

INTERAKCIA ŤAŽKÝCH KOVOV A VYBRANÝCH BIOCHEMICKÝCH PARAMETROV MUFLONEJ ZVERI

TERÉZIA POŠIVÁKOVÁ^a, JOZEF
ŠVAJLENKA^b, GABRIEL LAZAR^c,
JÁN POŠIVÁK^c, CSILLA TÓTHOVÁ^c, IGOR
SOPOLIGA^d a JANKA PORÁČOVÁ^e

^a Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov, ^b Ústav technológie a manažmentu v stavebníctve, stavebná fakulta, Technickej univerzity v Košiciach, Vysokoškolská č. 4, 042 00 Košice, ^c Klinika prežúvavcov, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, ^d Účelové zariadenie pre chov a choroby zveri, rýb a včiel v Rozanovciach, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, ^e Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov
terezia@centrum.sk

Došlo 8.7.15, prijaté 2.10.15.

Kľúčové slová: biochemický marker, divo žijúca zver, ťažký kov, prírodné prostredie, voda,

Úvod

Jednu z najzávažnejších skupín rizikových látok v životnom prostredí tvoria ťažké kovy, ktoré patria medzi nedegradovateľné kontaminanty. Sú charakteristické rozdielnym zdrojom pôvodu, vlastnosťami, ako aj negatívnym pôsobením na všetky organizmy. Stopové prvky a toxické kovy predstavujú dôležitý faktor životného prostredia, ktoré sa môžu pozitívne, alebo negatívne prejavíť pri rôznych metabolických a biochemických procesoch organizmu. Ich riziká spočívajú v ich ekotoxicite i kumulácii v biotických a abiotických zložkách prostredia. Potenciálne toxickými môžu byť aj biologicky nezastupiteľné mikroelementy, ak prekročia určitú koncentráciu a stanovené limitné hodnoty. Kontaminácia jednotlivých zložiek životného prostredia širokým spektrom škodlivých prvkov v dôsledku činnosti človeka je hlavnou príčinou vstupu a priamej interakcie do potravinového reťazca človeka a organizmov.

Materiál a metodika

Do výskumného experimentu bolo zaradených 15 muflónov, približne v rovnakom veku a dobrej fyzickej kondícii. Samce muflónov použité vo výskume pochádzali zo zvernice z oblasti východného Slovenska. Muflóny boli celoročne chované vo zvernici. Príjem vody bol neobmedzený z prirodzených vodných zdrojov, zver bola dokrmovaná počas zimných mesiacov senom. Odbery krvi boli realizované veterinárnym lekárom. Krv bola odoberaná z *vena jugularis* v jarnom období roku 2014 a 2015 s použitím vákuových skúmaviiek. Vzorky krvi boli získané v ranných hodinách. Na odber vzoriek boli použité ihly (BD Vacutainer® Precision Glide™, BD Diagnostics, USA) a sérové (Sérum-SST™ II Advance, BD Diagnostics, USA) a heparínové skúmavky (Heparín a PST™ II + géľ, BD Diagnostics, USA). Z biochemických parametrov boli analyzované ALB, ALP, ALT, AST, LDH, GLUC, t BIL, Ca, P, CHOL, HDL, LDL, TG, CREA, UA. Biochemické parametre sa vyhodnocovali pomocou moderného biochemického analyzátora COBAS® c111 s flexibilným systémom pre konsolidáciu rutinných vyšetrení. V jednom disku na palube ponúka 27 pozícií pre rôzne typy biologických materiálov, meraných jednou zo štyroch rôznych meracích technológií pomocou absorpčnej fotometrie, turbidimetrie, fluorescenčnej polarizácie, alebo ionselektívnej potenciometrie¹⁸. Vzorky vody boli odoberané z troch odberných miest zo zvernice v totožnom období, ako odbery krvi. Analýza vzoriek vody sa uskutočnila pomocou mikroprocesorom riadeného kolorimetra Hach Dr/890 vhodného pre kolorimetrické testovanie. Z ťažkých kovov prítomných vo vodných zdrojoch boli zanalyzované prvky Mn, Cu, Pb, Zn, Fe (cit.¹¹). Jednotlivé biochemické parametre sa vyhodnocovali vo vzťahu k prítomnosti ťažkých kovov vo vodnom zdroji.

