POSIBILITES OF LEADS TRANSFER IN INDIVIDUAL ANATOMIC PARTS OF POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM*, L.) CULTIVATED IN THE SOIL CONTAMINATED BY RISK ELEMENTS

Peltznerová L., Tomáš J., Szabóová G.

Department of Chemistry, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic

E-mail: linda.peltznerova@gmail.com

ABSTRACT

The heavy metals cumulation in soils and their entering into plants has negative influence on quality of agricultural production and thus it presents the risk of food chain endangering. The aim of the presented study was to survey the posibilites of transfer and cumulation of lead in individual anatomic parts of potato (*Solanum tuberosum*, L.) – potato tops, potato skins and potato tubers. The experiment was realized by the form of pot vegetation survey, in which the soil from locality Výčapy – Opatovce was used, with addition of basic fertilizer with superphosphate, KCl (60%), ammonium sulphate. The experiment was conducted in 2 variants; one variant was with applied 70 mg Pb. kg^{-1} soil and in 2nd was added 140 mg Pb. kg^{-1} soil, in form of $Pb(NO_3)_2$. In this experiment 4 varietes of potatoes were evaluated: very-early Impala, early Livera, middle-early Agria and late Desiree. Heavy metals in these samples were analyzed by AAS method. In soil samples the analyses on the heavy metals content in the leach of aqua regia (total content) and mobile forms in the leach NH_4NO_3 were realized. The exceeded limit value was determined for total content of lead by 53%, for mobile form content of lead by 95%. In potato tops, skin and tubers the highest lead content was observed in variety Impala. In samples of potato tubers the content of Pb from 0.1362 $mg.kg^{-1}$ Pb in variety Desiree to 0.5021 $mg.kg^{-1}$ Pb in variety Impala was determined. Obtained results of lead content were compared with their maximum admissible amounts by Slovak standards (0.1 $mg.kg^{-1}$). On the basis obtained results were claimed that the concentration of lead had overlimit the highest admissible amounts.

Key words: potato, top, skin, tuber, lead, contamination

Acknowledgments: This work has been supported by VEGA project 1/4428/07

ÚVOD

Kontaminácia pôd a rastlín cudzorodými látkami je jedným z hlavných činiteľov, ktoré sa podieľajú na zdravotnom stave obyvateľstva. Výskyt ťažkých kovov v rastlinách súvisí s ich prítomnosťou v pôdach (Alloway, 1990). Olovo je najrozšírenejším ťažkým kovom a jeho príjem z potravín vzhľadom k toxicite zlúčenín olova patrí k najrzikovejším (Tóth, Lazor, 1998). Prirodzeným zdrojom olova pre rastliny je jeho obsah v pôde, ktorý je podmienený geologickými vlastnosťami podložia. Olovo sa kumuluje v povrchových vrstvách pôdy, čo prispieva k jeho väčšiemu kolobehu v ekosystémoch, a tým sa podstatne zvyšuje jeho nebezpečie pre človeka a zvieratá (Fecenko, Ložek, 2000). Rastlinné druhy majú rôznu citlivosť na toxické kovy. Mnohé druhy dobre prosperujú na pôdach obsahujúcich toxické koncentrácie ťažkých kovov, iné sú výrazne poškodzované (Mistrík, 2001). Na pôdach kontaminovaných rizikovými kovmi je možné pestovať rastliny, ktoré majú schopnosť ich zvýšenej akumulácie bez závažného poškodenia vlastného metabolizmu. Podľa Cibulku (1991) medzi agronomicky významné plodiny, ktoré sú schopné absorbovať stredne vysoké množstvá ťažkých kovov patria aj zemiaky, ktoré boli použité v našom experimente. Ľuľok zemiakový - *Solanum tuberosum*, L. sa pestuje pre svoje podzemkové hľuzy, ktoré poznáme pod názvom zemiaky.V našich podmienkach majú významné postavenie vo výžive obyvateľstva ako sýtiaca tak aj nutričná potravina. Spotreba zemiakov na jedného obyvateľa sa na Slovensku pohybuje v rozmedzí 76 - 80 kg, čo zodpovedá kritériám racionálnej výživy obyvateľstva aj celosvetovým trendom. Sú nedielnou súčasťou jedálneho lístka väčšiny obyvateľov Slovenska. Podľa dĺžky vegetačnej doby od výsadby do fyziologickej zrelosti sa odrody zemiakov delia na veľmi skoré, stredne skoré, skoré, stredne neskoré a neskoré (Vestník MP SR, 2006).

