

VYUŽITÍ KOMPOSTU A NETRADIČNÍCH PLODIN PŘI DEKONTAMINACI PŮDY ZNEČIŠTĚNÉ MOTOROVOU NAFTOU

Jan Hrubý, Barbora Badalíková, Jaroslava Bartlová

Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko

1 ÚVOD

Prezentované výsledky výzkumu týkající se zejména dekontaminace půdy znečištěné ropnými látkami s využitím kompostů a následně pěstovaných netradičních plodin cíleně navazují na řešení mezinárodního projektu EUREKA E!2190 Revital pod názvem „Ecological Recycling of organic Wastes with Respect to remediation of petroleum polluted soils and areas“. V letech 2004 - 2010 pokračuje řešení této problematiky v rámci výzkumného záměru Zemědělského výzkumu, spol. s r.o. v Troubsku.

2 PŘEHLED LITERATURY

Mikrobiální degradace ropných uhlovodíků v půdě je účinnou a ekonomicky výhodnou biologickou metodou, která nemá nepříznivý vliv na životní prostředí. Bioremediační technologie lze s úspěchem využívat při řešení těch ekologických zátěží, kde kontaminované prostředí není toxické pro základní článek procesu a o volbě vhodných technologických postupů je zodpovědné tehdy, pokud je ověřena testy toxicita a biodegradovatelnost kontaminantů [1]. Macek et.al. [2] označuje fytoremediace jako proces využití zelených rostlin pro degradaci, zadržení nebo akumulaci různých nebezpečných kontaminantů životního prostředí. Rostliny mohou z prostředí odstraňovat organické, alifatické i aromatické látky i těžké kovy. Organické látky mohou být degradovány nebo transformovány enzymovými systémy. Interakce rostlin s rhizosférymi mikroorganismy spočívá v podpoře těchto organismů rostlinnými exudáty kořenů, když látky obsažené v exudátech mohou sloužit nejen jako zdroj živin, ale některé látky mohou přímo indukovat degradační enzymy mikroorganismů.

Problematika dekontaminace půdy znečištěné ropnými látkami je rovněž studována na řadě zahraničních pracovišť [3] , [4] . Zajímavá je informace o možnosti využití geneticky modifikovaných mikroorganismů kmene *Pseudomonas* sp. pro remediaci životního prostředí, především pro biodegradaci organických polutantů. Tyto patentované genově modifikované bakterie jsou např. schopné rozkládat ropné látky na uhlovodíky metabolizovatelné mořským planktonem [5] . Medved' [6] řešil problematiku biodegradace ropných produktů v kontaminovaných půdách kompostováním. V dvouletém pokusu realizoval pokus v šesti plastových kompostérech s obsahem silně kontaminované půdy a 50 kg čerstvého nevyzrálého chlévského hnoje. Půda byla kontaminovaná směsí motorové nafty a motorového oleje v hmotnostním poměru 1:2. Zjistil, že za 120 dní je tak možné degradovat ropné látky v půdě při silné kontaminaci ropnými produkty až s 79 – 86 % účinností.

3 MATERIÁL A METODY

V rámci řešení výzkumného projektu byly založeny a vedeny nádobové i maloparcelové pokusy, kde byly především hodnoceny:

- obsah NEL (nepolarizovaných extrahovatelných látek) v půdě (kontroly)
- v mg.kg^{-1} sušiny
- celkový obsah NEL v půdě kontaminované NM - v mg.kg^{-1} sušiny.

Výsledky průběhu dekontaminace půdy znečištěné motorovou naftou v nádobových pokusech již byly publikovány [7]

V průběhu řešení maloparcelového pokusu založeného na nezemědělské půdě na stanovišti v Troubsku byly v letech 2006 až 2008 testovány níže uvedené pokusné plodiny: světlice barvířská (*Carthamus tinctorius L.*), sléz krmný (*Malva verticillata L.*), svatojanské žito (*Secale cereale, var. multicaule METZ .ex ALEF.*) a pískavice řecké seno (*Trigonella foenum – graecum*), a to na pokusných variantách s diferencovanou úrovní kontaminace půdy motorovou naftou (dále jen MN):

- kontrola, bez aplikace NM, pouze výsev testovaných plodin
- půda (bez aplikace NM) + kompost + výsev testovaných plodin
- půda + kompost + NM (v přepočtu 0,5 l na m^2 ,
- půda + kompost + NM (v přepočtu 1,0 l na m^2 ,
- půda + kompost + NM (v přepočtu 1,5 l na m^2

Půdní charakteristika pokusného stanoviště (průměrné hodnoty) v Troubsku: pH/KCl-7,2, humus -2,81 %, P – 86 mg/kg, K – 237 mg/kg, Mg – 238 mg/kg.