Výsledky boli štatisticky spracované pomocou štatistických metód, Mann-Whitneyho U testu a Spearmanovho korelačného koeficientu. Pre porovnanie jednotlivých biochemických parametrov samcov v závislosti od rokov a jednotlivých biochemických parametrov sme použili neparametrický Mann-Whitneyho test, ktorý sa používa pri porovnaní dvoch a viacerých súborov s menším počtom meraní. Korelačné závislosti medzi vybranými biochemickými parametrami samcov a priemerným obsahom ťažkých kovov v rokoch 2014 a 2015 boli vypočítané podľa Spearmanovho korelačného koeficientu. Korelačný koeficient meria silu štatistickej závislosti medzi dvoma číselnými premennými¹⁷.

Sumarizácia výsledkov

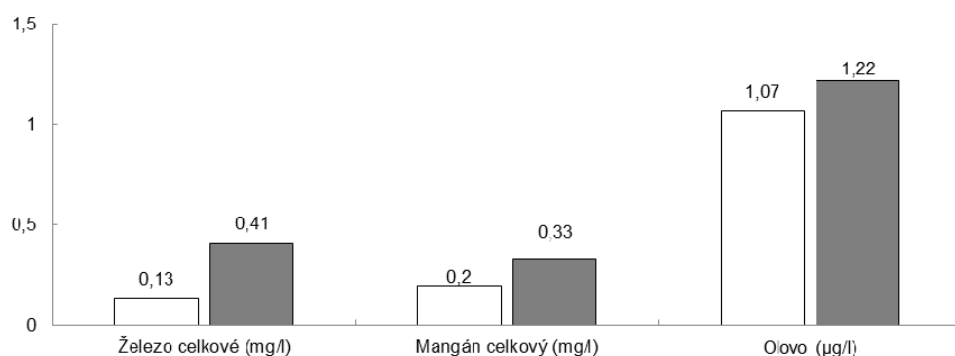
Za citlivé oblasti zhoršenia stavu vodných útvarov v SR sú považované predovšetkým povrchové vody, v ktorých dochádza k nežiaducemu stavu zhoršenia kvality vôd, ktoré predstavujú zvýšené riziko poškodenia zdravia živých organizmov a vzniku rôznych ochorení. Získané

a analyzované vzorky vôd potvrdili prítomnosť vybraných ťažkých kovov v jarnom období v rokoch 2014, 2015 z troch povrchových zdrojov v rámci zvernice. Obr. 1 a obr. 2 uvádza priemerné hodnoty vybraných ťažkých kovov – celkového železa (Fe), celkového mangánu (Mn), meď (Cu), olova (Pb) a zinku (Zn) vo vodných zdrojoch v rokoch (2014, 2015).

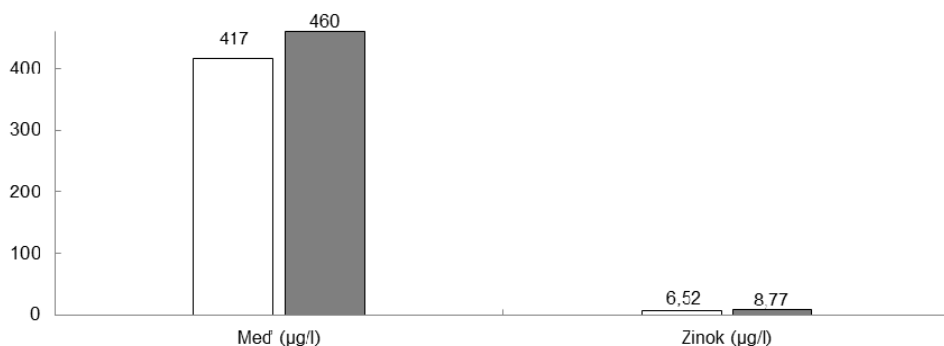
Pri celkovom železe bolo priemerné zvýšenie v roku 2015 takmer trojnásobné oproti roku 2014. Nárast priemerných prítomností vybraných ťažkých kovov vo vodnom zdroji v roku 2015 oproti roku 2014 bol pri celkovom mangáne 65 %, meďi 10,31 %, olova 14,02 % a zinku 34,51 %. Porovnaním priemerných hodnôt vybraných ťažkých kovov v jednotlivých rokoch, bolo zistené celkové zvýšenie vybraných ťažkých kovov v roku 2015 oproti roku 2014.