MATERIÁL A METODIKA

Experiment sme realizovali v modelových podmienkach vo vegetačnej klietke v areáli SPU Nitra. V experimente sme použili 25 kg zmesi hlinitej pôdy a kremičitého piesku v pomere 21:4. Pôda bola odobratá z lokality Výčapy-Opatovce. Na základe analýz bola stanovená pôdna reakcia, obsah humusu, obsah dusíka podľa Kjeldahla, obsah fosforu, draslíka, horčíka a vápnika podľa Mehlicha II. Z nameraných hodnôt sme vypočítali dávky základného hnojenia. Použili sme hnojenie: superfosfát – 7,54 g. kg^{-1} pôdy, KCl (60 %) - 0,75 g. kg^{-1} pôdy, síran amónny – 1,5 g. kg^{-1} pôdy. Ďalej boli stanovené obsahy ťažkých kovov vo výluhu lúčavky kráľovskej (tzv.pseudototálne obsahy prvkov) a vo výluhu NH_4NO_3 (bioprístupné formy prvkov).

Testovanou plodinou bol ľuľok zemiakový *(Solanum tuberosum L.)*. V experimente boli použité 4 rôzne odrody- veľmi skorá: odroda Impala, skorá: odroda Livera, stredne skorá: odroda Agria a stredne neskorá: odroda Desiree. Do nádob sme vysádzali po 3 hľuzy a pre každú odrodu sme robili 4 opakovania. Nádoby so zemiakmi boli počas celej vegetácie zalievané na 70 % maximálnu vodnú kapacitu. Plodiny sme zberali v čase úplnej zrelosti.

Pokus sme realizovali v dvoch variantoch, pričom sme k základnému hnojeniu aplikovali dávky Pb v množstvách 70 a 140 mg Pb. kg^{-1} pôdy vo forme $Pb(NO_3)_2$.

Olovo v jednotlivých častiach ľuľka zemiakového sme stanovili metódou - plameňová AAS po predchádzajúcej mineralizácii suchou cestou. Hygienická nezávadnosť konzumnej časti zemiaka sa hodnotila podľa najvyššieho prípustného množstva (NPM) podľa Vestníka MZ SR č. 981/1996.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Charakteristika záujmovej pôdy a obsahy ťažkých kovov sú uvedené v tabuľkách 1, 2 a 3. Zákon 220/2004. „O ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov, uvedený v tabuľkách 2 a 3 nám uvádza najvyššie prípustné množstvá a kritické hodnoty ťažkých kovov v pôde.

Tab. 1 Charakteristika pôdy z lokality Výčapy – Opatovce (obsahy N, K, Ca, Mg, P v mg.kg^{-1})

N	K	Ca	Mg	P	pH/H_2O	pH/KCl	C_{ox} %	Humus %
2887,5	236	2887,5	340	9,657	6,22	5,89	1,537	2,65

Pre mobilitu a prijateľnosť ťažkých kovov rastlinnou je dôležitá výmenná pôdna reakcia. Pôda z vybranej lokality mala slabo kyslý charakter, ktorý výrazne ovplyvňuje prechod ťažkých kovov v systéme pôda – rastlina a vyznačovala stredným obsahom humusu.

Tab. 2 Obsahy ťažkých kovov v pôde získané z výluhov v lúčavke kráľovskej (mg.kg^{-1})

	Zn	Cu	Mn	Fe	Cr	Cd	Pb	Co	Ni
lúčavka kráľovská	55,8	31,0	740,0	26280,0	32,0	0,56	107,2	1,4	37,4
limitná hodnota zákon 220/2004	150	60	-	-	70	0,7	70	15	50

Analýzy pôdnej vzorky na pseudototálne obsahy ťažkých kovov dokumentujú, že len hodnota olova prekročila zákonom stanovený limit. Obsah olova bol zhruba o 53 % vyšší ako je uvedené v zákone. Ostatné hodnoty ťažkých kovov boli výrazne pod limitom.

