



POCHOVANÉ POPOLOVÉ SEDIMENTY CHARAKTERU ENVIRONMENTÁLNEJ ZÁŤAŽE (ZEMIANSKÉ KOSTOĽANY)

Katarína Peťková¹, Ľubomír Jurkovič¹, Hana Vojtková², Matej Remenár³, Peter Ferianc³, Alexandra Šimonovičová¹, Slavomír Čerňanský¹, Marianna Molnárová¹, Peter Šottník¹, Zuzana Májeková¹

¹Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, katkapetkova@gmail.com

²Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava

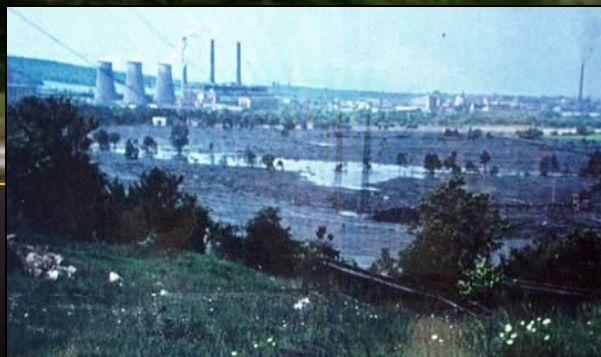
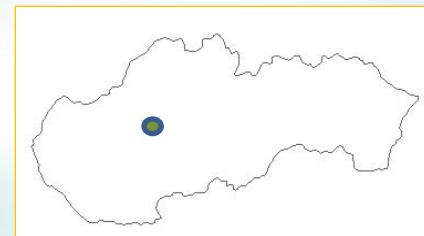
³Slovenská akadémia vied, Ústav molekulárnej biológie SAV, Dúbravská cesta 21, 845 51 Bratislava

1. Charakteristika pilotného územia – Zemianske Kostolany



História...

- 1965 – havária Pôvodného odkaliska – deponované elektrárenské popoly
- uvoľnenie cca **2,5 mil. m³** odkaliskového materiálu s **vysokým obsahom arzénu** do okolitého prostredia
- rozsah kontaminácie – **19000 ha poľnohosp. pôdy** pozdĺž rieky Nitra



1. Charakteristika pilotného územia – Zemianske Kostolany

Súčasnost...

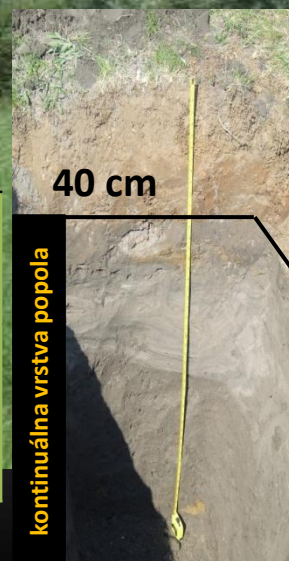
- sedimenty predstavujú heterogénnu zmes pôdy a popola s vysokými obsahmi arzénu
 - väčšina územia je dodnes naďalej využívaná na poľnohospodárske účely



Asvoda = 290 ug.l⁻¹, pH = 8,11

NV SR 296/2005 = 30 ug.l⁻¹

PÔDNY PROFIL



Aspôda = viac ako 1500 mg.kg⁻¹, pH = 7,4

Zákon 220/2004 Z.z. = 25 mg.kg⁻¹



Lokalita	As _{Tot} v pôde (mg.kg ⁻¹)	Druh	Steblá (stonky)		Plody	
			As (mg.kg ⁻¹)	TF	As (mg.kg ⁻¹)	TF
Čereňany	69,00	Jačmeň siaty	2,51	0,036	0,56	0,008
	35,00	Repka olejná	0,34	0,01	0,12	0,003
Kršteňany	30,00	Jačmeň siaty	0,39	0,013	0,48	0,016
	89,00	Jačmeň siaty	2,48	0,028	0,59	0,007

