

## OBSAH RIZIKOVÝCH PRVKOV V KVETEOCH LIPY V MESTE PREŠOV (SLOVENSKO)

### CONTENT OF RISK ELEMENTS IN LINDEN FLOWERS IN PREŠOV CITY (SLOVAKIA)

*Lenka DEMKOVÁ<sup>1</sup> – Erik HRABUŠA<sup>1</sup> – Jozef OBOŇA<sup>1</sup>*

#### ABSTRACT

*The traffic has a number of negative effects on human health, animals, the plants and the quality of the environment, is one of the main factors of flora contamination. In the measurements of concentrations of risk elements in lime flowers (*Tilia cordata* Mill.) in Prešov (2016) we found a higher concentration of aluminum and iron. Low concentrations have been observed for elements such as cadmium, selenium, nickel, arsenic, lithium and silver. Since no limit values have been exceeded for any of given element, we can consider, that tea preserved from lime flowers collected in the Presov city is suitable for consumption.*

#### KEYWORDS

*contamination, traffic, Tilia, city*

#### Úvod

Doprava patrí k najväčším znečisťovateľom životného prostredia a producentom skleníkových plynov. Koncentrácia toxických prvkov narastá nie len vo svetových metropolách ale aj v menších mestách, Slovensko nevynímajúc. Emisie zo spaľovania benzínu a nafty majú negatívny dopad na všetky živé organizmy, ohrozujú ľudské zdravie, a vplývajú na globálne klimatické zmeny, ktorých dôsledky sa budú prejavovať ešte veľa rokov (ANDRÁŠ et al. 2008).

Najdôležitejšími škodlivinami, ktoré sú produkované hlavne pri cestnej doprave sú tuhé častice, ako je oxid uhoľnatý (CO), uhľovodíky (HC), tekuté organické látky (VOCs), rôzne oxidy dusíka (NO<sub>x</sub>), oxid siričitý (SO<sub>2</sub>), rizikové prvky ako je napríklad olovo, arzén, nikel a z hľadiska globálnych klimatických zmien je dôležitý aj oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Doprava, okrem už spomínaných vplyvov, prispieva k znečisteniu pôdy a vody, je zdrojom hluku, zaberá pôdu, parceluje a fragmentuje krajinu a nadmerne spotrebúva energiu. Mnohé štúdie ukázali, že celosvetovo dosahujú emisie z výfukov motorových vozidiel až 10 miliárd m<sup>3</sup> každý rok (KAFFKA & PUNČOCHÁROVÁ 2002). Aj napriek zlepšeniu účinnosti čistenia spalín dochádza v dôsledku narastajúceho počtu vozidiel na cestách a ich častejšieho používania, k celkovému zvyšovaniu emisií (AUGUSTIJN-BECKERT et al. 1994). Produkcia oxidu uhličitého v Slovenskej republike v roku 1990 tvorila 60 miliónov ton. Údaje o emisiách ťažkých

<sup>1</sup> *Laboratory and Museum of Evolutionary Ecology, Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, ul. 17. novembra č. 1, SK – 081 16 Prešov, Slovakia; e-mail: lenka.demkova@unipo.sk, obonaj@centrum.sk, erikhrabusa@gmail.com*

kovov, aromatických uhľovodíkoch, organických látkach (chlórované uhľovodíky, PCB a podobne), ktoré vstupujú do vzduchu zo spaľovacích činností, z technológií, dopravy sú podľa niektorých autorov stále nedostatočné (ĎURŽA 2003).

Pokles koncentrácie olova v životnom prostredí v mestských oblastiach súvisel so znížením spotreby fosílnych palív a najmä s viac ako štvornásobným znížením obsahu olova v benzínoch v roku 1982. Od začiatku 50.tych rokov sa vo východnej a strednej Európe pozoruje 1 až 2 % ročné zvýšenie koncentrácie ozónu pri zemi, ktorý je spôsobený narastaním emisií oxidov dusíka a prchavých uhľovodíkov. Na druhej strane hodnoty ozónu v stratosfére v našich zemepisných šírkach sa za posledných dvadsať rokov znížili celkovo asi o 7-8 %. Celý tento dlhodobý vývoj sa odzrkadľuje na zníženej kvalite pestovaných plodín, úžitkových rastlín a hlavne celkovej kvalite ovzdušia.

