

PÔDNA KONTAMINÁCIA ŤAŽKÝMI KOVMI V ALÚVIU RIEČKY ŠTIAVNICA SOIL CONTAMINATION IN ALUVIUM OF ŠTIAVNICA RIVER

Radovan Stanovič, Július Árvay, Ladislav Lahučký, Ján Jobbágy

ABSTRACT

The aim of this work is to show the importance of monitoring and soil hygienic quality evaluation in Slovak Republic area. In the past, with the respect on discussed problems of ecology, there was an uncontrolled emission of pollutants from different fields of anthropic activities. The consequences are manifested also nowadays, but immediate and expensive solutions are needed. In this work the results of soil contamination research range of monitored locality Štiavnica Hills by heavy metals and their availability for plants in dependence on soil reaction are presented. The choice of this locality relates with specificity of mentioned area, which is characteristic by anthropic, but also natural (geochemical) contamination. In all soil samples the analysis of water and changeable reaction and also the analysis on the heavy metals content in the extract of aqua regia (pseudototal solution) were carried out. The content maps with software ArcView 3.2 were created. As the result the colourful maps showing content variability of elements on monitored area are presented. The results show that on monitored parcel no. 3603/1 pH_{KCl} was in the range from weak to extremely acid and all elements contents were under the valid hygienic limit given by legislative norm 220/2004.

Keywords: soil and plant contamination, soil – plant system, heavy metals, agriculture

ÚVOD

Ťažké kovy sú všadeprítomné zložky životného prostredia ako dôsledok vzájomných prírodných a antropogénnych aktivít, čo zapríčiňuje zvýšenú expozíciu ľudskej populácie ich účinkom prostredníctvom rôznych ciest (**Wilson a Pyatt, 2007**). Primárnym zdrojom kontaminácie životného prostredia je predovšetkým ťažba a výroba kovov, ktorých hlavnou súčasťou je najmä olovo, zinok a mnoho iných. Okrem výroby kovov je veľmi dôležitým zdrojom kontaminácie životného prostredia kovmi aj spaľovanie fosílnych palív, hlavne uhlia. Stále významnejším zdrojom znečistenia prostredia ťažkými kovmi sa stáva spaľovanie mestských odpadov, ako aj znečisťovanie tokov odpadovými a technickými vodami (**Bencko et al., 1995**).

Od počiatku priemyselnej revolúcie dochádzalo k dramatickému zvyšovaniu úrovne kontaminácie biosféry ťažkými kovmi (**Zhenly et al., 2005**). Environmentálna politika Európskej únie sa za posledné roky výrazne zmenila v smere zlepšenia prístupu ku kontaminácii pôdy a zdrojom jej znečistenia. Všetky vyvíjané aktivity majú za cieľ eliminovať degradáciu pôdy a zahájiť ozdravovacie procesy, ktoré majú viesť k znižovaniu úrovne kontaminácie poľnohospodársky využívanej pôdy (**European Commission, 2006**).

Štiavnické vrchy boli už v minulosti výbornou lokalitou na štúdium obsahov ťažkých kovov v pôdných a rastlinných vzorkách. Oblasť je charakteristická častým výskytom hydrotermálne premenených hornín obsahujúcich impregnácie sulfidov najmä pyritu, chalkopyritu, galenitu a pod. Z historického hľadiska je región Štiavnických vrchov zaujímavý dlhodobou takmer tisícročnou banskou činnosťou (**Bajčan et al., 2007; Tóth et al., 2005**).

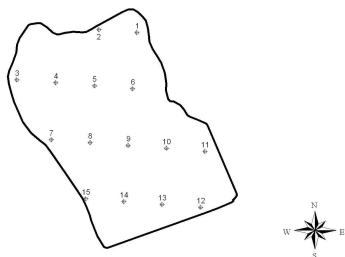
Táto oblasť je charakteristická dvoma typmi kontaminácie. Prvý je antropogénny a je spôsobený ťažbou rúd a ich spracovaním. Druhý typ je prirodzený a je spôsobený zvetrávaním hornín obsahujúcich sledované ťažké kovy.