Pre porovnanie jednotlivých biochemických parametrov samcov v rokoch 2014 a 2015 sme použili Mann-Whitneyho test, ktorý sa používa pri porovnaní dvoch a viacerých súborov s menším počtom meraní. Uvedené hodnoty sú na hladine významnosti ($P < 0,05$). V nameraných hodnotách ALP v roku 2014 neboli zistené významné rozdiely ($P = 0,0512$) v porovnaní s hodnotami ALP v roku 2015. Porovnaním hodnôt ALT v rokoch 2014 a 2015 boli zistené významné rozdiely

($P = 0,0072$). Priemerná hodnota ALT v roku 2014 ($0,534 \pm 0,181 \mu\text{kat/l}$) bola vyššia ako priemerná hodnota ALT v roku 2015 ($0,358 \pm 0,195 \mu\text{kat/l}$). V nameraných hodnotách AST v roku 2014 boli taktiež zistené významné rozdiely ($P = 0,0027$) v porovnaní s hodnotami AST v roku 2015. Priemerná hodnota AST v roku 2014 ($1,716 \pm 0,768 \mu\text{kat/l}$) bola vyššia ako priemerná hodnota AST v roku 2015 ($1,104 \pm 0,547 \mu\text{kat/l}$). Porovnaním hodnôt LDH v rokoch 2014 a 2015 neboli zistené významné rozdiely ($P = 0,3467$). Významné rozdiely neboli zistené pri CHOL ($P = 0,4834$), HDL ($P = 0,2601$), LDL ($P = 0,0817$) v porovnávaných rokoch 2014 a 2015. Porovnaním hodnôt TG v rokoch 2014 a 2015 boli zistené významné rozdiely ($P = 0,0047$). Priemerná hodnota TG v roku 2014 ($0,329 \pm 0,162 \text{ mmol/l}$) bola vyššia ako priemerná hodnota TG v roku 2015 ($0,201 \pm 0,076 \text{ mmol/l}$). Významné rozdiely sme zistili pri Ca ($P < 0,0001$), P ($P = 0,0035$), GLUC ($P < 0,0001$), ALB ($P = 0,0033$), CREA ($P = 0,0001$) a UA ($P = 0,0106$) v porovnaní medzi rokmi 2014 a 2015. Priemerná hodnota Ca v roku 2014 ($1,912 \pm 0,396 \text{ mmol/l}$) bola vyššia ako priemerná hodnota Ca v roku 2015 ($1,145 \pm 0,281 \text{ mmol/l}$). Priemerná hodnota P v roku 2014 ($1,057 \pm 0,264 \text{ mmol/l}$) bola vyššia ako priemerná hodnota P v roku 2015 ($0,761 \pm 0,275 \text{ mmol/l}$). Pri-



Obr. 1. Priemerné hodnoty vybraných ťažkých kovov vo vodnom zdroji namerané v rokoch (2014, 2015); rok 2014 – biely obdĺžnik, rok 2015 – sivý obdĺžnik



Obr. 2. Priemerné hodnoty vybraných ťažkých kovov vo vodnom zdroji namerané v rokoch (2014, 2015); rok 2014 – biely obdĺžnik, rok 2015 – sivý obdĺžnik