Ze všech pokusných variant byly odebírány půdní vzorky a stanoven m.j. obsah nepolárních extrahovatelných látek (NEL) v půdě.

Připravený extrakt byl měřen IR-spektrometrem při uzančně zvolených vlnočtech, kalibrace metody byla prováděna pomocí externího standardu. Měření bylo prováděno podle ČSN 75 7505 a TNV 75 8052. Analýzy na obsah NEL v půdě provedla laboratoř GEO-test Brno, a.s.

U kontrolních variant byl při založení pokusů analyzován obsah nepolárních extrahovatelných látek (NEL), a to jako pozadová hodnota pro zhodnocení dynamiky průběhu dekontaminace půdy znečištěné motorovou naftou.

Výsledky analýz obsahu NEL v půdě byly statisticky vyhodnoceny.

4 VÝSLEDKY A DISKUSE

Maloparcelový pokus byl založen na podzim roku 2005, kdy byly analyticky stanoveny výchozí hodnoty NEL v půdě u jednotlivých pokusných variant. Se stoupající výchozí kontaminací půdy motorovou naftou (viz metodika pokusu) zjištěný obsah NEL v půdě se na podzim roku 2005 výrazně zvyšoval se

stoupajícími aplikovanými dávkami motorové nafty do půdy, když u var. 3 činil 550 mg/kg.suš., u var.4 byl 3 400 mg/kg.suš., nejvyšší hodnoty obsahu NEL v půdě byly zaznamenány u var. 5 – 11700 mg/kg.suš. Testované plodiny byly každoročně zasety maloparcelovým secím strojem.

Již v prvním pokusném roce 2006 byl zaznamenán výrazný pokles obsahu NEL v půdě po sklizni všech testovaných plodin (viz tab.1). Konkrétním podmínkám probíhajícího procesu dekontaminace půdy se nejlépe v tomto roce přizpůsobila pískavice řecké seno, po které byl zaznamenán nejvyšší pokles obsahu NEL v půdě (např. u var. 5 činil pokles obsahu NEL u této plodiny v rámci jednoho vegetačního období - 93,7 %). Nejnižší snížení obsahu NEL v půdě bylo naopak zaznamenáno u těžé varianty po pěstované světlici barvířské, a to o 76,8 %).

Následném pokusném roce 2007 hodnoty NEL již poklesly vesměs na úroveň hodnot kontrolních variant, tj. variant bez aplikace kompostu a motorové nafty, přitom obsah NEL v půdě se u jednotlivých variant pohyboval max. do 84 mg/kg suš. (viz tab.1). Výsledky analýz NEL v půdě po ukončeném pokusu v roce 2008 nejsou dosud k dispozici.

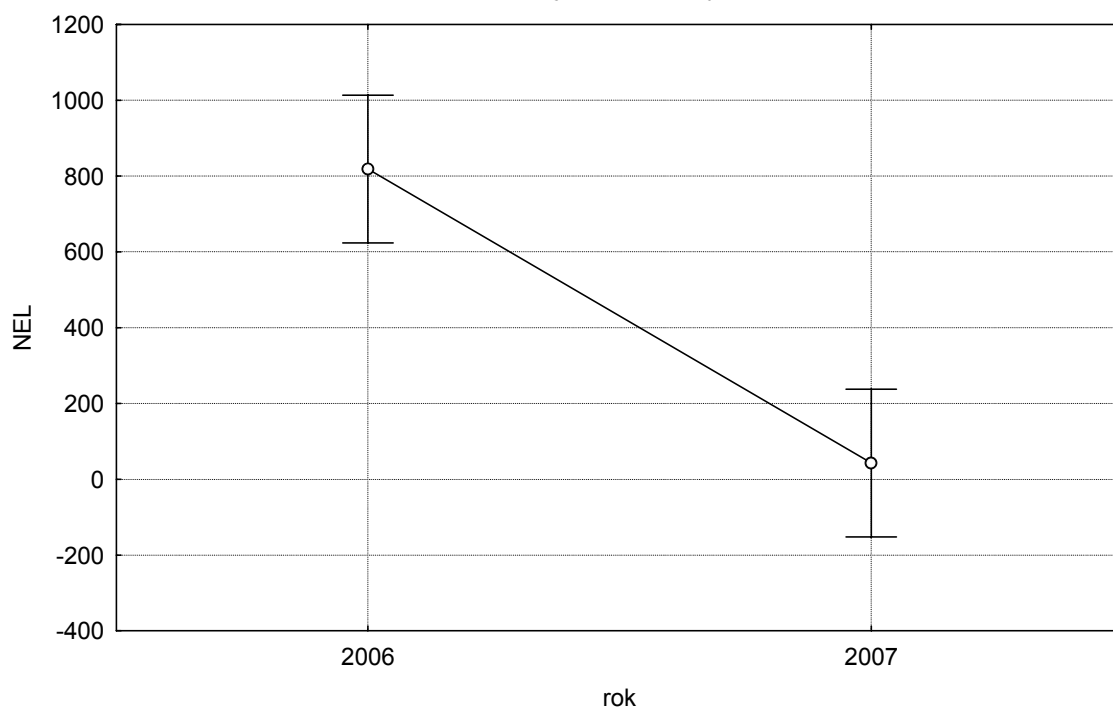
**Tab. 1: Dekontaminace půdy znečištěné motorovou naftou (Troubsko)
(Průměrná hodnota NEL v mg/kg)**