Cieľom tejto práce je podrobnejšie zhodnotiť hygienický stav sledovanej lokality – pozemku a vyvodiť závery, či je alebo nie je sledované územie vhodné na pestovanie

poľnohospodárskych produktov, ktoré slúžia na kŕmenie hospodárskych zvierat alebo na výživu ľudí.

MATERIÁL A METODIKA

Záujmovou lokalitou bola parcela s identifikačným číslom 3603/1 (obr. 1) s lokalizačnými koordinátami $48^{\circ} 17,747'$ severnej šírky (φ) a $18^{\circ} 59,050'$ východnej dĺžky (λ). Západnú stranu pozemku obmýva Štiavnica.



Obrázok 1 Hranice a odberné miesta na sledovanom pozemku 3603/1

Záujmový pozemok s rozlohou 3,6 ha sme zamerali pomocou príručného navigačného prístroja GPS GARMIN – 60 Cx. Následne sme pomocou programu OziExplorer na podklade dvojsekundového rastra v spojniciach vytvorili body odberov pôdnych vzoriek. Tieto body, ktorých bolo celkom 15, sme preniesli do GPS, pomocou ktorého sme sa navigovali na odberné miesta, kde sme odobrali pôdne vzorky z horizontu A (0,00 – 0,20 m).

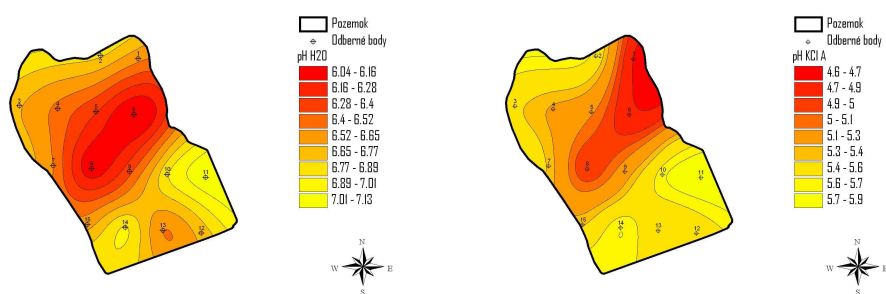
Záverečné spracovanie získaných údajov a vytvorenie obsahových máp sme uskutočnili v prostredí programu ArcView 3.2.

Pôdne vzorky boli upravené a následne analyzované na pseudototálny obsah ťažkých kovov v extrakte lúčavky kráľovskej (zákon 220/2004) a zistenie aktívnej a výmennej pôdnej reakcie. Pre posúdenie prieniku sledovaných rizikových ťažkých kovov sme vykonali analýzy na stanovenie ich obsahu v rastlinnej biomase (slama *Triticum aestivum* L.), dopestovanej na sledovanom pozemku v roku 2009 (odber rastlinných vzoriek bol realizovaný identickou metodikou pomocou GPS zo všetkých sledovaných bodov).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Mobilita, prístupnosť a správanie sa sledovaných ťažkých kovov v pôde ale aj v systéme pôda - rastlina je v najväčšej miere závislá od pôdnej reakcie (Abbas et al., 2007). V tejto práci sme zisťovali hodnotu aktívnej pôdnej reakcie pH – H₂O a výmennej pôdnej reakcie pH – KCl. Ich hodnoty na sledovanom pozemku sa pohybovali v intervaloch: pH – H₂O: 6,04 – 7,10 a pH – KCl: 4,73 – 5,87, pričom takéto hodnoty výmennej pôdnej reakcie je možné slovne zhodnotiť ako pôdu slabo až silne kyslú. Získané výsledky úzko korešpondujú so zisteniami iných autorov (Čurlík et al., 2005; Bajčan et al., 2007).

Plošnú interpretáciu zmien pH na pozemku znázorňuje obrázok 2.