Tabuľka I

Korelačné závislosti medzi vybranými biochemickými parametrami samcov a priemerným obsahom ťažkých kovov v rokoch 2014 a 2015

Samce 2014, 2015 <i>n</i> =30 ^a	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn
GLUC	0,866796**	0,866796**	0,866796**	0,866796**	0,866796**
ALB	-0,508407**	-0,508407**	-0,508407**	-0,508407**	-0,508407**
ALP	-0,366021*	-0,366021*	-0,366021*	-0,366021*	-0,366021*
ALT	-0,458439*	-0,458439*	-0,458439*	-0,458439*	-0,458439*
AST	-0,519962**	-0,519962**	-0,519962**	-0,519962**	-0,519962**
t BIL	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b
Ca	-0,766889**	-0,766889**	-0,766889**	-0,766889**	-0,766889**
CHOL	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b
CREA	-0,693283**	-0,693283**	-0,693283**	-0,693283**	-0,693283**
HDL	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b
LDH	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b
LDL	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b	ns ^b
P	-0,504837**	-0,504837**	-0,504837**	-0,504837**	-0,504837**
TG	-0,485893**	-0,485893**	-0,485893**	-0,485893**	-0,485893**
UA	0,431472*	0,431472*	0,431472*	0,431472*	0,431472*

^a *n* – počet jedincov, ^b ns – nie je signifikantná, ** – korelácia je signifikantná na hladine 0,01, * – korelácia je signifikantná na hladine 0,05

merná hodnota GLUC v roku 2014 (0,234±0,262 mmol/l) bola nižšia ako priemerná hodnota GLUC v roku 2015 (3,885±1,377 mmol/l). Priemerná hodnota ALB v roku 2014 (11,719±2,015 g/l) bola vyššia ako priemerná hodnota ALB v roku 2015 (9,656 ±2,044 g/l). Priemerná hodnota CREA v roku 2014 (74,296±15,973 μmol/l) bola vyššia ako priemerná hodnota CREA v roku 2015 (46,941±13,733 μmol/l). Priemerná hodnota UA v roku 2014 (3,391±1,398 mmol/l) bola nižšia ako priemerná hodnota UA v roku 2015 (4,339±0,770 mmol/l). Porovnaním hodnôt t BIL v rokoch 2014 a 2015 neboli zistené signifikantné rozdiely ($P = 0,0677$).

Tabuľka I zobrazuje korelačné závislosti medzi vybranými biochemickými parametrami samcov a priemerným obsahom ťažkých kovov v rokoch 2014 a 2015. Korelačné závislosti medzi vybranými biochemickými parametrami samcov a priemerným obsahom ťažkých kovov v rokoch 2014 a 2015 boli vypočítané podľa Spearmanovho korelačného koeficientu.

Výsledky štatistického testovania samcov v rokoch 2014 a 2015 potvrdili signifikantnú negatívnu závislosť ($P < 0,05$) medzi ALP, ALT a vybranými ťažkými kovmi. Signifikantná negatívna závislosť ($P < 0,01$) bola preukázaná medzi AST a vybranými ťažkými kovmi. V prípade

TG sme zaznamenali signifikantnú negatívnu koreláciu s vybranými ťažkými kovmi ($P < 0,01$). Signifikantná negatívna závislosť ($P < 0,01$) bola preukázaná medzi Ca, P, ALB, CREA a vybranými ťažkými kovmi. V prípade GLUC sme zaznamenali signifikantnú pozitívnu koreláciu s vybranými ťažkými kovmi ($P < 0,01$). Signifikantná pozitívna závislosť ($P < 0,05$) bola preukázaná medzi UA a vybranými ťažkými kovmi.

