

PHYTOEXTRACTION POTENTIAL OF WATER MINT

FYTOEXTRAKČNÍ POTENCIÁL MÁTY VODNÍ

Richtrová E., Tlustoš P., Száková J., Najmanová J.

Katedra agrochemie a výživy rostlin, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika.

E-mail: richtrova@af.czu.cz, tlostos@af.czu.cz, szakova@af.czu.cz, najmanova@af.czu.cz

ABSTRACT

Phytoremediation uses green plants to take up toxic elements from contaminated soils. In the pot experiment water mint - *Mentha aquatica* L. was tested for accumulation of arsenic during the period of four years. The plants were grown on five contaminated soils with different level and history of contamination by arsenic, cadmium, lead and zinc. Water mint was able to grow without phytotoxicity symptoms on these soils, but accumulated low amount of arsenic in the aboveground biomass.

Key words: arsenic, contaminated soil, phytoremediation, water mint (*Mentha aquatica* L.)

ABSTRAKT

Metody čištění kontaminovaných půd pomocí vyšších rostlin se označují souhrnným názvem fytoremediace. Ve čtyřletém nádobovém pokuse byla testována schopnost máty vodní - *Mentha aquatica* L. akumulovat ve své biomase arsen. Rostliny byly pěstovány na pěti znečištěných půdách s odlišnou úrovní a historií kontaminace (arsenem, kadmíem, olovem a zinkem). Máta vodní rostla na těchto půdách bez známek fytotoxicity, ale akumulovala nízké koncentrace arsenu ve své nadzemní biomase.

Klíčová slova: arsen, kontaminovaná zemina, fytoremediace, máta vodní (*Mentha aquatica* L.)

ÚVOD

V současné době, kdy se životní prostředí dostalo do popředí zájmu společnosti, vyvstává otázka, jak ozdravit půdy znečištěné vlivem průmyslové výroby, těžby a dopravy. Fytoremediace neboli čištění kontaminovaných půd pomocí vyšších rostlin je ekologicky šetrná a levná metoda, která napomáhá k odstranění polutantů z půdy (McGrath et al., 2001). Fytoextrakcí se rozumí postupné odčerpání kontaminantů rostlinami a jejich transport v podobě sloučenin do nadzemní biomasy. Za polutanty se v tomto případě považují rizikové prvky a organické nebo radioaktivní látky.

Specifickou skupinu rostlin hromadících vyšší obsahy rizikových prvků (dále RP) nazýváme hyperakumulátory. Ty obsahují v sušině pletiv více než 1000 mg.kg⁻¹ olova, 100 mg.kg⁻¹ kadmia a 10000 mg.kg⁻¹ zinku (Brooks, 1998). U arsenu nebylo toto množství doposud stanoveno. Hyperakumulační rostliny vykazují extrémně efektivní transport prvků z půdy do nadzemní části rostliny. Podle výsledků několika výzkumných prací můžeme konstatovat, že u různých druhů rostlin existují rozdílné mechanismy akumulace, a to dokonce i pro příjem téhož prvku (McGrath et al., 2001).

V nedávné době byly objeveny hyperakumulační rostliny arsenu. Kapradina *Pteris vittata* L. je schopná ve své nadzemní biomase akumulovat extrémní koncentrace arsenu (až do 23 000 mg.kg⁻¹) (Ma et al., 2001). Jako hyperakumulátory byly dále potvrzeny rostliny *Pityrogramma calomelanos* L. (Francesconi et al., 2002 a Visoottiviseth et al., 2002) a kapradiny z rodu *Pteris*, konkrétně *P. cretica*, *P. longifolia* and *P. umbrosa* (Zhao et al., 2002). Baroni et al. (2004) analyzoval různé druhy rostlin v oblasti bývalých dolů v Itálii, kde byla půda kontaminována arsenem (až 2035 mg kg⁻¹). U tohoto sledování byly nejvyšší obsahy arsenu nalezeny v kořenech a listech máty vodní (*Mentha aquatica* L.) (540 a 216 mg.kg⁻¹). Dle Zurayka et al. (2001, 2002) je máta druhem, který může být použit jako bioindikátor znečištění těžkými kovy ve vodním prostředí. Především v případě niklu rostlina toleruje zvýšené hladiny tohoto kovu, akumuluje jej ve svých kořenech a v nadzemní biomase. Jde o rostlinu rychle rostoucí a produkující velké množství biomasy. Velice dobrá osvojovací schopnost pro arsen byla zjištěna i u kulturních plodin (např. špenát *Spinacia oleracea* L.) (Tlustoš et al., 1998).

