

## Obsah ťažkých kovov v orgánoch drobných zemných cicavcov z emisne zaťaženej oblasti

Jančová, A., Massányi, P.<sup>1</sup>, Nad', P.<sup>2</sup>, Drábeková, J.<sup>3</sup>, Koréneková, B.<sup>2</sup>, Skalická, M.<sup>2</sup>

Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF Nitra

<sup>1</sup>Katedra fyziológie živočíchov, FBP SPU Nitra

<sup>2</sup>Výskumný ústav veterinárnej medicíny, UVL Košice

<sup>3</sup>Katedra botaniky a genetiky, FPV UKF Nitra

### Abstract

Contamination of selected parenchyma organs (liver, kidney, testes, epididymides, uterus) of *Apodemus flavicollis* and *Clethrionomys glareolus* (Rodentia) with chemical elements (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd) in conditions of anthropogenically exposed locality Horná Nitra – Nováky were studied. Metal levels in tissue were measured by AAS. The high concentration of copper was detected in uterus of *Apodemus flavicollis* (10.264 mg.kg<sup>-1</sup>), less in liver (*Apodemus flavicollis* – males: 7.565 mg.kg<sup>-1</sup>, females: 5.133 mg.kg<sup>-1</sup>; *Clethrionomys glareolus* – males: 7.260 mg.kg<sup>-1</sup>). The highest average concentrations of iron were recorded in uterus of *Apodemus flavicollis* (618.5 mg.kg<sup>-1</sup>), of manganese in liver of *Clethrionomys glareolus* (4.802 mg.kg<sup>-1</sup>) and of zinc and cadmium in epididymides of *Apodemus flavicollis* (Zn: 209.373 mg.kg<sup>-1</sup>; Cd: 0.471 mg.kg<sup>-1</sup>). The ratio between concentrations in kidneys and liver in the case of cadmium was 1:1,163 (males *Apodemus flavicollis*), 3,087:1 (females *Apodemus flavicollis*) and 1,596:1 (males *Clethrionomys glareolus*).

### Úvod

Chemická výroba a spaľovanie fosílnych palív je spojené so vznikom veľkého množstva škodlivín, predovšetkým oxidov sýry, nitróznych plynov a aj emisií ťažkých kovov. Oblasť Elektrárne Nováky patrí medzi emisne najzaťaženejšie v rámci celého Slovenska (KULICH, 1994).

Ťažké kovy sú toxické pre všetky živé organizmy. Ich nebezpečenstvo súvisí najmä s pohyblivosťou v potravinovom reťazci a so schopnosťou ukladať sa a akumulovať. Toxické zložky priemyselných úletov vyvolávajú morfológické zmeny a následne i zmeny fyziologické alebo genetické. Najčastejšie sa patologické zmeny týkajú krvi a orgánov krvotvorby, pohlavných orgánov a reprodukcie, tráviaceho traktu a dýchacieho aparátu. Existuje signifikantný vzťah medzi množstvom kovových rezíduí v pôde, vode, resp. v potrave a v orgánoch cicavcov i zástupcov ostatných tried stavovcov, predovšetkým v pečeni a obličkách (TALMAGE & WALTON, 1991; PANKAKOSKI et al., 1993; SHORE & DOUBEN, 1994a,b; SHORE, 1995; BÍREŠ et al., 1995; GALLO et al., 1995; KOMARNICKI, 2000; STAWARZ et al., 2003).

Drobné zemné cicavce sú vhodnými bioindikátormi antropogénneho zaťaženia krajiny, pretože spĺňajú nasledovné kritériá. V priemyselne exponovaných oblastiach dosahujú vysokú abundanciu. Ich migračná schopnosť je obmedzená a malé individuálne teritória zabezpečujú detekciu miestneho fenoménu (FLICKINGER & NICHOLS, 1990). Migrácia

môže maskovať negatívne efekty environmentálneho znečistenia (WREN, 1986). Vysoká životaschopnosť predpokladá možnosť dlhodobého efektu, resp. akumulácie ťažkých kovov a zdravotných defektov spôsobených dlhodobou záťažou.