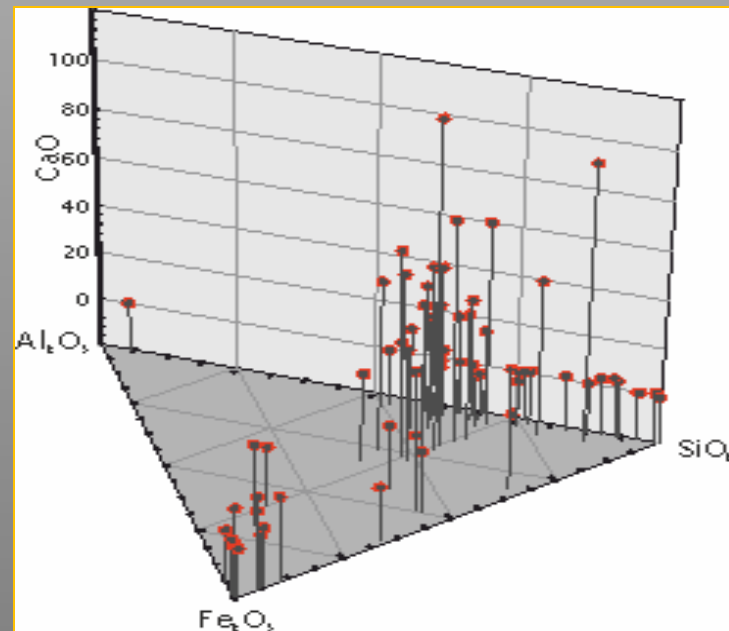
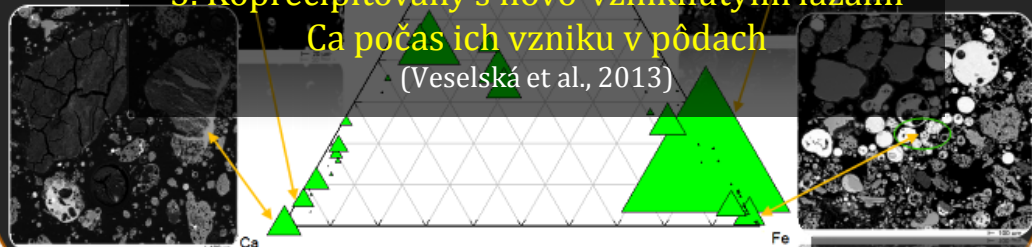
Potravinový kódex SR, 2004 = 0,2 mg.kg⁻¹

Výskyt a väzba arzénu v pochovaných popoloch

Triangular plot of As-containing constituents from depth 60 cm

Výskyt As:

1. Súčasť pôvodných skiel popola
 2. Adsorbovaný na povrchoch novo-vzniknutých oxidov Fe
 3. Koprecipitovaný s novo-vzniknutými fázami Ca počas ich vzniku v pôdach
- (Veselská et al., 2013)



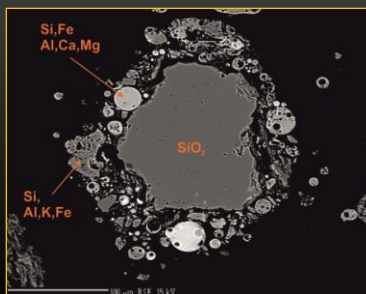
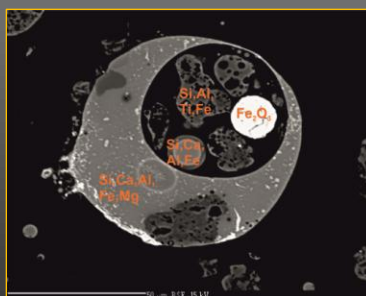
Pomerné zastúpenie Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 a CaO v meraných Fe oxidoch a aluminosilikátoch