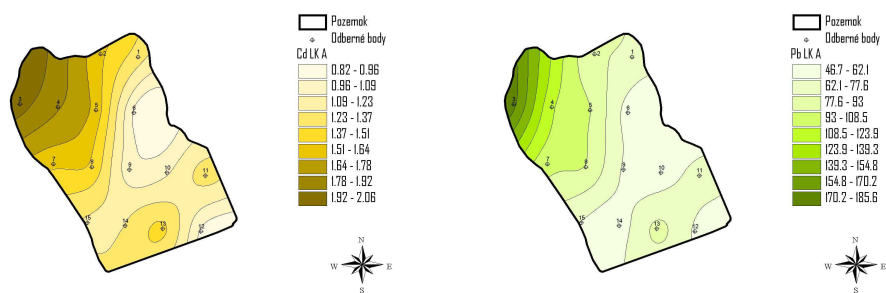


Obrázok 2 Plošné znázornenie zmien hodnôt aktívneho a výmenného pH v pôde na sledovanom pozemku v horizonte A

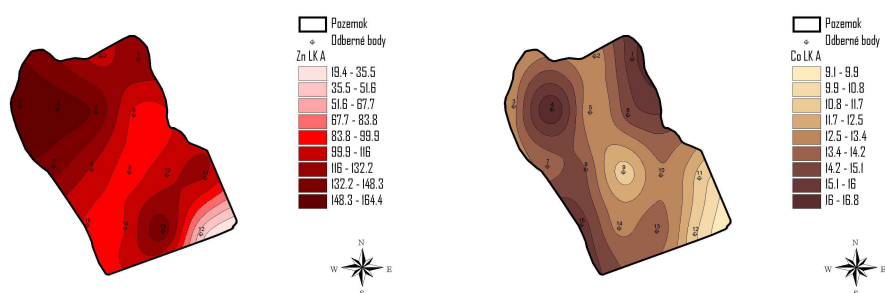
Obsah vybraných ťažkých kovov v pôde sme sledovali v extrakte lúčavky kráľovskej, ktorý reprezentuje pseudototálny obsah ťažkých kovov v pôde. Pseudototálny z toho dôvodu, že toto extrakčné činidlo nie je schopné rozložiť silikátovú a alumosilikátovú frakciu a teda rizikové prvky obsiahnuté v týchto zložkách pôdy sa do výluhu nedostanú. Intervaly obsahov sledovaných ťažkých kovov vo vzorkách pôdy získaných z extraktu lúčavky kráľovskej a ich percentuálne prekročenia limitných hodnôt sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Intervaly obsahov sledovaných ťažkých kovov získaných z extraktu pôdy lúčavkou kráľovskou z horizontu A a intervaly prekročenia limitných hodnôt

prvok	lúčavka kráľovská (mg.kg ⁻¹)	limit (mg.kg ⁻¹)	prekročenie limitov (zákon 220/2004) (%)
Cd	0,94 – 1,98	0,7	34,28 – 182,85
Pb	55,4 – 173,4	70	< - 147,71
Zn	43,6 – 163,0	150	< - 8,67
Co	11,0 – 16,8	15	< - 12,00



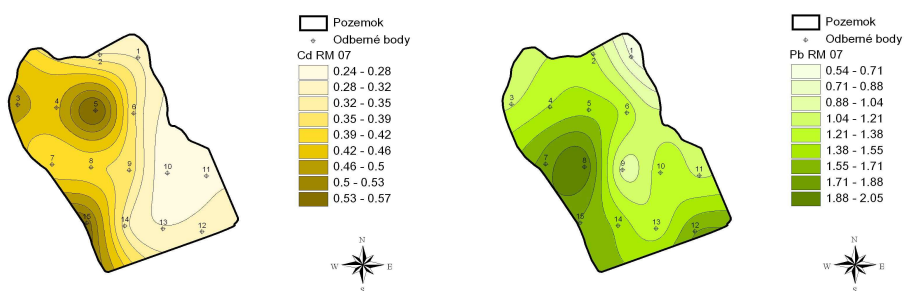
Obrázok 3 Plošné znázornenie obsahu Cd a Pb v horizonte A na sledovanom pozemku (v mg.kg⁻¹)