Na území Slovenska sú pozdĺž cestných komunikácií často vysádzané ovocné a iné stromy, ktorých plody či kvety ľudia zbierajú, konzumujú, prípadne inak využívajú. Rizikové prvky kumulované v ovocí spôsobujú závažné ochorenia ako aj rôzne genetické poškodenia. VIOLOVÁ & MAGULOVÁ (1995) uvádzajú, že rastliny môžu hromadiť rizikové prvky v tkanivách alebo na svojom povrchu, v dôsledku veľkej schopnosti adaptovať sa na zmeny chemických vlastností prostredia. Rastliny sa preto považujú za určitý rezervoár, toxických látok, ktoré do nich vstupujú z pôdy, vody a vzduchu a následne prechádzajú do živočíšnych organizmov. Takýto transfer z prostredia do rastlín a následne do ich konzumentov bol potvrdený u rizikových prvkov ako olovo (Pb), arzén (As), hliník (Al), kadmium (Cd), zinok (Zn), meď (Cu), ortuť (Hg) a iné (POLÁČEK et al. 2005; POŠIVAKOVÁ et al. 2016). Tieto prvky boli prítomné prakticky vo všetkých zložkách prírodného prostredia.

V zmesiach sa toxické účinky jednotlivých kovov môžu navzájom zosilňovať (synergizmus Cd+Zn, Ni+Zn, Hg+Cu a ďalšie), ale tiež zoslabovať (antagonizmus Se+Cd, Se+Hg) (TÓTH 2009). Hlavným zdrojom vstupu rizikových prvkov do organizmu je predovšetkým potrava, ak samozrejme neberieme do úvahy vdychovanie kontaminovaného vzduchu. Viacerí autori napr. MAKOVNÍKOVÁ (2001) a TÓTH (2009) poukázali na to, že rastliny najlepšie akumulujú Zn a následne ostatné prvky v nasledovnom poradí Cd > Cr > Cu > Mn > Fe > Hg > Pb > As.

Cieľom práce je zistiť obsah jednotlivých rizikových prvkov vo vzorkách lipy a zároveň zistiť štatisticky významné rozdiely v obsahoch rizikových prvkov medzi ulicami.

## MATERIÁL A METÓDY

Vzorky kvetov lipy (*Tilia cordata*) sme odoberali v júni 2016 (20.6.2016) z intravilánu mesta Prešov. Najskôr boli vytypované komunikácie (cestné/železničné) v blízkosti ktorých rástli lipy. Lipy, z ktorých bol odobieraný kvet mali približne rovnakú výšku, obvod kmeňa vo výške 130 cm nad zemou a rástli približne v rovnakej vzdialenosti od komunikácií. Vzorky sa odoberali zo 4 lokalít (Tabuľka 2, Obrázok 1, 2).

**Tabuľka 2.** Prehľadová tabuľka vzorkovaných lokalít.

typ komunikácie	názov	približná poloha lokality
1 (cesta)	Obrancov mieru	48°59'41,0"N 21°13'47,9"E
2 (železnica)	Urbánkova	48°59'53,1"N 21°13'54,2"E
3 (cesta)	Budovateľská	48°59'07,8"N 21°14'34,8"E
4 (železnica)	Pavlovičovo námestie	48°59'23,4"N 21°14'32,5"E

Na každej komunikácii bol kvet lipy odoberaný z 3 stromov, zo strany kolmej na komunikáciu z výšky približne 150 až 200 cm od zeme do samostatných sterilných odberových vreciek. Z každého stromu bolo odobraných cca 100 kvetov. Obsah vreciek sa následne vysušil pri laboratórnej teplote.