Cílem této práce bylo zjistit fytoextrakční potenciál máty vodní – *Mentha aquatica* L. pro arsen v tříletém nádobovém experimentu, v němž byly rostliny pěstovány na půdách s odlišnou úrovní a historií kontaminace.

MATERIÁL A METODIKA

Testovaná rostlina máta vodní - *Mentha aquatica* L. (*Lamiaceae*) byla pěstována v modelových podmínkách na pěti zeminách. V nádobovém pokuse, který byl založen v pokusné hale katedry agrochemie a výživy rostlin FAPPZ ČZU v Praze, bylo použito zemin odebraných na Kutnohorsku a Příbramsku. Varianty pokusu byly nazvány dle míst odběru: Ornice Příbram, Ornice Mokrsko, Ornice Kutná Hora (dále KH), Louka KH a Břeh KH. Nádoby byly naplněny 5 kg homogenizované zeminy s velikostí částic do 5 mm a hnojeny jednotnou dávkou NPK (0,5g N, 0,16g P a 0,4g K na nádobu). Každá zemina byla testována ve čtyřech opakováních.

Ornice Příbram je kambizem, pH_{H2O} 6.5, odebraná na území znečištěném emisemi z hutního průmyslu olova a těžební činnosti. Jedná se o směsnou kontaminaci (antropogenní a geogenní). Zeminy Kutná Hora ornice (pH_{H2O} 7.3), louka (pH_{H2O} 7.5) a břeh (pH_{H2O} 7.6) jsou luvizemě znečištěné především arsenem v důsledku těžby stříbra ve středověku, jedná se o směsnou kontaminaci. Ornice Mokrsko je kambizem s geogenní As kontaminací (pH_{H2O} 6.7). V zeminách byl zjištěn celkový obsah rizikových prvků (mg kg⁻¹) (tab. I.). Homogenizované

vzorky půd byly rozloženy použitím APIONu a mokrého rozkladu ve směsi HF+HNO₃. Obsah RP v půdě byl měřen metodou atomové absorpční spektrometrie a optické emisní spektrometrie.

Tab. 1 Obsah rizikových prvků (x...průměr, s...směrodatná odchylka) ve vzorcích testovaných zemin (mg.kg⁻¹)

Zemina / Prvek	As		Cd		Pb		Zn	
	x	s	x	s	x	s	x	S
Ornice Příbram	83	2	8.5	0.4	805	11.5	492	3
Ornice Mokrsko	839	112	0.03	0.01	11	0.5	38	2
Ornice Kutná Hora	1312	103	19.5	0.36	79	0.1	1931	56
Louka Kutná Hora	770	229	4.9	0.03	30	0.5	499	61
Břeh Kutná Hora	81	5	0.7	0.07	33	5.8	123	23

Sazenice máty byly zasazeny v květnu 2004 a během pokusu zalévány demineralizovanou vodou. Rostliny byly sklizeny dvakrát v roce zasazení (začátek srpna a konec září), dále v dubnu a říjnu 2005 a poté v dubnu 2006. Listy a stonky byly analyzovány zvlášť kromě roku 2005. V nádobách bylo vždy ponecháno určité množství rostlin pro pokračování experimentu. Po sklizni byl zjišťován obsah arsenu v odebrané biomase. Suchá biomasa byla homogenizována a dále mineralizována na suché cestě ve směsi plynů (O₂+O₃+NO_x) v přístroji APION (Miholová et al., 1993). Vzniklý popel byl rozpuštěn v 1,5% HNO₃ a obsah RP byl měřen na přístrojích VARIAN Spectr (AAS) technikou generování hydridů (As). Z výsledků analýz byly vypočítány odběr RP rostlinou (odběr = výnos x obsah prvku v rostlině).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Máta vodní pěstovaná na pěti zeminách s odlišnou úrovní a historií kontaminace nevykazovala během experimentu žádné známky fytoxicity. Nejvíce arsenu máta akumulovala na půdě odebrané ze stanoviště Kutná Hora louka, kde průměrná hodnota z pěti provedených sklizní dosahuje 10 mg As.kg⁻¹. Nižší obsah arsenu v porovnání s výsledky Baroniho et al. (2004) vysvětlujeme použitím rostlin jiného původu (v našem případě pocházejí odrůdy z České republiky), může se tedy jednat o rozdílný genotyp. Zřejmě dochází také k odlišné sorpci arsenu v půdě. Dále bylo zjištěno, že se zvyšující se koncentrací As v půdě roste koncentrace As v rostlinách, ale jen do určité úrovně – při nejvyšší půdní koncentraci (1311 mg As kg⁻¹) se dokonce koncentrace v rostlině snížila.

