

Ťažké kovy v pôdach stredného Spiša

Peter Takáč¹, Ľubica Kozáková, Monika Val'ková a Frídrieh Zeleňák

Heavy metals in soils in middle Spiš

Soil samples were collected in long term contaminated and hygienic loaded area in middle Spiš. In this work we were determining contents of cuprum, lead, zinc, chrome and nickel and compared with highest available concentrations. The content of cuprum, lead and zinc exceeded reference and for cuprum and lead also indicated values. Cumulation of monitoring risk elements in soil raised order $Cu > Zn > Pb > Cr > Ni$.

Key words: heavy metals, cuprum, lead, zinc, chrome, nickel, highest available concentrations, reference and indication value

Úvod

Na základe environmentálnej regionalizácie bola oblasť stredného Spiša zaradená medzi oblasti zaťažené a hygienicky závadné, kde dominujúcimi kontaminantmi sú ťažké kovy.

Oblasť stredného Spiša leží v okresoch Gelnica a Spišská Nová Ves, ale čiastočne zasahuje i do juhovýchodnej časti okresu Levoča. Negatívne ju poznamenala banská činnosť s následným spracovaním komplexných železných a medených rúd. Má tri hlavné jadrá znečistenia, ktoré tvoria priemyselné lokality Rudňany, Krompachy a Spišská Nová Ves. K nim možno priradiť i staré environmentálne záťažové po banskej a strojárnej činnosti v oblasti Smolníka, Prakoviec, Slovínok a Gelnice. V tejto oblasti žije cca 80 000 obyvateľov.

V pôdach bolo zistené prekročenie limitných hodnôt Hg, Cu, Zn, As, Cd a Pb. Nadlimitné hodnoty medi boli zistené v pôdach Richňava, Hrišovce a Slovinky, extrémne kontaminované lokality s obsahom medi nad 50 mg.kg⁻¹ boli zistené v pôdach PD Kluknava. V týchto pôdach bol zistený tiež vysoký obsah zinku.

Najvyššie hodnoty Hg sa nachádzajú v pôdach k. ú. Rudňany, Poráč, Markušovce a Matejovce. Zvýšený obsah Hg v pôdach rozlohou prekračuje územie stredného Spiša. Extrémne vysoký obsah As bol zistený v lokalitách Kolinovce a Spišské Vlchy. Kontaminácia pôdy v postihnutých oblastiach preukázateľne znížila produkciu lesnej i poľnohospodárskej a spôsobuje kontamináciu potravinového reťazca cudzodrobnými látkami.

Kovy vstupujúce do pôdy sú prevažne v nedostupnej forme, ale pôsobením rôznych procesov prebiehajúcich v pôde sa stávajú dostupné a sú prijímané rastlinami. Špecifikum ťažkých kovov spočíva v tom, že sú nedegradabilné. Zvyšovaním ich obsahu v pôdach sa zvyšuje aj ich nárast v potravinách, čo nepriaznivo vplyva na zdravie ľudí.

K hlavným faktorom, ktoré vplyvajú na vstup ťažkých kovov z pôdy do rastliny patria pôdna reakcia, zrnitosť, obsah a kvalita organickej hmoty, redox potenciál, hnojenie, prítomnosť iných prvkov (synergizmus alebo antagonizmus), druh a odroda rastliny, ako aj spôsob kultivácie (Matúšková, 1997).

Barančíková (1998) rozdelila kovy v závislosti od pH do dvoch skupín. Skupinu A predstavujú kadmium, chróm, olovo, zinok, nikel, ktoré pri hodnote pH nižšej ako 5,5 disponujú maximálnou mobilitou v pôdnom prostredí. Zníženie pôdnej reakcie pod 5,5 negatívne ovplyvňuje imobilizáciu týchto kovov v pôde. V skupine B sú meď a arzén, ktorých maximálna mobilita nastáva pri pH nižšom ako 4,5 a vyššom ako 7,0. Mobilita ortuti nie je závislá od pH.