Za citlivé oblasti zhoršenia stavu vodných útvarov v SR sú považované predovšetkým povrchové vody, v ktorých dochádza k nežiaducemu stavu zhoršenia kvality vôd, ktoré predstavujú zvýšené riziko poškodenia zdravia organizmov a vzniku rôznych ochorení. Na základe podrobného prehľadu doposiaľ publikovanej odbornej literatúry týkajúcej sa tejto problematiky na Slovensku nenachádzame podobné vedecko-výskumné práce, ktoré vyhodnocujú vplyv ťažkých kovov v pitnom zdroji a interakciu vybraných biochemických parametrov. Na základe absencie vedecko-výskumných prác zaoberajúcich sa touto problematikou sme sa rozhodli poukázať na vplyv prítomnosti ťažkých kovov vo vodných zdrojoch v lokalite Košice-okolie na vybrané biochemické parametre muflonej zveri.

Záver

Predpokladom rozvoja ľudstva je vytváranie zdravého životného prostredia vo všetkých jeho zložkách. Narastajúci počet obyvateľstva prináša so sebou veľa škodlivých následkov, ktoré spätne vplyvajú na kvantitatívny i kvalitatívny rozvoj ľudskej populácie. Ľudstvo by malo predovšetkým racionálne využívať všetky prírodné zdroje a obmedzovať znečistenie vôd, ovzdušia, pôd, biosféry a eliminovať odpady zo svojej hospodárskej činnosti. Nadmerné znečistenie prostredia v ktorejkoľvek forme môže a výrazne ohrozuje produkciu potravín, ako aj ďalších obnoviteľných zdrojov predovšetkým faunu a flóru našej planéty. V súvislosti s negatívnymi antropogénnymi vplyvmi na životné prostredie a kontamináciou toxickými cudzorodými látkami je monitorovanie zdravotného stavu a monitorovanie hlavne rôznych patologických reakcií v populáciách voľne žijúcej zveri mimoriadne aktuálne.

Zoznam skratiek

ALB	albumín
ALP	alkalická fosfatáza
ALT	alanínaminotransferáza
AST	aspartátaminotransferáza
t BIL	celkový bilirubín
Ca	vápnik
CREA	kreatinín
GLUC	glukóza
HDL	lipoproteín s vysokou hustotou
CHOL	cholesterol
LDH	laktátdehydrogenáza
LDL	lipoproteín s nízkou hustotou
P	fosfor
TG	triglyceridy
UA	močovina