Cieľom práce bolo určiť koncentrácie a distribúcie ťažkých kovov v orgánoch drobných zemných cicavcov.

## Materiál a metodika

V práci sme analyzovali 43 vzoriek, ktoré boli odobraté z pečene, obličiek, semenníkov, prisemenníkov a maternice dvoch divo žijúcich druhov radu *Rodentia*: ryšavka žltohrdlá (*Apodemus flavicollis*) a hrdziak lesný (*Clethrionomys glareolus*).

Jedince boli získané pomocou štandardných teriologických metód a postupov (PELIKÁN et al., 1977; PUCEK & OLSZEWSKI, 1971) z lesného a podmočeného prostredia v blízkosti tepelnej elektrárne Nováky. Všetok materiál bol v teréne a následne i laboratórne spracovaný. Taxonomická príslušnosť získaných jedincov bola posúdená podľa PELIKÁN et al. (1979). Somatometrické merania sa uskutočnili podľa PUCEK (1984).

Koncentrácie ťažkých kovov: medi (Cu), železa (Fe), mangánu (Mn), zinku (Zn) a kadmia (Cd) v uvedených parenchymatóznych orgánoch boli stanovené pomocou metódy atómovej absorpčnej spektrofotometrie.

Kvantitatívne údaje boli vyhodnotené a spracované pomocou programu Statgraphics.

## Výsledky

Získané výsledky sú prezentované v tabuľke 1, uvedené sú priemerné koncentrácie, smerodajné odchýlky, minimálna a maximálna nameraná hodnota a medián v príslušnom orgáne podľa druhu a v prípade *Apodemus flavicollis* i podľa pohlavia.

**Med'**. Najvyššie koncentrácie tohto prvku boli zistené v maternici *Apodemus flavicollis* (10,264 mg.kg<sup>-1</sup>). V pečeni, obličkách i pohlavných orgánoch samcov *Apodemus flavicollis* i *Clethrionomys glareolus* boli koncentrácie medi niekoľkonásobne nižšie. Výrazný rozdiel v obsahu Cu i iných prvkov v pohlavných orgánoch samcov a samíc môže byť dôsledkom ich odlišnej morfolologickej a histologickej štruktúry. Pomer záťaže maternice a obličiek, resp. pečene samíc *A. flavicollis* bol 1,91:1, resp. 2:1. Podobne KOMARNICKI (2000) potvrdil zvýšenú kumuláciu Cu v samičích gonádach. Podľa Jenčíka et al. (2000) pohlavné orgány patria medzi orgány s nízkou hladinou medi. U samcov oboch analyzovaných druhov bola najviac kontaminovaná pečeň: *Apodemus flavicollis* – 7,565 mg.kg<sup>-1</sup> a *Clethrionomys glareolus* – 7,260 mg.kg<sup>-1</sup>, potom nasledovali obličky: *Apodemus flavicollis* – 4,816 mg.kg<sup>-1</sup>, *Clethrionomys glareolus* – 3,047 mg.kg<sup>-1</sup>. BUKOVJAN et al. (1997) udáva koncentráciu medi v pečeni *Lepus europaeus* 4,683 mg.kg<sup>-1</sup>, čo je takmer o polovicu nižšia hodnota ako v prípade našich zistení. V obličkách udáva hodnotu porovnateľnú s našimi výsledkami.

**Železo**. Najvyššie koncentrácie železa boli opäť zistené v maternici *Apodemus flavicollis* – 618,5 mg.kg<sup>-1</sup>. Nižší obsah železa bol v obličkách (506,9 mg.kg<sup>-1</sup>) a v pečeni (455,233 mg.kg<sup>-1</sup>). Zo samcov boli viac kontaminované jedince *Clethrionomys glareolus* a to v poradí pečeň (461,767 mg.kg<sup>-1</sup>), semenníky (421,7 mg.kg<sup>-1</sup>) a obličky (394,733 mg.kg<sup>-1</sup>). Najnižšia koncentrácia Fe bola zaznamenaná v prisemenníkoch *Apodemus flavicollis* (139,697 mg.kg<sup>-1</sup>).