Amorfne aluminosilikátové sklá

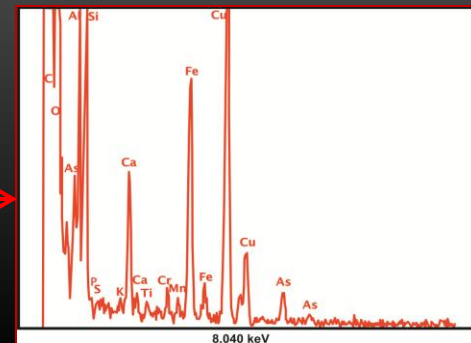
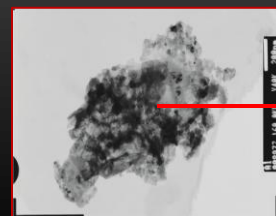


hlavná fáza nesúca As v zrnách
do 2,28 hm.%

- nespálené zvyšky uhlia
do 0,5 hm.% As

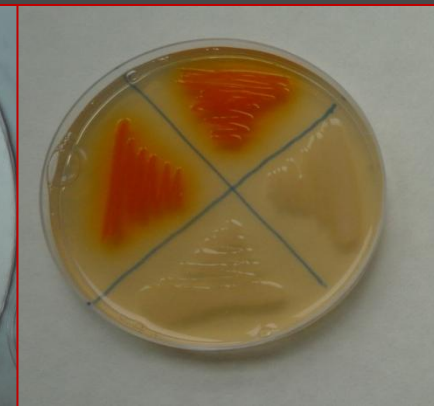
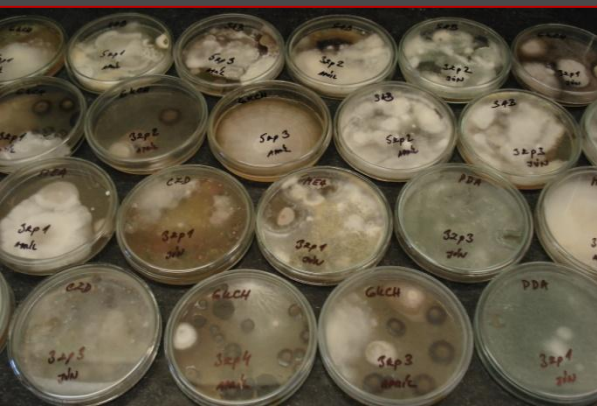


- dominantná väzba As na častice tvorené prvkami Al, Si, Ca a Fe
- v menšej miere na častice tvorené Fe a Ca

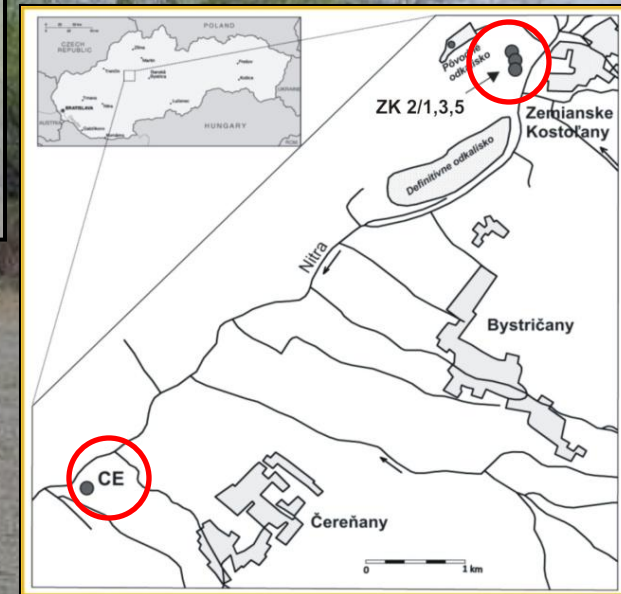


Ciele

- popísanie diverzity pôdných mikroorganizmov (baktérie a mikroskopické vláknité huby) v pôdach kontaminovaných elektrárenským popolom s vysokým obsahom As pre účely ich využitia v remediácii pôd
- zhodnotenie potenciálu biolúhovania As vybranými druhmi mikroorganizmov
 - porovnanie účinnosti biolúhovania As vláknitou hubou a baktériami
- zhodnotenie biostimulácie a bioaugmentácie pôdných substrátov bohatých na As



- 6 pôdno-popolových substrátov z predmetného územia, v ktorých sa celkový obsah As pohyboval v intervale od 93 do 634 mg.kg⁻¹.
- 4 pôdne substráty pochádzajú z hĺbky 0 - 15 cm a 1 vzorka z hĺbky 15 - 30 cm z aluviálnej terasy pod Pôvodným odkaliskom
 - vzorka CE pochádza z poľnohospodárskej pôdy v obci Čereňany z hĺbky 0 - 15 cm