**Obrázok 1.** Mapa vzorkovaných lokalít. (Zdroj: [www.mapy.sk](http://www.mapy.sk))



**Obrázok 2.** Lipa na ulici Obrancov mieru.

### ***Analýza rizikových prvkov***

Analýza rizikových prvkov v kvetoch lipy bola vykonaná v Nitre na Fakulte biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre a to nasledovne: Vzorok kvetov lipy boli vysušené na vzduchu v teplovzdušnej sušiarňi (60°C) Venticel 111 (BMT, a.s., Česká republika) a homogenizované za použitia rezného mlynu GRINDOMIX GD 200 (Retsch s.r.o., Haan, Nemecko). Vzorok boli následne mineralizované v uzavretom systéme mikrovlnného rozkladu Mars X-Press 5 (Korporácia CEM, Matthews, NC, USA) v zmesi 5 ml 67% HNO<sub>3</sub> Suprapur® (Merck, Darmstadt, Nemecko) a 5 ml deionizovanej vody (0,054 mScm<sup>-1</sup>) z Simplicity 185 (Millipore SAS, Molsheim, Francúzsko). Mineralizované roztoky sa prefiltrovali cez kvantitatívny filtračný papier FILTRAK No. 390 (Munktell& FILTRAK, s.r.o., Bärenstein, Nemecko) a doplnili sa deionizovanou vodou do objemu 50 ml. Obsah rizikových prvkov bol stanovený za použitia atómového absorpčného spektrofotometra (FAAS) na SpectrAA 240FS (Variana.s., Mulgrave, VIC, Austrália) a elektrotermického atómového absorpčného spektrofotometra (GF-AAS) s korekciou pozadia Zeeman na Spectr AA 240Z (Variana.s., Mulgrave, VIC, Austrália) (ÁRVAY et al. 2015). Štatistická analýza

Jednofaktorová analýza rozptylu (One-way ANOVA) doplnená Tukeyovým viac násobným porovnávacím testom boli použité, aby boli zistené rozdiely v koncentráciách rizikových prvkov medzi ulicami na  $p < 0,05$  a  $p < 0,01$  úrovni. Pred analýzou boli údaje log+1 transformované. Klastrová analýza bola použitá za účelom zistenia skupín rizikových prvkov, podobného alebo rovnakého pôvodu. Spearmanov korelačný koeficient bol použitý za účelom zistenia významných závislostí medzi rizikovými prvkami, ktoré tiež poukazujú na ich rovnaký pôvod. Všetky štatistické analýzy boli vykonané pomocou softvéru PAST 2.17c (HAMMER et al. 2001).

### **VÝSLEDKY**

V tabuľke 3 sú uvedené všetky hodnoty stanovených rizikových prvkov (Al, Ag, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn, As, Se) v kvetoch lipy v Prešove v roku 2016. Pri meraniach koncentrácií rizikových prvkov v kvetoch lipy v meste Prešov (2016) sme zistili najvyššiu hodnotu hliníka na Pavlovičovom námestí A, a to 115 mg/kg<sup>-1</sup>, a zároveň najnižšia hodnota tohto prvku bola nameraná na ulici Urbánková C s hodnotou 20,9 mg/kg. Ďalším prvkom s vysokým zastúpením bolo železo s hodnotou 157 mg/kg<sup>-1</sup>, a to na Budovateľskej ulici, a najnižšie na ulici Obrancov mieru C, s hodnotou 38,4 mg/kg<sup>-1</sup>. Najnižšie koncentrácie sme namerali u prvkov ako je kadmium, selén, nikel, arzén, lítium a striebro.

Spearmanov korelačný koeficient bol použitý za účelom zistenia závislostí medzi rizikovými prvkami, ktoré poukazujú na ich rovnaký pôvod (Tabuľka 4). V prípade Se, Mn a Al nebola zistená žiadna korelácia s inými prvkami. Rovnako v prípade Cu nebola zistená žiadna korelácia s inými prvkami s výnimkou Se, kde bola zistená významná negatívna závislosť.