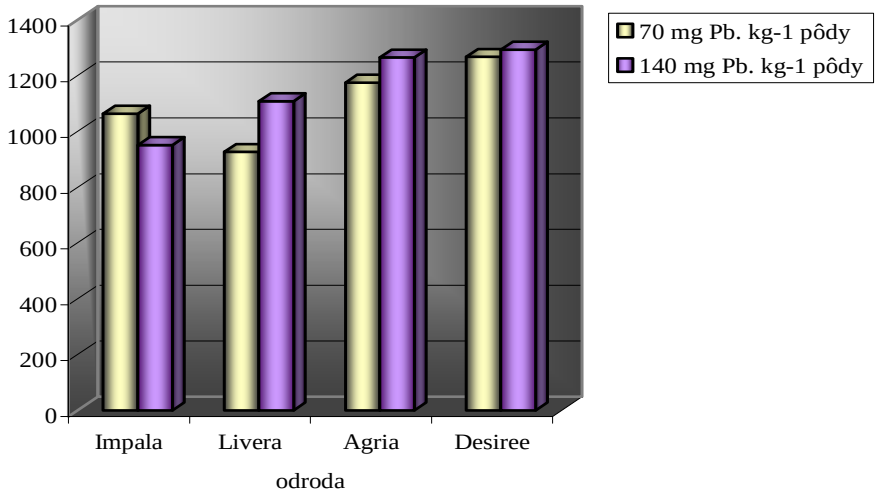
Tab. 3 Obsahy ťažkých kovov v pôde získané z výluhov v dusičnane amónnom (mg.kg^{-1})

	Zn	Cu	Mn	Fe	Cr	Cd	Pb	Co	Ni
dusičnan amónny	0,09	0,03	1,985	0,165	0,015	0,022	0,195	0,13	0,15
kritická hodnota zákon 220/2004	2,0	1,0	-	-	-	0,1	0,1	-	1,5

Aj při stanovení prístupných obsahov ťažkých kovov v pôde výsledky poukazujú, že kritická hodnota bola prekročená len u olova, a to o 95 % voči hygienickej norme.

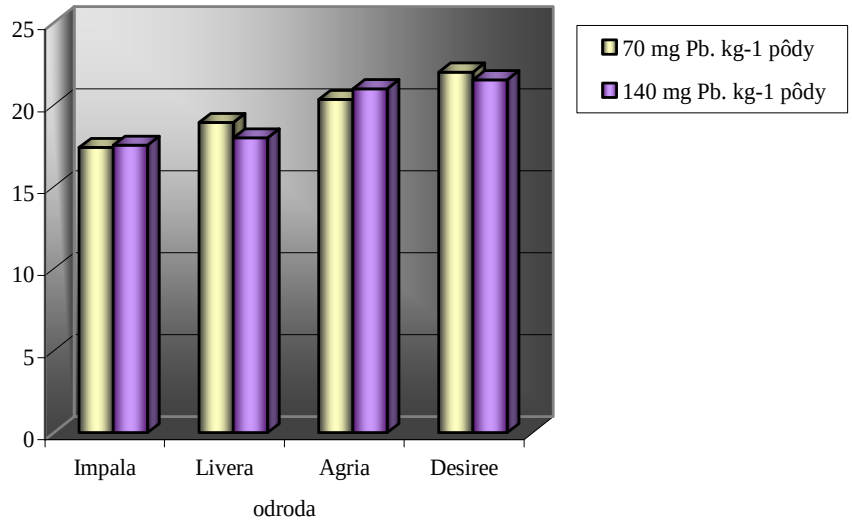
V nasledujúcich grafoch sú uvedené výsledky z chemických analýz, ktoré sme vykonávali na hľuzách a vňatiach ľuľka zemiakového.

Graf 1 Hmotnosť čerstvých hľúz (g)