Viaceri autori (Alloway, 1990; Barančíková, 1998; Berghofer, 1996) uvádzajú vynikajúce sorpčné vlastnosti pôdnej organickej hmoty, ktorá ovplyvňuje bioprístupnosť kovov. Zvyšujúci sa obsah organickej hmoty v pôde výrazne zvyšuje sorpciu kovov (Passdar, 1994), predovšetkým kovov s vysokou afinitou k organickej hmote, a to olova a medi. Nielen množstvo, ale aj kvalita organickej hmoty ovplyvňuje väzbu kovov.

Bartošová (1995) uvádza, že charakteristická akumulácia olova v humusových pôdnych horizontoch je spôsobená povrchovou akumuláciou olova organickou hmotou. V pôde je olovo málo pohyblivé a skutočnosť, že toxické príznaky sa na rastlinách prejavujú neskôr pri dávkach značne prevyšujúcich prirodzené obsahy v pôde, neznamená, že nedochádza k negatívnemu vplyvu na zdravie človeka. Zvyšovanie hodnoty pH pôsobí na zvýšenie adsorpcie medi koloidnými, ilovitými a organickými látkami, čím dochádza k zníženiu jej

¹ Ing. Peter Takáč, Ing. Ľubica Kozáková, PhD., Ing. Monika Val'ková, doc. Ing. Frídrieh Zeleňák, PhD., Ústav montánných vied a ochrany životného prostredia, TU F BERG Park Komenského 19, 042 00 Košice, Peter.Takac@tuke.sk, Lubica.Kozakova@tuke.sk, Monika.Valkova@tuke.sk, Fridrich.Zelenak@tuke.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 18. 3. 2008)

pohyblivosti v pôde. Dostupnosť zinku pre rastliny stúpa s klesajúcou hodnotou pH pôdy. V pôde zostáva zinok hlavne v povrchových vrstvách, pričom až 70 % zinku prítomného v pôde je koncentrovaných v horných 4 cm pôdy. Pre distribúciu zinku v pôde, jeho uvoľniteľnosť a prijateľnosť rastlinami je významný aj humus a jeho kvalita. Zvýšený obsah organickej hmoty v pôde znižuje dostupnosť zinku.

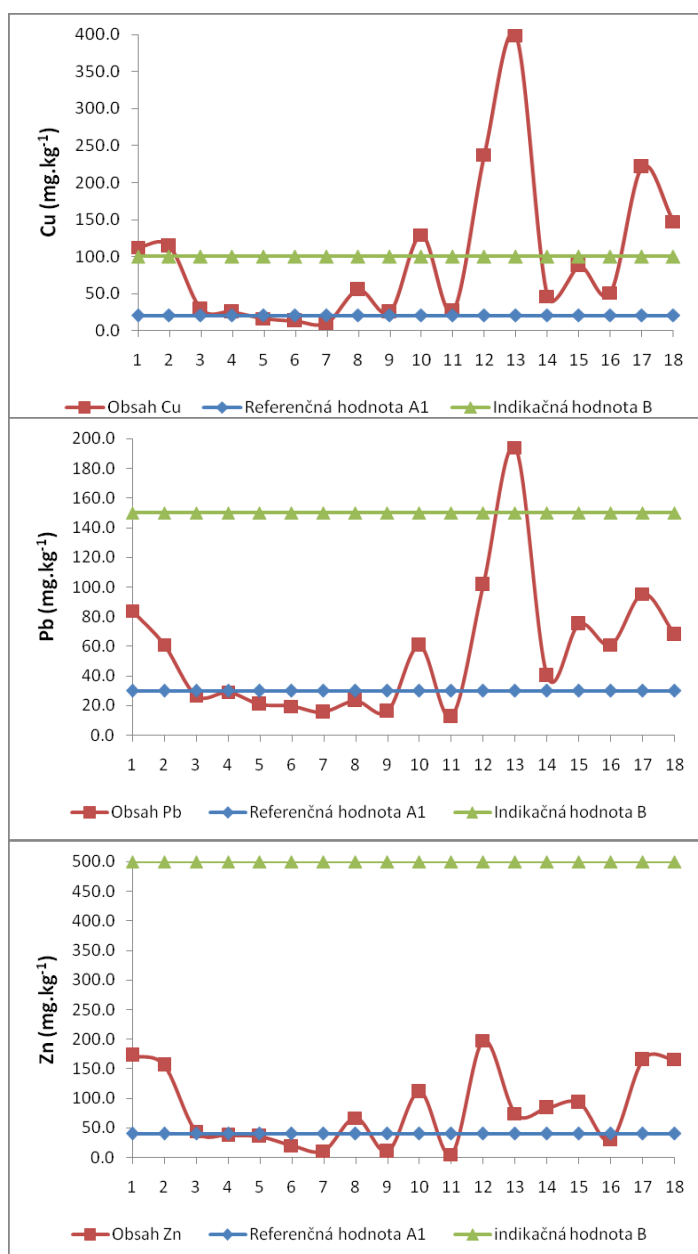
Zo získaných výsledkov vyplýva, že v zaťaženej oblasti stredného Spiša je dôležité sledovať obsah ťažkých kovov v pôdach a vyčleniť plochy s rôznym stupňom kontaminácie s ohľadom na nedegradabilnosť kovov, pre voľbu vhodných revitalizačných opatrení.