**Tabuľka 3.** Hodnoty koncentrácie rizikových prvkov v kvetoch lipy v meste Prešov (2016). ND – pod detekčným limitom

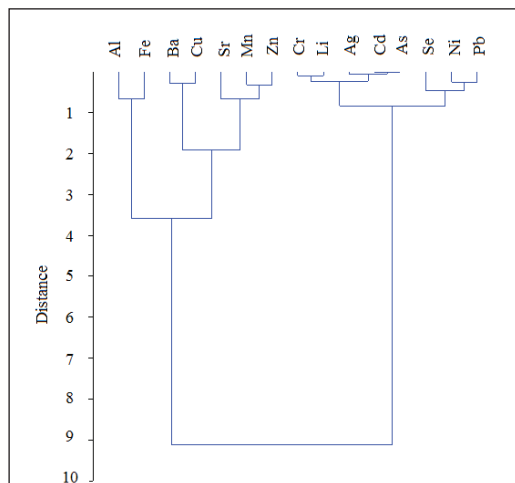
prvok (mg/kg <sup>1</sup> )	Al	Ag	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Li	Mn	Ni	Pb	Sr	Zn	As	Se
Obráncov mieru A	55,2	0,020	6,51	0,03	0,25	4,89	85,6	0,18	15,0	0,46	0,57	28,8	21,9	ND	0,46
Obráncov mieru B	52,9	0,182	6,64	0,01	0,21	7,07	85,3	0,07	11,5	0,25	0,65	24,9	22,2	0,23	0,92
Obráncov mieru C	25,3	0,013	6,39	0,02	0,10	4,66	38,3	0,12	11,4	0,22	0,43	29,8	ND	ND	0,04
Urbánkova A	37,2	ND	5,80	0,01	0,15	3,75	91,5	0,06	15,2	0,29	0,66	24,2	14,7	0,02	ND
Urbánkova B	22,7	0,021	4,38	ND	0,11	6,06	68,5	0,02	13,6	0,32	0,77	25,7	9,99	ND	0,39
Urbánkova C	20,9	0,003	6,47	0,01	0,05	5,07	60,8	0,02	16,4	0,08	0,46	28,5	14,2	0,18	0,08
Budovateľská A	65,8	0,001	6,35	0,01	0,24	5,31	110	0,07	13,3	0,82	0,89	23,9	24,4	0,09	0,54
Budovateľská B	75,8	ND	8,08	0,02	0,23	4,74	110	0,07	19,9	0,65	0,86	31,3	22,8	ND	0,92
Budovateľská C	39,6	ND	ND	ND	0,16	8,11	72,9	0,09	14,0	0,19	0,41	21,2	16,6	0,10	0,34
Pavlovičovo námestie A	115	0,01	6,23	0,02	0,28	5,35	157	0,15	16,3	0,34	1,04	27,2	16,7	ND	0,26
Pavlovičovo námestie B	80,4	ND	6,53	0,01	0,20	6,09	115	0,22	15,5	0,39	0,65	24,3	19,0	ND	0,66
Pavlovičovo námestie C	56,8	ND	4,47	0,01	0,17	7,81	86,7	0,06	19,6	0,57	0,83	22,3	17,	ND	ND

**Tabuľka 4.** Korelačné závislosti medzi rizikovými prvkami stanovenými v kvetoch lipy v meste Prešov (2016).

	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Li	Mn	Ni	Pb	Sr	Zn	Se
Ag	-0,006	0,31	0,43	0,92**	0,10	0,87**	-0,58*	0,36	0,62*	0,67*	0,06	0,65	0,16
Al		0,15	-0,27	0,07	0,30	-0,04	-0,17	-0,45	-0,24	-0,09	-0,06	0,26	0,51
Ba			0,42	0,28	-0,24	0,15	0,31	-0,02	-0,02	-0,22	0,39	0,63*	0,31
Cd				0,52	-0,38	0,20	0,68*	0,19	0,23	0,11	0,67*	0,35	0,13
Cr					-0,01	0,81**	0,55	0,18	0,69*	0,67*	0,02	0,69*	0,37
Cu						0,02	-0,02	-0,03	-0,02	-0,05	-0,64*	0,01	-0,03
Fe							0,32	0,47	0,53	0,78*	-0,16	0,41	0,17
Li								-0,05	0,17	-0,01	0,06	0,39	-0,22
Mn									0,29	0,41	0,08	0,05	-0,11
Ni										0,68*	-0,06	0,57	0,41
Pb											-0,01	0,18	0,28
Sr												0,08	0,32
Zn													0,49

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.0

Štatisticky významná pozitívna korelácia ( $p < 0.01$ ) bola zistená medzi prvkami Cr-Fe-Ag navzájom a medzi Fe-Cr. Štatisticky významné pozitívne korelácie na hladine významnosti  $p < 0.05$  boli potvrdené medzi kovmi Ag-Li, Ag-Ni, Ag-Pb, Cd-Li, Sr-Cd, Zn-Ba a tiež medzi dvojicami Cr-Ni, Cr-Pb, Cr-Zn. Na základe klastrovej analýzy boli hodnotené prvky zoskupené do dvoch skupín. Prvá je tvorená prvkami Al, Fe, Ba, Cu, Sr, Mn, Zn a druhú skupinu tvoria kovy ako Cr, Li, Ag, Cd, As, Se, Ni a Pb (obrázok 2).