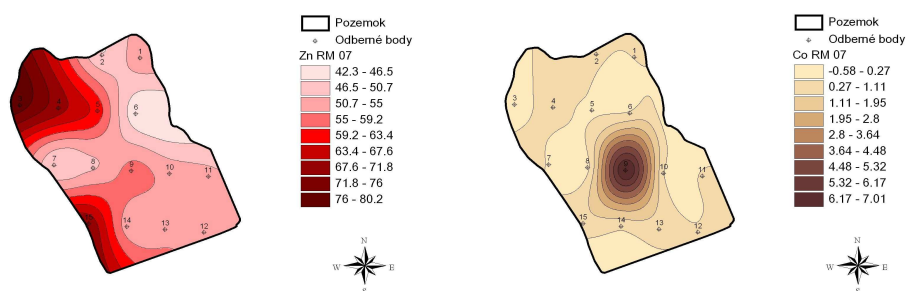
Obrázok 4 Plošné znázornenie obsahu Zn a Co v horizonte A na sledovanom pozemku (v mg.kg^{-1})

Mapky pozemku poukazujú na zvýšené množstvo sledovaných ťažkých kovov na severozápadnej strane pozemku, čo je spôsobené faktom, že táto časť pozemku sa nachádza najnižšie a teda bola častejšie ovplyvňovaná nánosmi zo Štiavnice, ktorá obmýva celú západnú stranu pozemku. Takmer totožnou plošnou variabilitou obsahu ťažkých kovov sa vyznačujú kadmium a olovo (obr. 3). Obsahy ostatných sledovaných prvkov Zn a Co (obr. 4), sú charakterizované dvomi lokalizáciami zvýšeného obsahu. V prípade zinku je to severozápadná časť pozemku (OM 3,4) a južná časť (OM 11, 13). Pri kobalte je zvýšený obsah lokalizovaný na odberných miestach 2, 4, 15. Plošná koncentrácia všetkých sledovaných prvkov úzko negatívne koreluje s výmennou pôdnou reakciou, čo poukazuje na vzájomný vplyv sledovaných parametrov (Pehlivan et al., 2009).

V roku 2009 sme sledovali prechod sledovaných rizikových prvkov v systéme pôda – rastlina. Ako rastlinný materiál sme použili slamu pšenice letnej formy ozimnej – *Triticum aestivum*, L.. Pšenica patrí do čeľade *Poaceae*, čo poukazuje na príjem ťažkých kovov najmä koreňovým systémom. Z literatúry vyplýva, že v prípade všetkých prvkov dochádza ku kumulácii ťažkých kovov najmä vo vegetatívnych nadzemných orgánoch pšenice (Chandra et al., 2009). Obsahy ťažkých kovov znázorňujú obrázky 5 a 6.



Obrázok 5 Plošné znázornenie obsahu Cd a Pb v biomase na sledovanom pozemku v roku 2007 (v mg.kg^{-1} suchej hmoty)



Obrázok 6 Plošné znázornenie obsahu Zn a Co v biomase na sledovanom pozemku v roku 2007 (v mg.kg^{-1} suchej hmoty)

Ako porovnávacie limity obsahu sledovaných ťažkých kovov v slame pšenice letnej formy ozimnej sme použili hodnoty z výnosu MP SR č. 39/1-2002-100, ktorý sa vzťahuje na kŕmne suroviny určené na výrobu kŕmnych zmesí a hospodárskych krmív.

Intervaly obsahov ťažkých kovov a prekročenie limitných hodnôt v % znázorňuje tabuľka 2. Ako z výsledkov vyplýva, obsah kadmia a olova neprekračoval zákonom povolený limit. Limitné hodnoty pre Zn a Co nie sú zákonom stanovené. Získané obsahy sledovaných ťažkých kovov v slame pšenice úzko korelujú s ich obsahom v pôde (s výnimkou kobaltu).