Materiál a metodika

Cieľom práce bolo stanovenie obsahov ťažkých kovov v pôdach stredného Spiša, keď boli odobraté pôdne vzorky v oblasti stredného Spiša. Odbery boli realizované podľa platnej metodiky. Vzorky pôd boli vysušené pri laboratórnej teplote. Z pôdnych vzoriek boli odstránené hrubšie kusy skeletu prípadne rastlinné zvyšky. Rozdrvená zemina bola preosiatá cez sito okatosti 2 mm. Taktu pripravená jemnozemia bola použitá na stanovenie obsahu ťažkých kovov.

Obsahy ťažkých kovov boli stanovené podľa platnej metodiky vo výluhu 2M HNO₃ metódou absorpčnej spektrometrie s plameňovou atomizáciou, vyjadrené v mg.kg⁻¹.

Výsledky a diskusia



Prevládajúcim pôdnym typom tejto oblasti sú kambizeme (72,23 %), piesočnato – hlinité (53,5 %) až ílové (23,75 %), t.j. stredne ťažké až ťažké.

Obsahy ťažkých kovov boli posudzované podľa Rozhodnutia MP SR č. 531/1994 – 540. Referenčná hodnota (A₁) pre Cu je 20 mg.kg⁻¹, pre Pb je 30 mg.kg⁻¹ a pre Zn je 40 mg.kg⁻¹. Indikačná hodnota (B) pre Cu je 100 mg.kg⁻¹, pre Pb je 150 mg.kg⁻¹ a pre Zn je 500 mg.kg⁻¹, čo znamená, že kontaminácia pôd bola analyticky preukázaná

Na obrázku 1 sú uvedené obsahy Cu, Pb a Zn [mg.kg⁻¹] v odobratých pôdnych vzorkách.

Osem vzoriek pôdy obsahom Cu prevyšovalo referenčnú hodnotu (A₁) a sedem vzoriek pôdy prevyšovalo indikačnú hodnotu (B). Deväť vzoriek pôdy malo vyššiu hodnotu ako je referenčná hodnota obsahu Pb a jedna vzorka prevyšovala indikačnú hodnotu (B). Pre zinok jedenásť vzoriek prevyšovalo referenčnú hodnotu (A₁).

Na obrázku 2 sú uvedené miesta odberu s vyznačenými stupňami kontaminácie pôd.

Viaceri autori (Facchinelli a kol., 2001; Chun – Shu Lee, Ming – Muh Kao, 2004) považujú Cu, Pb a Zn za kovy, ktoré pochádzajú z antropogénnej záťaže a Cr, Co a Ni za kovy geogénnej záťaže, ktoré sú uvoľňované z materskej horniny. Podľa Wilckeho, Dohlera (1995) sú vnášané ťažké kovy slabšie viazané ako geogénne zabudované.

Obr. 1. Obsahy Cu, Pb a Zn [mg.kg⁻¹] v pôdnych vzorkách stredného Spiša.