Vzorka	Celkový obsah PTP (mg.kg ⁻¹)				
	Cu	Cd	As	Zn	Hg
ZK1	38,2	< 0,5	264	182	0,31
ZK2	16,5	< 0,5	93	75	0,29
ZK3	17,7	< 0,5	193	70	0,31
ZK4	19,3	< 0,5	230	63	0,4
ZK5	26,8	< 0,5	634	47	0,47
CE	18,7	< 0,5	377	45	1,67

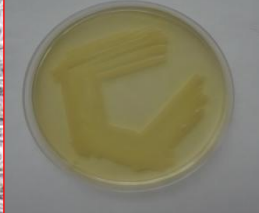


Limitná hodnota 25 ppm (Z.č. 220/2004 Z.z.)

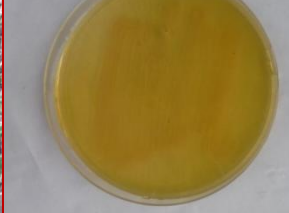


Biodiverzita pôdnych mikroorganizmov

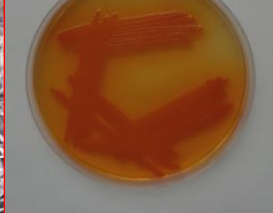
P. putida



P. baetica



P. chlororaphis



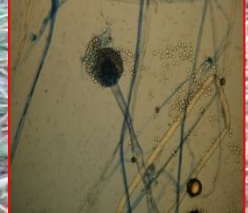
Penicillium sp.



Gladosporium sp.



Mucor sp.



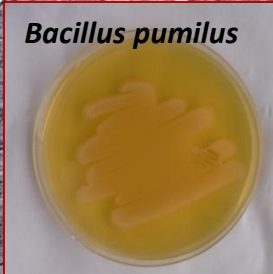
Chryseobacterium
sp.



Bacillus cereus



Bacillus pumilus



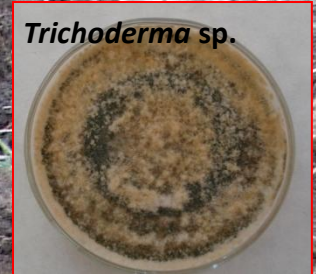
Alternaria sp.



Mycocladus sp.



Trichoderma sp.