Tabuľka 2 Intervaly obsahov sledovaných ťažkých kovov v slame pšenice letnej formy ozimnej a intervaly prekročenia limitných hodnôt

prvok	Obsah ťažkých kovov v slame (mg.kg^{-1})	limit (mg.kg^{-1})	prekročenie limitov (39/1-2002-100) (%)
Cd	0,25 – 0,57	1,0	<
Pb	0,70 – 2,00	10,0	<
Zn	43,3 – 70,9	–	–
Co	0,10 – 7,00	–	–

ZÁVER

Kontaminácia životného prostredia sa za posledné storočie stala hrozbou, ktorej je potrebné venovať zvýšenú aktívnu pozornosť, ktorá by mala viesť k eliminácii následkov ľudského konania.

Úlohou tejto práce bolo čo najlepšie zhodnotiť stav sledovanej lokality – pozemku, ktorá sa využíva na produkciu poľnohospodárskych plodín a potravinárskych surovín. Hoci sledované územie je podľa získaných výsledkov zaradené medzi rizikové (všetky sledované rizikové prvky mali niekoľkonásobne prekročenu limitnú hodnotu stanovenú hygienickými normami) a hygienická kvalita dopestovaných komodít znížená (pri všetkých sledovaných prvkoch sme zaznamenali prekročenie najvyšších prípustných množstiev stanovených príslušnou legislatívou platnou v EU), je potrebné aplikovať také agrotechnické opatrenia, ktoré imobilizujú rizikové kovy v zložkách pôdy a následne zabránia ich prieniku do rastlín.

LITERATÚRA

- ABBAS, S. T. – SARFRAS, M. – MEHDI, S. M. – HASSAN, G. – REHMAN, O. U. 2007. Trace element accumulation in soil and rice plants irrigated with the contaminated water. In: Soil Tillage resources 94, 2007, s. 503 - 509
- BAJČAN, D. 2007. Hygienický stav poľnohospodársky obrábaných pôd povodia rieky Štiavnica – dizertačná práca. SPU v Nitre, 2007, 193 s.
- BENCKO, V. – CIKRT, M. – LENER, J. 1995. Toxické kovy v životnom a pracovnom prostredí človeka. In: Grada Publishing, Praha. 1995, s. 288. ISBN 80-7169-150-X
- ČURLIK, J. – ŠEFČÍK, P. – GLUCH, A. – POLC, R. 2005. Ipeľský región (IPREG) – orientačný prieskum geologických činiteľov životného prostredia, pedogeochemická mapa (čiastková záverečná správa). Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava 2005, 42 s.
- EUROPEAN COMMISSION. 2006. Impact assessment of the thematic strategy on soil protection. Document accompanying the thematic strategy for soil protection, communication from the commission to the council, to the European parliament, the economic and social committee and the committee of the regions, European Commission, Brussels.
- CHANDRA, R. – BHARAGAVA, R. N. – YADAV, S. – MOHAN, D. 2009. Accumulation and distribution of toxic metals in wheat (*Triticum aestivum*, L.) and Indian mustard (*Brassica campestris*, L.) irrigated with distillery and tannery effluents. In: Journal of Hazardous Materials 162, 2009, s. 1514 – 1521
- PEHLIVAN, E. – ALTUN, T. – PARLAYICI, S. 2009. Utilization of barley straws as biosorbents for Cu²⁺ and Pb²⁺ ions. In: Journal of Hazardous Materials 164, 2009, s. 982 - 986
- WILSON, B. – PYATT, F.B. 2007. Heavy metal dispersion, persistence, and bioaccumulation around an ancient copper mine situated in Anglesey. UK. In: Ecotoxicology and Environmental Safety 66, 2007, s. 224 – 231
- ZHENLI, L. HE. – XIAOE, E. Y. – STOFFELLA, P. J. 2005. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. In: Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 2 – 3, 2005, s. 125 – 140

Pod'akovanie

Predkladaná práca vznikla vďaka finančnej podpore projektu VEGA 1/4428/07.

Kontaktná adresa:

Ing. Radovan Stanovič, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FBP, KCH, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: radovan.stanovic@uniag.sk

Ing. Július Árvay, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FBP, KCH, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: julius.arvay@post.sk

Ing. Ladislav Lahučský, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FBP, KCH, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: ladislav.lahucky@uniag.sk

Ing. Ján Jobbágy, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, TF, Katedra strojov a výrobných systémov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: jan.jobbagy@uniag.sk