Fig. 1. Contents of cooper, lead and zinc [mg.kg⁻¹] in soil samples in middle Spiš.



Obr. 2. Miesta odberu pôdnych vzoriek s vyznačenými stupňami kontaminácie.
 Fig. 2. Localities of soil samples with marked level of contamination.

V tabuľke 1 sú uvedené obsahy chrómu a niklu v pôdnych vzorkách stredného Spišu. Referenčná hodnota (A_1) pre chróm je 10 mg.kg^{-1} a pre nikel je 10 mg.kg^{-1} . Indikačná hodnota pre Cr je 250 mg.kg^{-1} a pre nikel 100 mg.kg^{-1} . Len 2 vzorky prevyšovali referenčnú hodnotu pre chróm a jedna vzorka pre nikel.

Tab. 1. Obsahy Cr a Ni v pôdnych vzorkách stredného Spiša.

Tab. 1. Contents of chromium and nickel in soil samples of middle Spiš.

Miesto odberu		Cr	Ni
		2M HNO ₃ [mg.kg ⁻¹]	2M HNO ₃ [mg.kg ⁻¹]
1	Richnava	15.2	20.6
2	Kolinovce	3.5	2.1
3	Kolinovce - Spišské Vlasy	2.4	4.6
4	Spišské Vlasy - SNV	3.1	4.3
5	Bystrany	14.0	3.8
6	Spišský Hrušov	3.0	9.3
7	Chrast' - Jamník	2.1	1.0
8	Rudňany	4.1	4.3
9	Rudňany - Matejovce	2.2	0.7
10	Kluknava	2.7	1.9
11	Markušovce	1.6	1.5
12	Krompachy	3.0	2.3
13	Mária Huta	4.8	1.5
14	Spišské Vlasy - Dedina	9.2	2.6
15	Gelnica - HOLP	4.8	2.9
16	Gelnica - družstvo	3.8	1.8
17	Krompachy - lúka	5.2	2.1
18	Richnava - za dedinou	2.8	2.0

Vácha, R a kol. (2002) sledovali rozlíšenie antropogénnej a geogénnej záťaže pôd potenciálne rizikovými prvkami. Súbor zahrňoval lokality s rôznou antropogénnou záťažou – imisné spády, fluvialna záťaž, banská činnosť a s rôznou geogénnou záťažou – litogénnou a chalkogénnou súvisiacou s pôdotvorným substrátom. Boli vypočítané percentuálne hodnoty rozpustnosti rizikových prvkov ako pomer mobilných a potenciálne mobilných obsahov k celkovým obsahom. Pre jednotlivé rizikové prvky boli zistené rozdiely v ich rozpustnosti v závislosti na type záťaže. Najvyššia rozpustnosť rizikových prvkov bola zistená vo fluvizemiach kontaminovaných vodou riek a v pôdach s imisnou záťažou. Geochemická záťaž v danom súbore pôd sa vyznačovala výrazne nižšími hodnotami rozpustnosti rizikových prvkov.

Kontamináciu pôd a rastlín ťažkými kovmi v industriálnej oblasti Číny, kde sa na ich kontaminácii okrem železiarní podieľa aj ťažba rúd a aplikácia čistiarenských kalov, popisujú QUING – REN WANG a kol. (2003). Koncentrácia ťažkých kovov, hlavne Cd a Zn v pôdach, bola významne zvýšená v porovnaní s normami, ako aj ich extrahovateľné množstvá. Výsledky meraní poukazujú na zvýšenú dynamiku kontaminácie rastlín pestovaných na týchto pôdach, a tým aj na kontaminácii potravinového reťazca. Až 22 – 24 % z celkového obsahu Cd, Cr a Zn v pôdach sa kumulovalo v zrnách ryže, čo predstavuje nebezpečie pre ľudské zdravie. Koncentrácie Pb, Zn a Cd klesali so vzdialenosťou od zdroja znečistenia (železiarne) v zhode s exponenciálnou koreláciou ($I > 0,9$) čo poukazuje na to, že kovy v tuhých úletoch sú dôležitým zdrojom kontaminácie pôd.