LITERATÚRA

- Adla: Klinická biochémia 2015 (Slovenská republika), <http://www.adla.sk/klinicka-biochemia.html>, staženo 7. marca 2015.
- Babčan S., Khun M., Ševc J.: *Toxicita ťažkých kovov životné prostredie*. Ústav krajinnej ekológie SAV, Zvolen 1999.
- Ciberej J., Lazar P., Halász J.: *Chov a choroby zveri*. Vydavateľstvo Magnus, Košice 1992.
- Crivineanu V., Leonidis A.: *Lucrări stiințifice medicină veterinară 17*, 147 (2010).
- Dianiška P.: *Povrchová voda, jej využitie a ochrana*. Vydavateľstvo STU, Bratislava 2013.
- Drew G.: *Mouflon brigade*. Vydavateľ Cyberworld Publishing, New York 2010.
- Fargašová A.: *Znečistenie kovmi na Slovensku, 16* (2009). http://www.enviroedu.sk/database/environmentalne_problemy/znečistenie_kovmi_na_slovensku/enviroedu_4013_znečistenie_kovmi_na_slovensku.pdf, staženo 18. Mája 2009.
- Farkaš C., Dubcová D., et al.: *Geografia*. ENIGMA, Nitra 2003.
- Frankovská J., Slaninka I.: *Enviromagazín 14*, 1 (2009).
- Friberg L., Piscator M., Norberg G.: *Cadmium in the environment*. 2. vyd. CRC PRESS, Cleveland 1974.
- Hach Company: *Portable datalogging colorimeter instrument manual* (Nemcko). <http://www.byesville.us/employees/manuals/water/plant/laboratory/dr%20890%20colorimeter/dr%20890%20colorimeter%20portable%20datalogging%20colorimeter%20instument%20manual.pdf>, staženo 5. Mája 2015.
- Hell P., Slamečka J., Gašparík J.: *Danielia a muflonia zver na Slovensku*, Vydavateľstvo Papress s.r.o., Bratislava 2008.
- Komín O.: *Aspartátaminotransferáza* (Česká republika), <http://cs.medixa.org/lecba/ast-aspartataminotransferaza>, staženo 5. Apríla 2015.
- Loduhová I.: *Chemické a fyzikálne zmeny pri výrobe kovov a ich zliatin* (Slovenská republika), <http://www.oskole.sk/>, staženo 21. Apríla 2015.
- Luptáková A.: *Nova Biotechnologica 10*, 23 (2010).
- Marco I., Vinas L.: *J. Vet. Med.* 45, 243 (1998).
- Rimarčík M.: *Základy štatistiky*, Vydavateľ Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce, Prešov 2006.
- Rosch Slovakia: *Analyzátor cobas integra®* (Slovenská republika), http://www.roche.sk/home/diagnostics2/oddelenia/centralizovana/klinicka_chemia/cobas_integra_400_plus_html, staženo 24. Apríla 2015.
- Spektrometry: *Analýza kovů a zliatin, kontrola jakosti* (Česká republika), <http://www.spektrometry.cz/kontakt.php>, staženo 16. Apríla 2015.
- Vinš J.: *Príznaky při nadbytku železa v krvi* (Česká republika), <http://www.ceskaordinace.cz/priznaky-pri-nadbytku-zeleza-v-krvi-ckr-955-7159.html>, staženo 16. Apríl 2015.
- WHO, Technical Report Series 539 (1974); *Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications* (1974).
- Zákon NR SR. Predpis č. 364/2004 z. Z. Zákon o vodách a o zmene zákona slovenskej národnej rady č. 372/1990 zb. O priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon), <http://www.zakonypreludi.sk/zz/2004-364>, staženo 13. Marca 2014.
- Javorka K.: *Lekárska fyziológia*, Vydavateľstvo Osveta, Martin 2009.
- Sopková, D. Staníková A.: *Veterinárska fyziológia*, Vydavateľstvo Edičné stredisko UVL, Košice 2008.
- Trojan S., Langmeier M.: *Lékařská fyziologie*, 4. vyd. Grada Publishing, Praha 2003.

T. Pošiváková^a, J. Švajlenka^b, G. Lazar^c, J. Pošivák^c, C. Tóthová^c, I. Sopoliga^d, and J. Poráčová^c (^a *Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov in Prešov*, ^b *Department of Construction Technology and Management, Technical University in Košice*, ^c *Clinic of Ruminants, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice*, ^d *Special Facility for Breeding and Game Diseases and Birds, Fish and Bees in Rozhanovce, Košice*, ^e *Department of Biology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov in Prešov, Slovakia*): **Interaction of Heavy Metals and Selected Biochemical Parameters in Mouflons**

The objective of this study was to analyse the effect of the presence of heavy metals in water resources in the eastern part of the Slovak Republic on the selected biochemical parameters in mouflons. The object of the examination of our work was to analyse the presence of selected heavy metals in surface water located in the present game

reserve and their effect on selected biochemical parameters in male mouflons. Results of statistical testing of experimental group of male mouflons in 2014 and 2015 confirmed a significant negative correlation ($P < 0.05$) between alkaline phosphatase (ALP), alanine aminotransferase (ALT) and selected heavy metals. A significant negative correlation ($P < 0.01$) has been shown between aspartate aminotransferase (AST) and selected heavy metals. Significant negative correlation ($P < 0.01$) was observed between triglyceride (TG). In case of calcium (Ca), phosphorus (P), albumin (ALB), creatinine (CREA) we observed significant negative correlation with selected heavy metals ($P < 0.01$). Significant positive correlation ($P < 0.01$) was observed between glucose (GLUC). A significant positive correlation ($P < 0.05$) has been shown between urea (UA) and selected heavy metals. Our results point out the interaction of selected heavy metals and selected biochemical parameters.