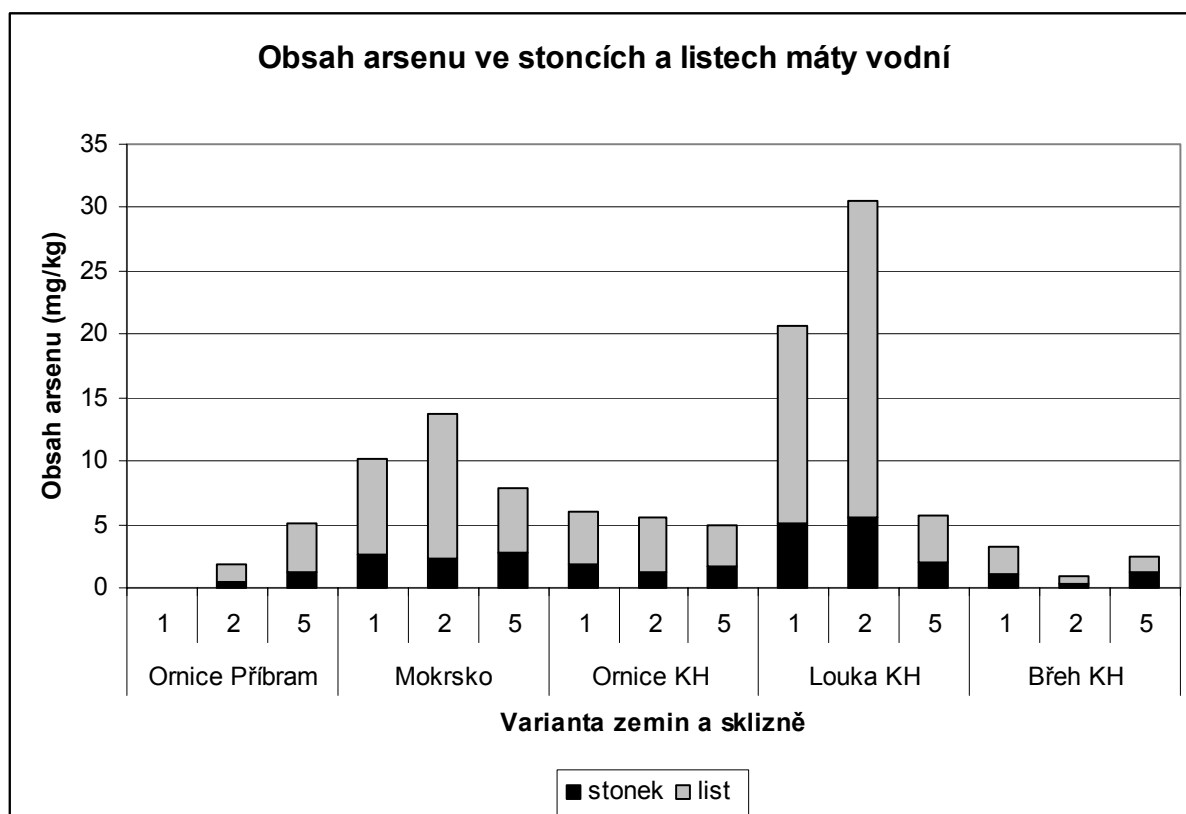
Tab. 2 Obsah arsenu (mg.kg^{-1}) ve vzorcích máty vodní v pěti po sobě jdoucích sklizních (2004-2006)