**Mangán.** Najvyššiu kumuláciu tohto mikroelementu sme zaznamenali v pečeni *Clethrionomys glareolus* (4,802 mg.kg<sup>-1</sup>). V pečeni oboch pohlaví *Apodemus flavicollis* bola priemerná koncentrácia niekoľkonásobne nižšia (0,887 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. 0,748 mg.kg<sup>-1</sup>). Pomerne vysoké hodnoty sa vyskytli i vo vzorkách maternice *Apodemus flavicollis* ( $\bar{x}$  = 2,272 mg.kg<sup>-1</sup>; maximálna hodnota 6,156 mg.kg<sup>-1</sup>).

**Zinok.** Vysoké priemerné hladiny zinku boli zistené vo všetkých sledovaných orgánoch, najmä v komparácii s výsledkami BUKOVJANA et al. (1997). Porovnateľné hodnoty udáva KOMARNICKI (2000) pre *Talpa europaea*. Najvyššia priemerná (209,373 mg.kg<sup>-1</sup>) i maximálna hodnota (401,4 mg.kg<sup>-1</sup>) bola zistená v prisemenníku *Apodemus flavicollis*.

**Kadmium** je neesenciálny prvok s vysokou potenciou schopnosťou pohybovať sa v potravinovom reťazci (HUNTER et al., 1987). Hladiny tohto vysoko toxického kovu boli vo všetkých vzorkách relatívne nízke. Najvyššia koncentrácia bola v prisemenníku *Apodemus flavicollis* 0,471 mg.kg<sup>-1</sup>. V ostatných orgánoch boli koncentrácie rádo nižšie. Koncentrácie zistené v pečeni korelujú s predchádzajúcimi analýzami (JANČOVÁ et al., 2002). Obsah Cd v obličkách v porovnaní s citovanou prácou poklesol. Obsah Cd v parenchymatóznych orgánoch *Apodemus flavicollis* a *Clethrionomys glareolus* vykazoval nízke hodnoty napriek vysokým priemerným hodnotám zinku. Hodnoty sú porovnateľné s výsledkami TOMANA et al. (2000), ktoré udáva pre králika. SLAMEČKA et al. (1994) uvádza v pečeni zajacov z rôznych lokalít Slovenska vyššie hodnoty pohybujúce sa v intervale 0,217 – 0,523 mg.kg<sup>-1</sup>. Podľa KOMARNICKÉHO (2000) sú kadmium najviac zaťažené obličky, za ktorými nasleduje pečeň. Pomer záťaže obličiek a pečene bol v prípade samcov *Apodemus flavicollis* 1:1,163, samíc *Apodemus flavicollis* 3,087 : 1 a samcov *Clethrionomys glareolus* 1,596:1.

## Literatúra

- BÍREŠ, J., VRZGULA, L., WEISSOVÁ, T. a i., 1995: Distribution of Cu, Fe, Zn, As, Cd and Pb in sheep organism after experimental intoxication with copper oxide from industrial flue dust. In: Tierärztl. Umschau, roč. 50, s. 364 – 367.
- BUKOVJAN, K., WITTINGEROVÁ, Z., ČERNÁ, E., 1997: Chemical elements in tissues and histological changes in tissue of hares (*L. europaeus* Pall.). Scientia Agriculturae Bohemica, 28 (3): 215 – 226.
- FLICKINGER, E.L., NICHOLS, J.D., 1990: Small mammal populations at hazardous waste disposal sites near Houston, Texas, USA. Environ. Pollut. 65, 169 – 180.
- GALLO, M., GALLO, J., SOMMER, A., a i., 1995: Vplyv zvýšenej emisie arzénu na jeho obsah v pôde, krmivách a živočíšnych tkanivách. In: J. Farm. Anim. Sci., roč. 28, s. 23 – 27.
- HUNTER, B.A., JOHNSON, M.S., THOMPSON, D.J., 1987: Ecotoxicology of Cu and Cd in a contaminated grassland ecosystem. III. Small mammals. J. Appl. Ecol. 24, 601 – 614.
- JANČOVÁ, A., MASSÁNYI P., GÁLOVÁ, J., 2002: The concentration of cadmium and lead in liver and kidneys in *Apodemus flavicollis* and *Clethrionomys glareolus*. Folia veterinaria, 46, 2: 65-67.
- JENČÍK, F., BÍREŠ, J., BINDAS, I., LEŠNÍK, F., DANKOVIČOVÁ, Z., MARIŠČÁKOVÁ, R., PAVLÍK, V., 2000: Význam medi z hľadiska súčasných poznatkov. Zb. z IX. medzinár. symp. O ekológii vo vybraných aglomeráciách Jelšavy – lubeníka a stredného Spiša. Univerzita veterinárskeho lekárstva Košice. s. 71 – 74.