V okolí závodu na spracovanie rúd (Chun – Shu Lee, Ming – Muh Kao, 2004) bol sledovaný v šiestich pôdnych profiloch nachádzajúcich sa v rôznej vzdialenosti od zdroja obsah kovov, ktorý bol omnoho vyšší v povrchovej vrstve pôdy než v podpovrchovom horizonte. Distribúcia kovov aj ich foriem je silne závislá na vlastnostiach pôd a pôvode kovu.

Makovníková (2000) uvádza, že rovnaký celkový obsah kovov v pôde v zmysle platnej legislatívy nezaručuje aj rovnaké riziká ekotoxicity sledovaných kovov, ktoré vyplývajú predovšetkým z obsahu ich mobilných a mobilizovateľných foriem v pôde. Z tohto dôvodu je dôležité v imisne zaťažených oblastiach v poľnohospodársky využívaných pôdach sledovať okrem obsahu ťažkých kovov aj potenciálne mobilizovateľné a mobilné formy.

Záver

Z analýzy našich experimentálnych výsledkov je možné urobiť nasledovné závery:

1. V pôdných vzorkách stredného Spiša obsahy medi, olova a zinku prevyšovali referenčné a u medi a olova aj indikačné hodnoty.
2. Kumulácia sledovaných prvkov vzrastala v pôdach v tomto poradí: Cu>Zn>Pb>Cr>Ni.

*Príspevok vznikol v rámci riešenia grantovej úlohy
VEGA č. 1/4362/07.*

Literatúra – References

- [1] Alloway, B.J.: Heavy metal in soils, *London, 1990, 365 p.*
- [2] Barančíková, G.: Návrh účelovej kategorizácie pôd SR z hľadiska citlivosti k znečisteniu ťažkými kovmi, *Rostlinná výroba, 44 (3), 1998, s.117 – 122.*
- [3] Bartošová, M.: Ťažké kovy v nezemědělských půdách, *Úroda, 43 (9), 1995, str.20 – 22.*
- [4] Berghofer, R., Makovníková, J., Mosbach, J., Wilcke, W., Zech, W.: Schwermetall und aluminiumreaktionen slowakische Boden, *Jahresbericht Universität Bayreuth, 1996, 356 s.*
- [5] Facchinelli, A., Sacchi, E., Mallen, L.: Multivariate statistical and GIS – based approach to identify heavy metal sources in soil, *Environmental pollution 114, 2001, p.313 – 324.*
- [6] Chun Shu Lee, Ming Muh Kao: Distribution of forms of heavy metals in soils contaminated by metallurgical smelter emissions, *Journal of environmental science and health, 39 (3), 2004, p.577 – 585.*
- [7] Makovníková, J.: Distribúcia kadmia, olova, medi a zinku v pôde a jej hodnotenie so zreteľom na potenciály a bariéry transportu kovov do rastlín, *Pedo – Disertacion, 2000, VÚPaOP Bratislava, 125s.*
- [8] Matušková, L.: Diagnostika a znečistenie pôd ťažkými kovmi a transport znečistenín z pôdy do poľnohospodárskej produkcie, *VS, VÚPÚ Bratislava, 20 (1), 1997, 125s.*
- [9] Passdar, D.: Bodenempfindlichkeit Schadstoffe Ostereichische Bodekartierung, *Schwermetalle, Wien, 1994, 33s.*
- [10] Quing Ren Wang, Yan Shan Cui, Xin Mei Liu, Yi Ting Dong, Christie, P.: Soil contamination and Plant uptake of heavy metals at polluted sites in China, *Journal of environmental science and health, 38 (5), 2003, p.823 – 828.*
- [11] Vácha, R., Nemeček, J., Podlešáková, E.: Geochemical and anthropogenic soil loads by potentially risk elements, *Rostlinná výroba, 48 (10), 2002, s.441 – 447.*
- [12] Wilcke, W., Dohler, H.: Schwermetalle in der Landwirtschaft, *Arbeitspapier, Darmstadt, 1995, 217s.*