plodina	varianta	výchozí stav	po dekontaminaci	po dekontaminaci
		jaro 2006	podzim 2006	podzim 2007
sléz krmný	1	20	20	20
	2	23	80	52
	3	550	257	43
	4	3400	460	44
	5	11700	1457	42
světlice barvířská	1	20	20	22
	2	23	32	51
	3	550	187	41
	4	3400	583	35
	5	11700	2720	39
svatojanské žito	1	20	56	20
	2	23	48	20
	3	550	227	31
	4	3400	993	66
	5	11700	1123	29
pískavice řecké seno	1	20	20	20
	2	23	55	84
	3	550	207	32
	4	3400	433	32
	5	11700	738	70

Statisticky vyhodnocené rozdíly v obsahu NEL v půdě mezi pokusnými roky 2006 a 2007 jsou uvedeny v grafu 1.

Průběh poklesu NEL v půdě podle jednotlivých testovaných plodin je uveden v grafech 2 – 5. Mezi jednotlivými plodinami nebyl v roce 2006 ani v roce 2007 zjištěn statisticky průkazný rozdíl v obsahu NEL v půdě. V roce 2007 je však patrné snížení rozdílů mezi jednotlivými plodinami v obsahu NEL v půdě.

rok; Průměry MNČ
 Současný efekt: $F(1, 70)=31,507$, $p=,00000$
 Dekompozice efektivní hypotézy
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Graf 1: Statistické vyhodnocení průměrného poklesu NEL v půdě mezi sklizňovými roky 2006 a 2007

5 ZÁVĚR

V modelových maloparcelových pokusech byl ověřen předpoklad, že při biologické dekontaminaci znečištěné půdy ropnými látkami „in situ“ je tento proces pozitivně ovlivňován působením zapravené organické hmoty s vysokou mikrobiální činností (kompostu) do půdy i rhizosférou následně vysetých plodin.

LITERATURA

- [1] SIGLOVÁ, M., ČEJKOVÁ, A., MASÁK, J., MACHÁČKOVÁ, J., FEIFIČOVÁ, D., JIRKŮ, V.: Bioremediační technologie jako nástroj pro dekontaminaci znečištěných území. *Biotechnology 2006*, Sci.Ped.Publ., Č.Budějovice, s.1040-1042.
- [2] MACEK, T., REZEK, J., VRCHOTOVÁ, B., BERANOVÁ, K., UHLÍK, O., NAJMANOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, M., CHRASTILOVÁ, Z., KOTRBA, P., DEMNEROVÁ, K., MACKOVÁ, M.: Fytoremediace. In: *Nové trendy ve fytoremediačních technologiích*, LCaŘ (příloha), 123, 2007, č.9/10, s. 312-314. ISSN 1210-3306.
- [3] WELANDER, U.: Microbial degradation of organic pollutants in soil in cold climate. *Soil and sediment contamination*, 2005, 14 č.3, s. 281-291.

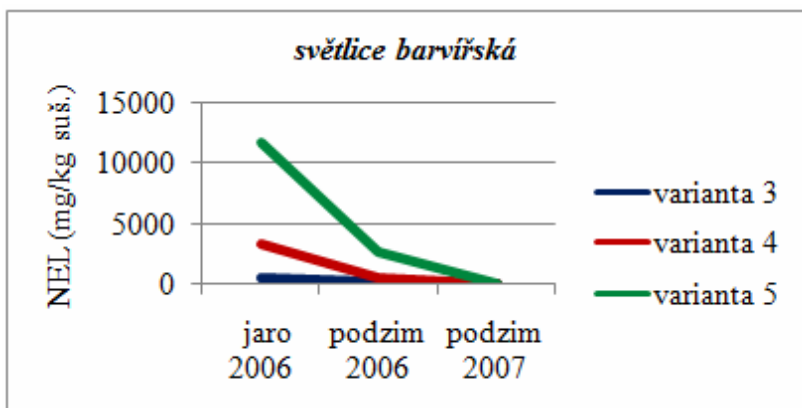
[4] BANKS, M. K., SCHULTZ, K. E.: Comparison of plants for germination toxicity tests in petroleum-contaminated soils. Water Air and Soil Pollution, 2005, Vol.167, 1-4, s.211-219.