- KOMARNICKI, G.J.K., 2000: Tissue, sex and age specific acculation of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd) by populations of the mole (*Talpa europaea* L.) in a central urban area. *Chemosphere* 41, 1593 – 1602.
- KULICH, J., 1994: Rizikové prvky v agroekologických podmienkach Hornej Nitry. VŠP Nitra, 106s.
- PANKAKOSKI, E., HYVÄRINEN, H., JALKANEN, M., KOIVISTO, I., 1993: Accumulation of heavy metals in the mole in Finland. *Environ. Pollut.* 80, 9 – 16.
- PELIKÁN, J., GAISLER, J., RODL, P., 1979: Naši savci. Academia Praha.
- PELIKÁN, J., ZEJDA, J., HOLIŠOVÁ, V. 1977. Efficiency of different traps in catching small mammals. *Folia zool.*, 26, 1, p. 1 - 13.
- PUCEK, Z. 1984. Klucz do oznaczania ssaków Polski. PWN Warszawa, 384 s.
- PUCEK, Z., OLSZEWSKI, J. 1971. Results of extended removal catches of rodents. *Ann. Zool. Fennici*, 8: 37 - 44.
- SHORE, R.F., 1995: Predicting cadmium, lead and fluoride levels in small mammals from soil residues and by species-species extrapolation. *Environmental Pollution* 8, 333 – 340.
- SHORE, R.F., DOUBEN, P.E.T., 1994a: Predicting ecotoxicological impacts of environmental contaminants on terrestrial small mammals. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 134, 49 – 89.
- SHORE, R.F., DOUBEN, P.E.T., 1994b: The ecotoxicological significance of cadmium intake and residues in terrestrial small mammals. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 29, 101 – 112.
- SLAMEČKA, J., JURČÍK, R., TATARUCH, F., a i., 1994: Kumulácia ťažkých kovov v orgánoch zajaca poľného (*Lepus europaeus* Pall.) na juhozápadnom Slovensku. *Folia Venatoria*, 24, s. 77 – 87.
- STAWARZ, R., ZAKRZEWSKI, M., MARENČÍK, A., HRAŠKA, Š., 2003: Heavy-metal concentration in the toad *Bufo bufo* from a region of Mochovce, Slovakia. *Ekológia*, 22,3, 292 – 297.
- TALMAGE, S., WALTON, B. T., 1991: Small mammals as monitors of environmental contaminants. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 119, 47 – 145.
- TOMAN, R., MASSÁNYI, P., TATARUCH, F., SLAMEČKA, J., JURČÍK, R., SALAGOVÁ, Z., NAĎ, P., ČUBOŇ, J., 2000: Ťažké kovy v organizme suchozemských živočíchov. In: KOVÁČIK, J.(ed.): Rizikové faktory potravinového reťazca. SPU Nitra, s. 143, ISBN 80-7137-796-1.
- WREN, C.D., 1986: Mammals as biological monitors of environmental metal levels. *Environ. Monit. Ass.* 6, 127 – 144.

Práca bola finančne podporená grantovým projektom VEGA 1/9080/02 a CGA VI/6/2003.