**Obrázok 2.** Klastrová analýza rizikových prvkov.

## DISKUSIA

Podľa výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 11. septembra 2006 z. 18558/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca kontaminanty v potravinách boli stanovené najvyššie prípustné množstvá kontaminantov v potravinách.

V prípade kadmia (prípustná hodnota je od  $0,01 \text{ mg.kg}^{-1}$  pre mlieko až  $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$  pre mak) boli v nami hodnotených kvetoch lipy zaznamenané zvýšené hodnoty, ktoré sa pohybovali v rozmedzí  $0,01\sim 0,03 \text{ mg/kg}^{-1}$ . V prípade olova, kde sa limitné hodnoty pohybuje od  $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$  pre nealkoholické nápoje až po  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  pre čaj na prípravu nápoja, môžeme konštatovať, že nami namerané hodnoty koncentrácií olova neprekračovali tieto stanovené limity. Prípustné hodnoty arzénu sa pohybuje od  $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$  pre jedlé tuky a oleje až po  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$  v koreninách. Obsah arzénu vo vzorkách lipy, ktorý sa pohyboval od  $0,54\sim 0,10 \text{ mg/kg}^{-1}$  môžeme považovať za nízky. Namerané hodnoty medi ( $3,75\sim 8,11 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) neprekračovali odporúčané hodnoty, ktoré sa pohybuje od  $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$  pre jedlé tuky a oleje okrem panenských až po  $150 \text{ mg.kg}^{-1}$  čaj na prípravu nápoja.

Keďže podľa výnosu 18558/2006-SL neboli v žiadnom prípade prekročené limitné hodnoty, usudzujeme, že čaj uverený z kvetov lipy zozbieranej v meste Prešov by mal byť vhodný na konzumáciu. Na základe Klastrovej analýzy kovov môžeme predpokladať, že prvky boli zgrupované do skupín na základe podobnosti. Predpokladáme, že jedna skupina prvkov pochádza pravdepodobne z korózie dopravných prostriedkov a druhá skupina rizikových prvkov napríklad z pohonných hmôt. Podobnej problematike a podobným záverom, ako je v tejto práci sa venovali aj ÁRVAY et al. (2015), ktorí skúmali vybrané kovy v čajoch. V suchom zelenom čaji zaznamenali koncen-

trácie Cd:  $0.16 \pm 0.08 \text{ mg.kg}^{-1}$ , Pb:  $0.88 \pm 0.59 \text{ mg.kg}^{-1}$  a v čiernom čaji hodnoty Cd:  $0.39 \pm 0.08 \text{ mg.kg}^{-1}$ , Pb:  $1.39 \pm 0.55 \text{ mg.kg}^{-1}$  (priemer a štandardná odchýlka). Zatiaľ čo vo vylúhovanom čaji zaznamenali koncentrácie pre zelený čaj Cd:  $0.28 \pm 0.07 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$ , Pb:  $1.98 \pm 0.50 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$  a čiernom čaji Cd:  $0.29 \pm 0.05 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$ , Pb:  $1.96 \pm 1.26 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$  a prišli k záveru, že tieto čaje nepredstavuje zdravotné riziko pre spotrebiteľa.

Golian et. al (2004) testovali na prítomnosť vybraných kovov viaceré potraviny, vrátane čaju, a udávajú nasledovné hodnoty pre čaj (max/min) pre Cd: 0,001/0,66  $\text{mg.kg}^{-1}$  a pre Pb 0,04/1,55  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Vo všeobecnosti môžeme povedať, že podľa analýz prítomnosti kovov v kvetoch lipy sa nepotvrdila domnienka, že s narastajúcou záťažou ciest motorovými vozidlami narastá aj kontaminácia kvetov lipy. Lokálne znečistenie ovplyvňujú viaceré faktory ako aj priemyselná činnosť, miestne prúdenie vetra, rezistencia organizmu či druh pohonných hmôt a stupeň absorpcie a eliminácie týchto prvkov v telách organizmov.