[5] PAVLÍKOVÁ, D., MACEK, T., MACKOVÁ, M., BALÍK, J.: Využití geneticky modifikovaných organismů pro remediaci půd, http://www.waste.php?clanek=0205/modifikovane_organismy,4.2.2005.

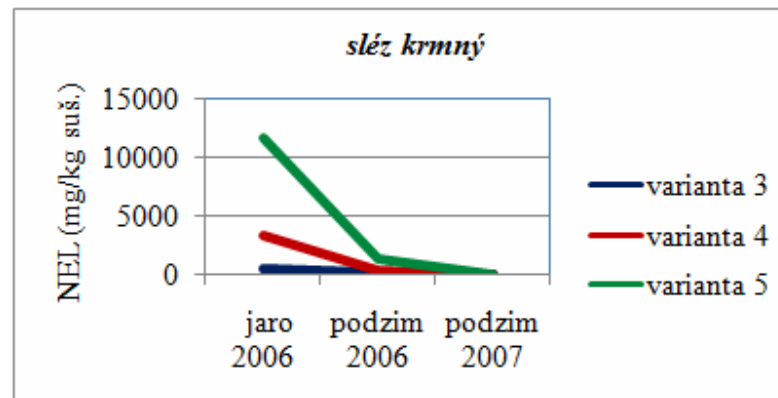
[6] MEDVEĎ, M.: Biodegradácia ropných výrobkov v silne kontaminovaných pôdach kompostovaním. Biom.cz, 28.8.2007, <http://biom.cz/indexshtml?x=2037500>

[7] HRUBÝ, J., HARTMAN, I., BADALÍKOVÁ, B.: Fytoremediační postupy s využitím netradičních plodin u půdy kontaminované motorovou naftou. LCaŘ, (příloha),123, 2007, č. 9/10, s.330 -331. ISSN 1210-3306

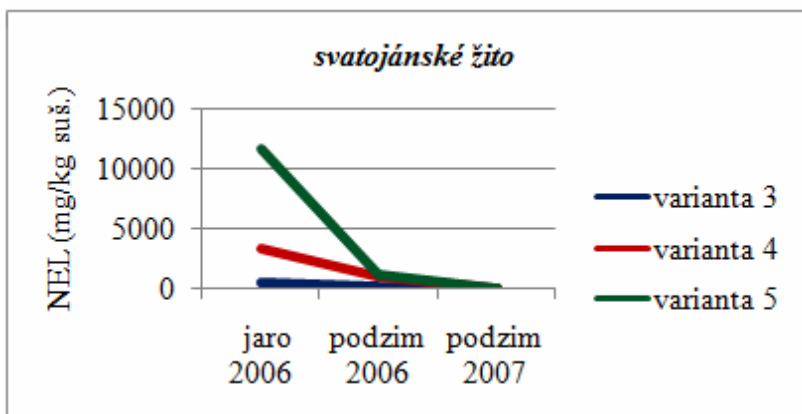
Prezentované výsledky jsou součástí řešení projektu Výzkumného záměru financovaného MŠMT pod identifikačním kódem VZ MSM2629608001.



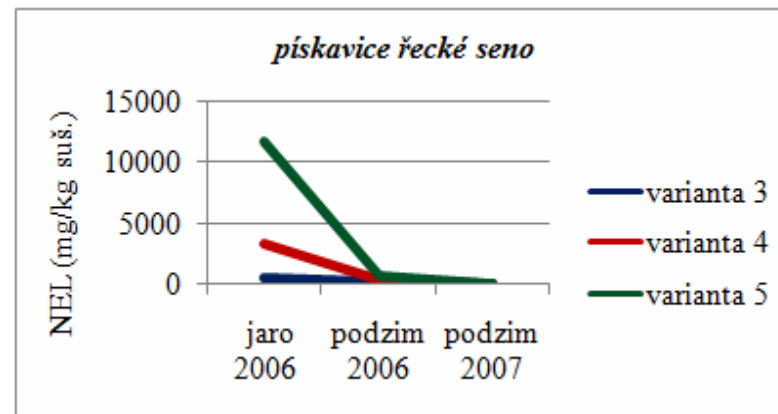
Graf 2



Graf 3



Graf 4



Graf 5

Grafy čís. 2 – 5: Průběh dekontaminace půdy znečištěné motorovou naftou dle testovaných plodin