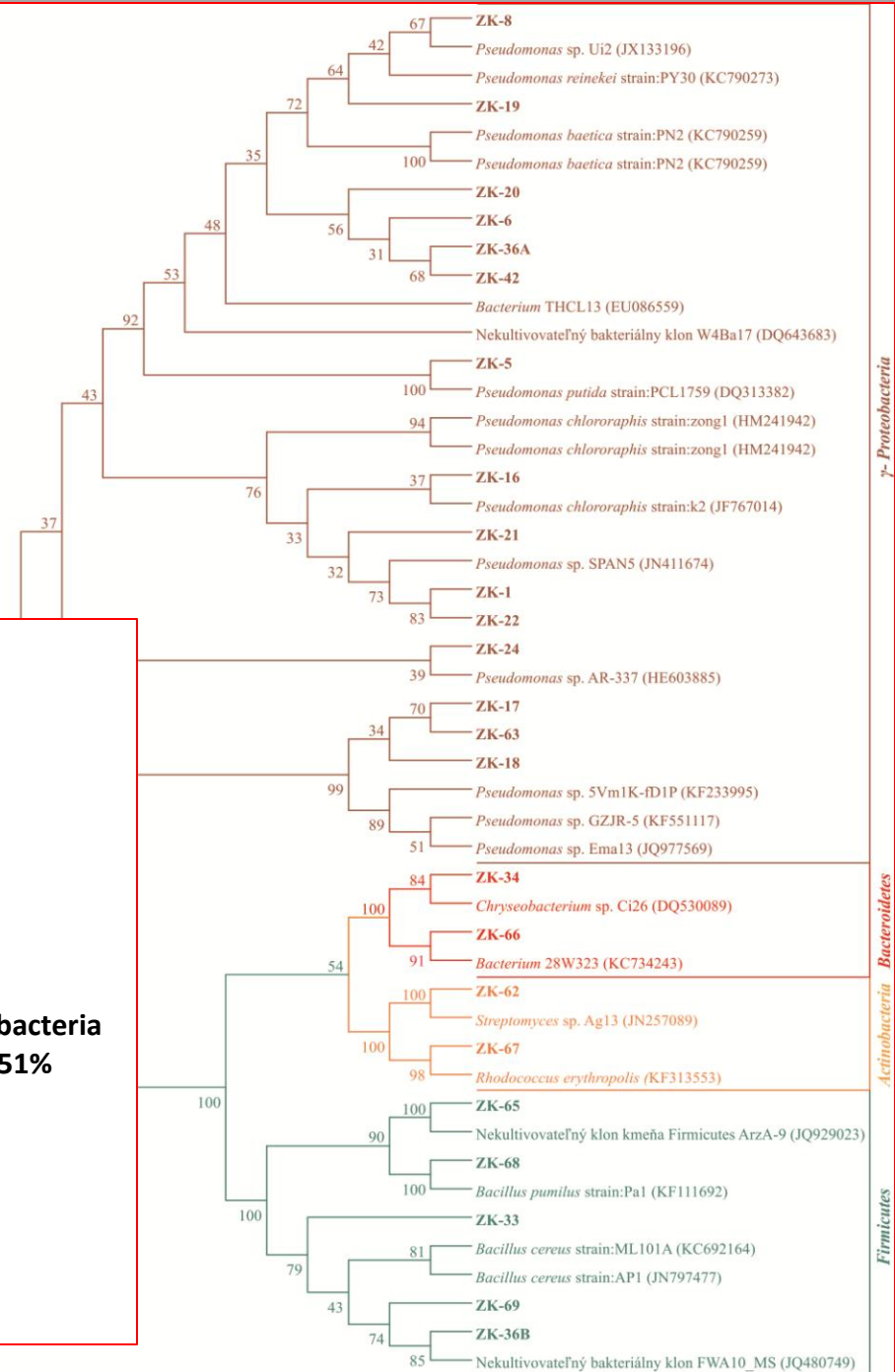
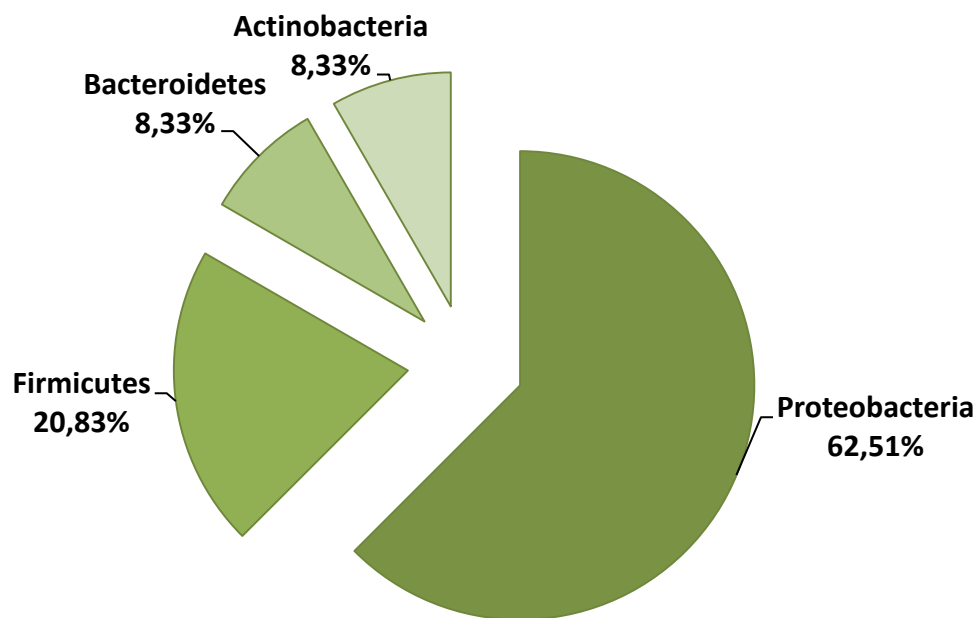
Baktérie