Prítomnosť rizikových prvkov môže byť hlavne pri vysokých hodnotách veľmi nebezpečná pre ekosystémy a organizmy, ktoré ich tvoria a nakoniec aj pre nás ľudí. Ich koncentrácia sa v potravinovom reťazci neustále zvyšuje a preto by mali byť pravidelne monitorované a v prípade hrozby prekročenia limitných hodnôt aj prijímané preventívne opatrenia na zabránenie možných negatívnych vplyvov na ekosystém a všetky jeho zložky.

Rovnako je potrebné myslieť aj na budúce generácie a preferovať preto šetrnejšie formy dopravy, priemyselných technológií, ktoré by nezaťažovali životné prostredie v takej veľkej miere ako je to v súčasnosti.

## POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore Vedeckej grantovej agentúry – projekt VEGA 2/0004/16 a vďaka podpore operačného programu Výskum a vývoj – projekt Univerzitný vedecký park TECHNICOM pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií, kód ITMS: 26220220182, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## LITERATÚRA

- ANDRÁŠ, P. – LICHÝ, A. – KRIŽÁNI, I. – RUSKOVÁ, J. – LADOMERSKÝ, J. – JELEŇ, S. – HRONCOVÁ, E. – MATÚŠKOVÁ, L., 2008. Podlipadump-field at Lubietová – land contaminated by heavy metals (Slovakia). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 3: 5–18.
- ÁRVAY, J. – MARTIN, H. – TOMÁŠ J. – HARANGÓZO, E., 2015. Determination of mercury, cadmium and lead contents in different tea and teas in fusions (*Camelia sinensis*, L.). *Potravinárstvo* 9: 398–402.
- AUGUSTIJN-BECKERS, P.E.M. – HORNSKY, A.G. – WAU-CHOJE, R.D., 1994. The SCS /ARS/ CES pesticide properties database for environmental decision monitoring. II. Additional compounds. In: Ware G.W. (ed.). *Review of environmental contamination and toxicology*. New York: Springer - Verlag, 1994, vol. 137, 141 pp.
- DURŽA, O., 2003. Využitie pôdnej magnetometrie v environmentálnej geochémii ťažkých kovov. *Acta Geologica Universitatis Comenianae* 58: 29–55.

- GOLIAN, J. – SOKOL, J. – CHOVANEC, M., 2004. Kadmium, olovo a ortuť - riziko surovín a potravín v spoločnom stravovaní = Cadmium, lead and mercury - risk of rawmaterials and food in public-catering: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe [elektronický zdroj] = Topicaltasksolved in agro-food sektor : zborník z X. medzinárodného vedeckého seminára, Nitra 19. november 2004 / zostavovateľ: KLÁRA VAVRIŠINOVÁ. - 1. vyd. - Elektronický konferenčný zborník. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, pp. 219–227.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D.A.T. – PAUL, D. R., 2001. Past: Paleontological Statistics Software Packagefor Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 4–9.
- KAFKA, Z. – PUNČOCHÁŘOVÁ, J., 2002. Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy* 96: 611–617.
- MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DLAPA, P. – DERCOVÁ, K., 2006. Anorganické kontaminanty v pôdnom ekosystéme. *Chemické listy* 100: 424–432.
- POLÁČEK, Š. – KULICH, J. – TOMÁŠ, J. – VOLLMANNOVÁ, A., 2005. Anorganická chémia. Nitra : SPU v Nitre, 2005. 137 pp.
- POSIVAKOVA, T. - SVAJLENKA, J. - LAZAR, G. - POSIVAK, J. - TOTHOVA, C. - SOPOLIGA, I. - PORACOVA, J., 2016. Interaction of Heavy Metals and Selected Biochemical Parameters in Mouflons. *Chemické listy* 110: 284-288
- TÓTH, T., 2009. Obsah kadmia a niklu v pôdach a rastlinnom materiály po aplikácii biokalu na VPP Kolínany, *Acta fytotechnica et zootechnica*, Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, pp. 672–683.
- VILOVÁ, A. – MAGULOVÁ, K., 1995. Heavy metals in the atmosphere. Bratislava, MŽP SR 1995, 23 pp.