**Tabuľka 1.** Priemerné koncentrácie ťažkých kovov vo vzorkách parenchymatóznych orgánov *Apodemus flavicollis* a *Clethrionomys glareolus* (mg.kg<sup>-1</sup>)

Orgán		Prvok														
		Cu			Fe			Mn			Zn			Cd		
		A.f.		C.g.	A.f.		C.g.	A.f.		C.g.	A.f.		C.g.	A.f.		C.g.
		♂	♀	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♂
Pečeň	$\bar{x}$	7,565	5,133	7,260	445,000	455,233	461,767	0,887	0,748	4,802	101,064	48,477	175,35	0,100	0,023	0,047
	sd	6,934	1,788	2,956	161,490	192,398	77,856	1,412	0,891	3,230	40,191	13,876	159,247	0,105	0,004	0,027
	min	2,334	3,239	3,956	155,300	276,100	388,200	0,001	0,004	1,163	55,470	38,970	66,150	0,003	0,019	0,031
	max	22,320	6,693	9,654	589,400	658,600	543,300	3,019	1,735	7,328	167,600	64,400	358,200	0,260	0,027	0,078
	medán	5,654	5,768	8,170	493,00	431,000	453,800	0,080	0,504	5,916	95,310	42,060	101,700	0,055	0,023	0,032
Obličky	$\bar{x}$	4,816	5,376	3,047	354,986	506,900	394,733	0,631	0,055	0,003	81,637	85,863	80,280	0,086	0,071	0,075
	sd	3,653	1,204	0,985	95,457	65,574	95,541	0,618	0,090	0,002	53,384	18,855	36,356	0,128	0,031	0,039
	min	0,175	3,997	1,911	215,100	434,500	287,700	0,084	0,001	0,002	47,430	67,530	55,380	0,011	0,035	0,031
	max	9,037	6,216	3,663	470,900	562,300	471,400	1,876	0,159	0,005	200,00	105,200	122,00	0,370	0,094	0,104
	medán	3,263	5,915	3,568	338,000	523,900	425,100	0,377	0,004	0,002	62,190	84,860	63,460	0,049	0,083	0,089
Semenník	$\bar{x}$	3,2163	-	1,315	259,143	-	421,700	0,171	-	0,003	51,380	-	54,960	0,083	-	0,026
	sd	1,510	-	1,450	123,859	-	59,664	0,367	-	0,001	12,209	-	16,936	0,095	-	0,022
	min	1,018	-	0,215	118,600	-	358,600	0,001	-	0,002	34,170	-	43,930	0,008	-	0,002
	max	5,413	-	2,958	439,000	-	477,200	0,997	-	0,003	72,110	-	74,460	0,260	-	0,045
	medán	3,450	-	0,771	283,400	-	429,300	0,009	-	0,003	48,650	-	46,490	0,042	-	0,031
Prisemenník	$\bar{x}$	4,228	-	-	139,697	-	-	0,293	-	-	209,373	-	-	0,471	-	-
	sd	3,173	-	-	46,902	-	-	0,502	-	-	179,909	-	-	0,345	-	-
	min	0,721	-	-	87,990	-	-	0,001	-	-	44,720	-	-	0,144	-	-
	max	6,901	-	-	179,500	-	-	0,873	-	-	401,400	-	-	0,831	-	-
	medán	5,061	-	-	151,600	-	-	0,005	-	-	182,00	-	-	0,437	-	-
Maternica	$\bar{x}$	-	10,264	-	-	618,500	-	-	2,272	-	-	91,140	-	-	0,018	-
	sd	-	8,839	-	-	365,982	-	-	3,379	-	-	49,638	-	-	0,011	-
	min	-	0,891	-	-	195,900	-	-	0,004	-	-	43,550	-	-	0,006	-
	max	-	18,450	-	-	830,400	-	-	6,156	-	-	142,600	-	-	0,025	-
	medán	-	11,450	-	-	829,200	-	-	0,656	-	-	87,270	-	-	0,024	-

A.f. – *Apodemus flavicollis*; C.g. – *Clethrionomys glareolus* $\bar{x}$  - priemerná hodnota; sd - smerodajná odchýlka; min – minimálna nameraná hodnota; max – maximálna nameraná hodnota