**Mikroskopické vláknité
huby**

Relatívna početnosť kmeňov na základe PCR analýzy

• identifikované druhy: *Pseudomonas* sp., *P. chlororaphis*, *P. putida*, *P. baetica*, *P. reinekei*, *B. cereus*, *B. pumilus*, *Chryseobacterium* sp., *Rhodococcus erythropolis* a *Streptomyces* sp.

• 3 izoláty boli identifikované ako ťažko kultivovateľné druhy patriace do kmeňa γ -Proteobacteria and Firmicutes.



Biolúhovacie experimenty s vybranými druhmi mikroorganizmov

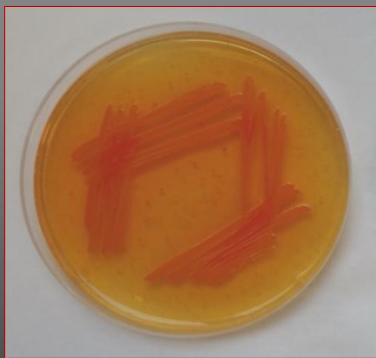
Biostimulácia

- 1 g pôdno-popolového substrátu + 100 ml tekutého média (TSM, B1, B8, SAB)

Biostimulácia + bioaugmentácia

- 1 g pôdno-popolového substrátu + 100 ml tekutého média (TSM, B1, B8, SAB) s inokulom vybraného druhu

autochtónne druhy



P. chlororaphis



P. putida



A. niger



Rhodococcus sp.

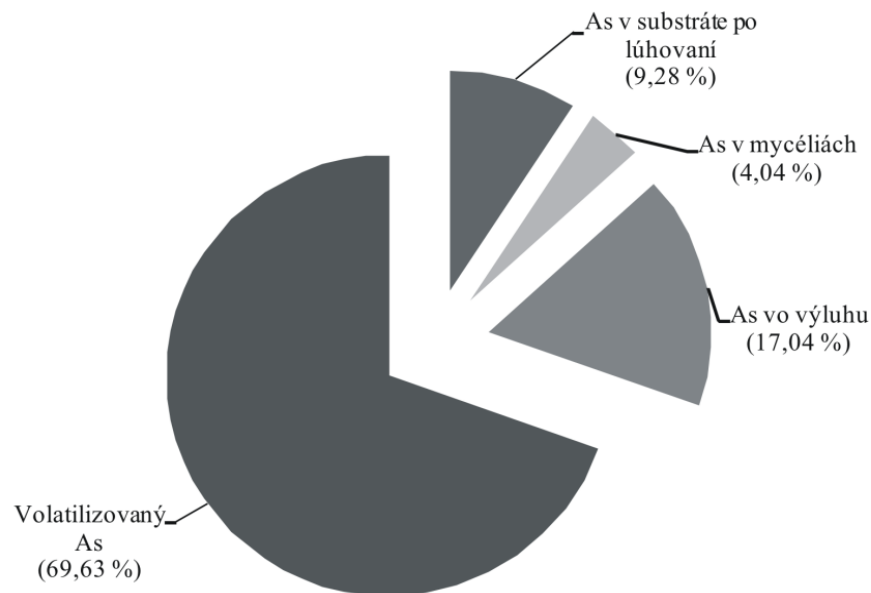
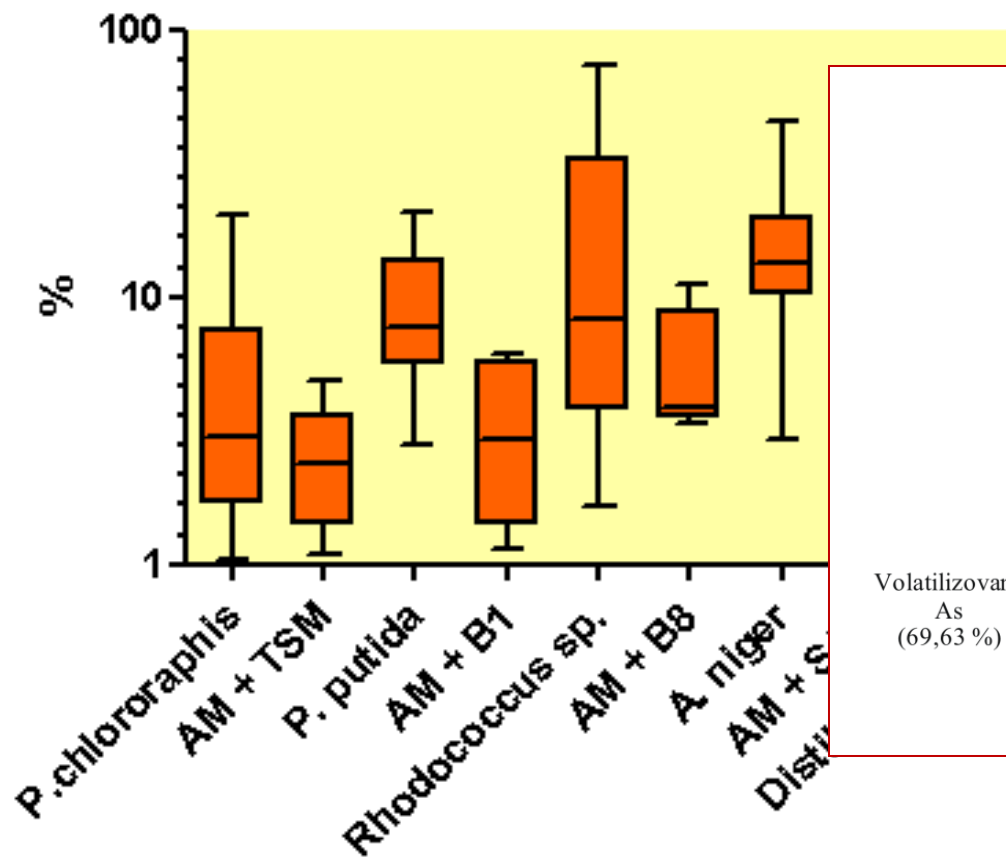
alochtónny druh