	8/2004	9/2004	4/2005	10/2005	4/2006
Ornice Příbram	-	0,98	3,93	3,68	3,32
Ornice Mokrsko	4,10	6,96	6,23	22,76	4,60
Ornice Kutná Hora	2,43	2,54	4,32	7,36	2,91
Louka Kutná Hora	8,53	15,86	6,11	16,77	3,33
Břeh Kutná Hora	1,31	0,46	1,93	2,07	1,31

Nejvyšší hodnoty obsahu arsenu v mátě byly zjištěny v podzimních sklizních na variantách ornice Mokrsko a louka KH ($22,76$, resp. $16,77$ a $15,86 \text{ mg.kg}^{-1}$) (tab. 2). Během příznivých klimatických a světelných podmínek při vegetativním růstu máta akumuluje lépe než přes zimu.

V experimentu byl potvrzen předpoklad, že listy akumulují rizikové prvky více než stonky, což je patrné i z následujícího grafu č.1. Arsen je hromaděn listy máty nejvíce opět na půdě louka KH.

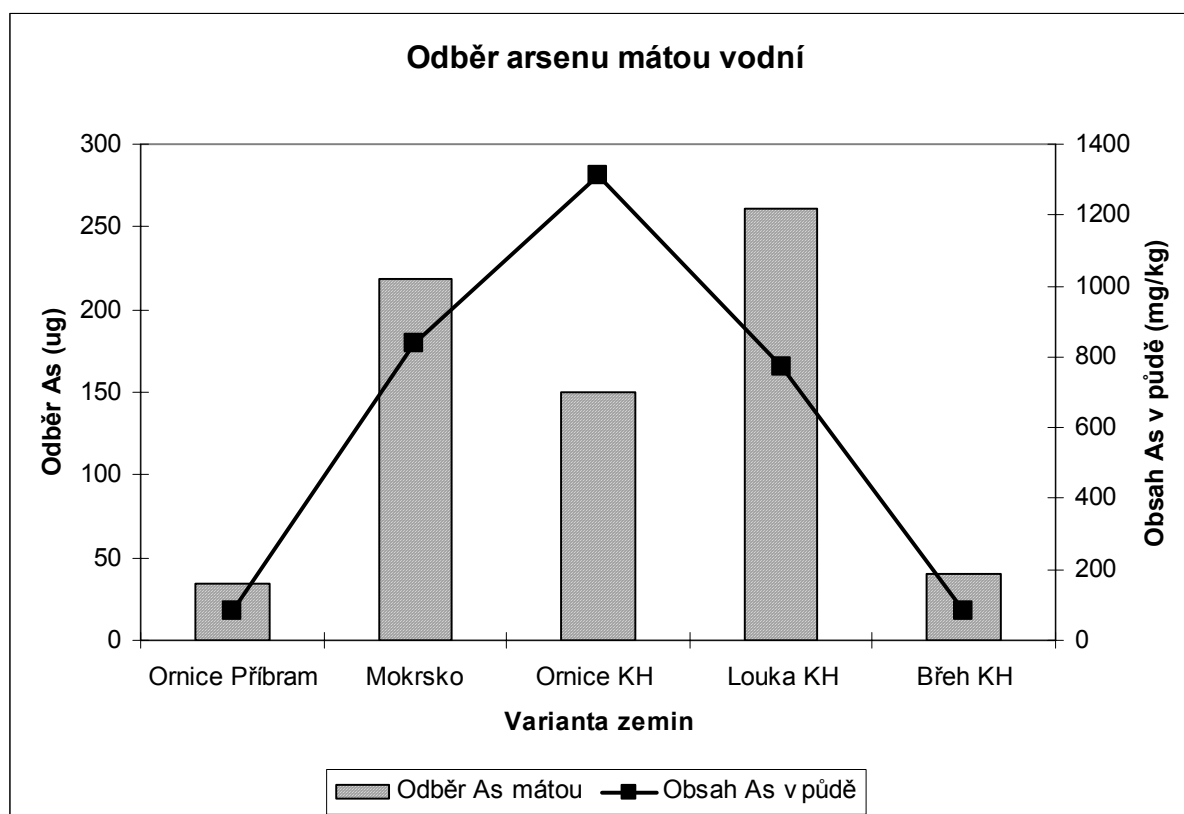
Graf 1 Obsah arsenu (mg.kg^{-1}) ve stoncích a listech máty vodní dle variant zemin při první, druhé a páté sklizni.