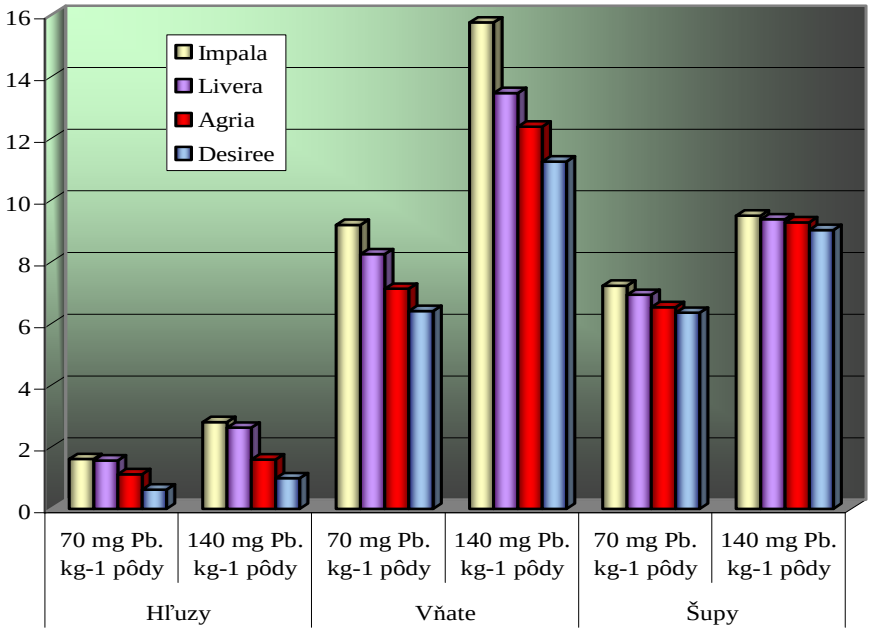
Graf 1 zobrazuje množstvo čerstvej hmoty a graf 2 uvádza množstvo získanej sušiny (%). Na oboch grafoch je viditeľná odrodová závislosť, pričom sme v oboch variantoch pokusu pri veľmi skorej a skorej odrode (Impala a Livera) zaznamenali viditeľne nižšiu hmotnosť čerstvých hľúz, ako aj % sušiny ako pri stredne skorej a stredne neskorej odrode (Agria, Desiree).

Graf 2 Obsah sušiny v zemiakových hľuzách (%)



Na nasledujúcich grafoch sú zobrazené obsahy olova v jednotlivých anatomických častiach zemiaka (graf 3) a hodnotenie hygienickej nezávadnosti konzumnej časti zemiaka limitnou hodnotou Pb stanovenou zákonom (0,1 mg.kg^{-1}) (graf 4).

Graf 3 Obsah Pb v anatomických častiach zemiakov v suchej hmote (mg.kg^{-1})

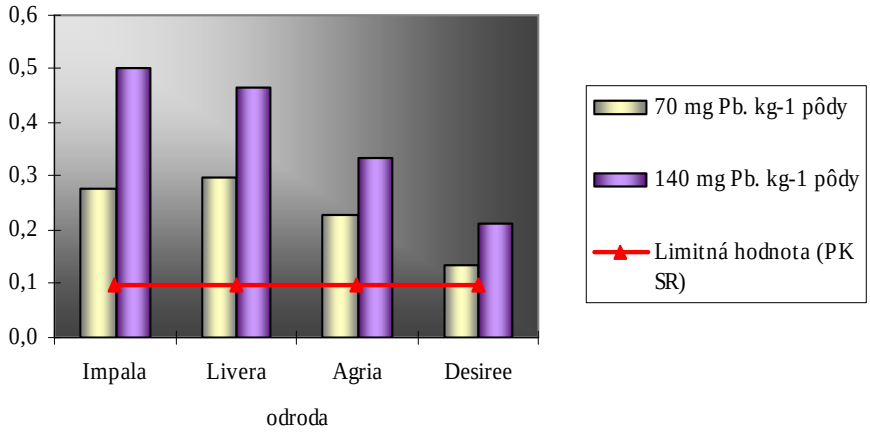


Analýzy viacerých autorov potvrdili, že najviac ťažkých kovov obsahujú korene, listy a stonky a najmenej semená, hľuzy a buľvy (Zawadska T., 1990; Jelínek F., 1990). Toto sa potvrdilo aj v našom experimente. Zemiakové hľuzy sa vyznačovali najnižším obsahom olova, pričom sa jeho obsah v prvom variante pohyboval okolo 1 mg.kg^{-1}. V druhom variante, s vyšším prídavkom Pb, vzrástol aj jeho obsah v zemiakových hľuzách. Najviac Pb kumulovala v oboch variantoch pokusu veľmi skorá odroda Impala (2,8094 mg.kg^{-1}). Následne obsah Pb klesal v závislosti od odrody.

Najvyšší obsah Pb je v zemiakových vňatiach. Pri odrode Impala v druhom variante obsah Pb vo vňatiach dosahoval hodnoty 15,76 mg.kg^{-1}. Obsah olova zemiakových vňatiach a šupách vo všetkých prípadoch presahoval hodnoty 6 mg.kg^{-1}. Tak ako aj pri zemiakových hľuzách, aj pri vňatiach a šupách možeme pozorovať odrodovú závilosť v poradí Impala>Livera>Agria>Desiree.