Účinnosť biolúhovania As vybranými druhmi mikroorganizmov (priemerné hodnoty)

Druhy	Extrahovateľnosť As (% z As _{Tot})	Živné médium
<i>P. chlororaphis</i> + AM	5,63	TSM
autochtónna mikrobiota	2,57	TSM
<i>P. putida</i> + AM	9,23	B1
autochtónna mikrobiota	3,35	B1
<i>Rhodococcus</i> sp. + AM	18,67	B8
autochtónna mikrobiota	5,64	B8
<i>A. niger</i> + AM	17,04	SAB
autochtónna mikrobiota	36,69	SAB
destilovaná voda	8,85	-

AM = autochtónna mikrobiota



Grafické vyjadrenie účinnosti lúhovania arzénu autochtónnou mikrobiotou (AM) s naočkovaným druhom mikroorganizmu (bioaugmentácia) a autochtónnou mikrobiotou s použitým živným médiom

Závery

- stimulácia pôvodného bakteriálneho spoločenstva živným médiom spolu s augmentáciou pôvodnými druhmi = relatívne nízka vylúhovateľnosť As
- pozoruhodný výsledok bol zistený v prípade alochtónneho druhu *Rhodococcus sp.* CCM 4446 → priemerný podiel uvoľneného As bol takmer 19 hm. %
- biostimulácia pre zvýšenie aktivity pôdnej mikrobioty bola najúčinnnejšia použitím biostimulácie SAB médiom → vylúhovateľnosť As bola v priemere 36,69 hm. %
- najviac As sa odstránilo prostredníctvom biovolatilizácie → v priemere 69,63 hm.% As

- odstraňovanie As z pôd kontaminovaných elektrárenským popolom prostredníctvom mikroorganizmov → potenciálna bioremediačná metóda...

...ďalší možný spôsob
odstránenia kontaminácie...☺

