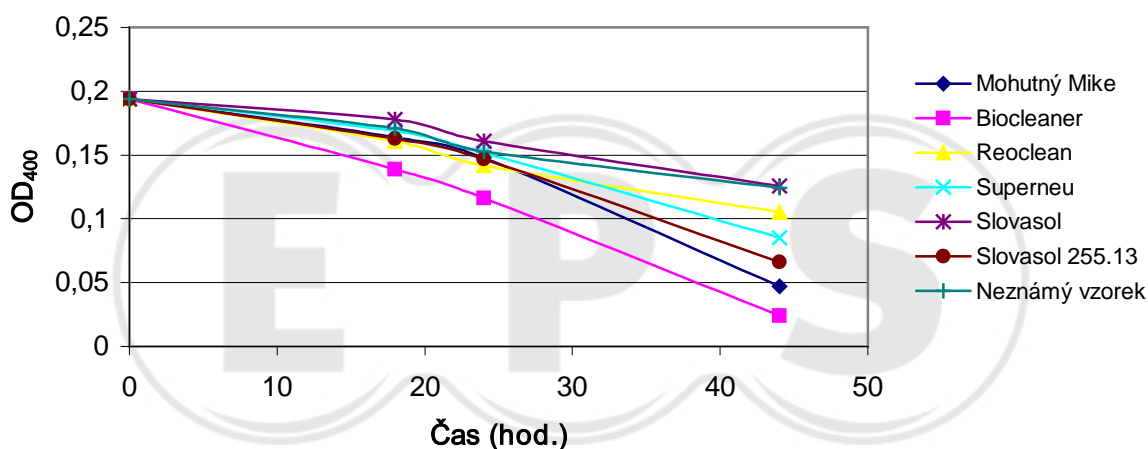
Surfaktant	Mohutný Mike	Biocleaner	Reoclean	SuperNeu R	Slovasol	Slovasol 255.13	Neznámý vzorek
CMC [g l ⁻¹]	0,034	0,034	0,025	0,035	0,021	0,021	0,025

V tabulce č. 1 jsou uvedeny hodnoty CMC testovaných surfaktantů. Na základě těchto údajů byla pro další experimenty zvolena koncentrace surfaktantů 40 mg l⁻¹, která splňuje požadavek mírného překročení hodnoty CMC u všech testovaných preparátů.

Surfaktanty na jedné straně zvyšují dostupnost polutantů pro mikroorganismy, na druhé straně sami svými povrchovými vlastnostmi mohou negativně ovlivňovat přítomné mikrobiální populace. Skutečný účinek testovaných surfaktantů na smíšenou mikrobiální populaci byl ověřen za různých modelových situací. V prvním případě byly surfaktanty přidány do media, které je pro danou smíšenou populaci optimálně vyváжено pro růst biomasy (směs C-zdrojů – glukosa + motorový olej) (Obr. 2). Alternativně pak byla sledována potenciální možnost smíšené populace využívat surfaktanty jako zdroj uhlíku a energie (Obr. 3). Z výsledků je patrné, že žádný z aplikovaných surfaktantů nevytvořil v prostředí podmínky, které by vedly ke zvýšení růstu biomasy ve srovnání s kontrolním experimentem (bez aplikace surfaktantu). Přesto byly nalezeny mezi jednotlivými preparáty značné rozdíly. Relativně mírný negativní vliv na růst měly preparáty Reoclean, Biocleaner, neznámý vzorek a Slovasol v pořadí jak jsou uvedeny.



Obr. 2: Vliv přítomnosti surfaktantů v mediu na růst smíšené populace na pozadí glukosy a oleje jako zdrojů uhlíku a energie.



Obr. 3: Vliv přítomnosti surfaktantů na koncentraci směsné populace v průběhu kultivace v minerálním mediu bez C-zdroje

Z hodnocení obr. č. 3 plyne, že žádný z testovaných surfaktantů není za daných kultivačních podmínek využíván smíšenou mikrobiální populací jako jediný zdroj uhlíku a energie. Negativní účinky na buněčnou populaci za těchto nerůstových podmínek se projevují u jednotlivých preparátů různou měrou. Z tohoto pohledu lze mezi surfaktanty nejšetnější k smíšené bakteriální populaci zařadit zejména neznámý vzorek, Reoclean a Slovasol, opět v pořadí jak jsou uvedeny.

Dále byly surfaktanty testovány na množství uvolněných organických látek z matrice zemin. Bylo zjištěno, že Reoclean uvolnil ze vzorku zeminy s pevně vázanou organickou fází největší podíl ropných uhlovodíků.

Na závěr konstatujeme, že již při projektování sanačních prací je nutné uvažovat o sekvenčnosti prací více technologií včetně intenzifikace bioremediace aplikací surfaktantu v minimální účinné koncentraci, aby byl splněn cíl a došlo k eliminaci negativního dopadu na životní prostředí (autochtonní mikroorganismy degradující ropné znečištění).

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 biodostupnosti opět snižovat.