Príjem olova rastlinami z pôdy závisí od obsahu organickej hmoty v pôde, hodnoty pH pôdy, katiónovo - výmennej kapacity, od koncentrácie fosforu a uhličitanov, vápnika, horčíka a síranov. Na zníženie príjmu Pb rastlinami sa odporúča aplikácia organickej hmoty, fosforečných hnojív, úprava pôdnej reakcie vápnením, prekrytím kontaminovanej pôdy nekontaminovanou (Kozák – Jehlička, 1992).

Graf 4 Obsah Pb v čerstvých zemiakových hľuzách (mg.kg^{-1})



Hygienická nezávadnosť konzumnej časti ľuľka zemiakového sa hodnotila najvyšším prípustným množstvom (NPM) Pb podľa PK SR. V sledovaných vzorkách sme zaznamenali zvýšenú kumuláciu olova, z čoho vyplýva, že záväzný limit (0,1 mg.kg^{-1}) bol prekročený vo všetkých odrodách. V prvom variante s nižším prídavkom Pb bol limit pri odrodách Impala, Livera a Agria prekročený 2- až 3-násobne. U stredne neskorej odrody Desiree sme zaznamenali len nepatrné prekročenie NPM. V druhom variante, s prídavkom 140 mg Pb.kg^{-1} pôdy, bolo hodnota NPM výrazne prekročená vo všetkých odrodách.

ZÁVER

Z výsledkov sledovania transferu olova z pôdy do rastlín a jeho kumulácie v jednotlivých anatomických častiach ľuľka zemiakového vyplýva jeho zvýšená kumulácia v nejedlých častiach (vňate) a šupách, preto sa odporúča konzumácia ošúpaných zemiakov. Viacnásobné prevýšenie referenčnej hodnoty obsahu Pb v pôde má za následok aj jeho zvýšený príjem konzumnými časťami ľuľka zemiakového, pričom hodnota olova v zemiakových hľuzách v oboch variantoch prekročila zákonom stanovené limitné hodnoty (0,1 mg.kg^{-1}). Limitná hodnota bola najviac prekročená pri odrodách Impala a Livera. Najmenej prekročená limitná hodnota bola pri stredne neskorej odrode Desiree v oboch variantoch pokusu. Preto sa na zaťažených pôdach odporúča pestovať zemiaky s dlhším vegetačným obdobím.

LITERATÚRA

Alloway, B. J. (1990): Heavy metal in soil. Blackie and son Ltd., Glasgow, 1990. 339 s.

Cibulka, J. (1991): Pohyb olova, kadmia a rtuti v biostéře. Praha : Academia, 1991. 427 s. ISBN: 80 – 200 – 0401 – 7.

Fecenko, J., Ložek, O. (2000): Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.

Jelínek, F. (1990): Praktické využití výsledkú rozború cizorodých látek u obilovin v systémech pěstování polních plodin. In: Zemědělství a život. prostr. ČSVTS při VÚRV Praha-Ruzyne, 1990, s.89

Kozák, J. – Jehlička, J. (1992): Retence vybraných ťežkých kovů půdami. Pedológia a meliorace. 28, 3, 1992. s.3-11

Mistrík, I. (2001): Vplyv nepriaznivých faktorov na rast a vývin rastlín. *In Biológia, Ekológia, Chémia*, roč. 6, 2001, č. 2, s. 22-25.

Potravinový kódex SR, 2. časť, Hlava č.10 Kontaminanty v potravinách (výnos č.608/3/2004-100 z 15.marca 2004, aktualizované výnosom č. 1907/2004 - 100 z 21. júla 2004,č. 3372/2004-100 z 17. januára 2005).

Tóth, T., Lazor, P. (1998): Cudzorodé látky v požívatinách. Nitra : SPU, 1998. 83 s. ISBN 80-7137-544-6.

Vestník ministerstva pôdohospodárstva SR, ročník XXXVIII, 31. máj 2006, čiastka 11.

Zákon 220/2004. „O ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Zawadska, T. (1990): Contents of metals in vegetables from different regions of Poland in the years 1986-1988. I. Contents of lead, cadmium and mercury. Rocyniki Panstwowego Zakladu Higieny, 41, 3-4, 1990, p.11-131