(Při 1.sklizni na variantě Příbram nebyl dostatek biomasy pro stanovení obsahu arsenu.)

Odběr rizikových prvků představuje celkové množství prvku, které je z půdy odebráno nadzemní částí rostliny. Nejvyšší odběr arsenu mátou vodní byl zjištěn na zemině KH louka (graf 2). Na této variantě máta jednak akumuluje vysoký obsah arsenu a také dosahuje dobrého výnosu nadzemní biomasy. Oproti tomu se na variantě KH ornice, kde je nejvyšší koncentrace arsenu v půdě, odběr sledovaného prvku snížil. Máta dosahovala přibližně stejného výnosu biomasy avšak akumulovala nižší množství arsenu. Na variantách ornice Příbram a břeh KH je odběr arsenu mátou nízký pravděpodobně v důsledku nižšího obsahu arsenu v půdě.

Graf 2 Odběr arsenu (μg) mátou vodní v porovnání s obsahem arsenu v půdě ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)



ZÁVĚR

V nádobovém pokusu bylo zjištěno, že máta vodní (*Mentha aquatica* L.) je schopna růstu bez známek fytotoxicity na extrémně kontaminované zemině. Nebyla však potvrzena její fytoextrakční schopnost pro arsen. Proto by bylo vhodné využít mátu pro stabilizaci kontaminovaných zemin.

Autoři děkují za finanční podporu získanou v rámci projektů FRVŠ 879/2006 a NAZV QF 4063.

LITERATURA

- Baroni, F.- Boscagli, A.- Di Lella, L.A.- Protano, G.- Riccobono, F. (2004): Arsenic in soil and vegetation of contaminated areas in southern Tuscany (Italy). *Journal of Geochemical Exploration* 81 (1-3), s.1-14.
- Brooks, R.R. (1998): *Plants that hyperaccumulate heavy metals*. CAB INTERNATIONAL, ISBN 0-85199-236-6.
- Francesconi, K.; Visoottiviseth, P.; Sridokchan, W.; Goessler, W. (2002): Arsenic species in an arsenic hyperaccumulating fern, *Pityrogramma calomelanos*: a potential phytoremediator of arsenic-contaminated soils. *The Science of the Total Environment* 284, s.27-35.
- Ma L.Q., Komar K.M., Tu C., Zhang W., Cai Y. and Kennelley C.D. (2001): A fern that hyperaccumulates arsenic. *Nature* 409, s. 579.
- McGrath, S.P.- Zhao, F.J.- Lombi, E. (2001): Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. *Plant and Soil*, 232, s. 207-214.
- Miholová, D.- Mader, P.- Száková, J.- Slámová, A.- Svatoš, Z. (1993): Czechoslovak biological certified reference materials and their use in the analytical quality assurance system in a trace element laboratory. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* 51, s.256-260.
- Tlustoš, P.- Pavlíková, D.- Balík, J.- Száková, J.- Hanč, A.- Balíková, M. (1998): The accumulation of arsenic and cadmium in plants and their distribution. *Rostlinná výroba* 44 (10), s. 463-469.
- Visoottiviseth P., Francesconi K. and Sridokchan W. (2002): The potential of Thai indigenous plant species for phytoremediation of arsenic contaminated land. *Environmental Pollution* 118 (3), s. 453-461.
- Zhao, F.J.; Dunham, S.J.; McGrath, S.P.: Arsenic hyperaccumulation by different fern species. *New Phytologist* (2002) 156. s.27-31.
- Zurayk R., Sukkariyah B. and Baalbaki R. (2001): Common hydrophytes as bioindicators of nickel, chromium and cadmium pollution. *Water, Air Soil Pollution*, 127(1-4), 373-388.
- Zurayk R., Sukkariyah B., Baalbaki R. and Ghanem D.A. (2002): Ni Phytoaccumulation in *Mentha aquatica* L. and *Mentha sylvestris* L. *Water, Air Soil Pollution*, 139(1-4), 355-364.