

VPLYV EMISIÍ ZO ZÁVODU NA VÝROBU HLINÍKA NA OBSAH RIZIKOVÝCH PRVKOV V POHLAVNÝCH ORGÁNOCH OVIEC

THE EFFECT OF EMISSION FROM AN ALUMINUM PRODUCING PLANT ON THE CONTENT OF RISK ELEMENTS IN REPRODUCTIVE ORGANS OF SHEEP

Weissová T., Bíreš J., Páleník L., Mlynarčíková, H.

Abstract

The effect of emission from an aluminum producing plant on accumulation of risk elements in the reproductive organs of sheep was evaluated under experimental conditions. The industrial emission was applied p.o. at a dose of 1.5 g (300 mg F; 60 mg Al; 0.116 mg As; 0.071 mg Cd; 2.097 mg Pb) pro toto daily for 365 days. Increased accumulation of the elements investigated in reproductive organs of sheep from experimental group was found in comparison with the control. Fluorine reached the highest level in testicles and the uterus (8.35 and 8.06, resp.), aluminum in the uterus (19.69), arsenic in ovaries and testicles (0.676 and 0.618, resp.), cadmium in ovaries (1.018) and lead reached approximately the same level in the uterus (0.810), ovaries (0.809) and testicles (0.756). The increase in the concentration of F was statistically significant in the uterus and ovaries ($p < 0.05$); Al in the uterus ($p < 0.05$); As in ovaries ($p < 0.05$); Cd in the uterus ($p < 0.05$); Pb in ovaries ($p < 0.01$) and the uterus ($p < 0.05$).

Úvod

V Slovenskej republike na nachádza 12 priemyselných aglomerácií, v ktorých je výrazne narušená kvalita životného prostredia. Jednou z nich je Žiarska kotlina, v ktorej je umiestnený závod na výrobu hliníka. Územie bezprostredne znečisťované emisiami z tohto závodu zahŕňa pásma v okruhu 10-15 km od zdroja. Žiarska kotlina je dlhodobo zaťažovaná emisiami fluóru, SO_2 , NO_x , As a dechtovými parami z elektrolýzy a exhalátmi z teplárne. V rieke Hron bol v tejto lokalite zaznamenaný zvýšený obsah ťažkých kovov (Zn, Hg, As, Cu) (Klinda, Lieskovská a kol., 1998).

Fluór je kumulatívny prvok, ktorého účinky sa prejavujú na celulárnej a j subcelulárnej úrovni. Jeho toxicita závisí od chemického zloženia jeho zlúčenín, ich rozpustnosti vo vode,

rezorbovateľnosti, pH prostredia a interakcii s inými prvkami. Pre organizmus je nevyhnutný v stopových množstvách (Chen a Huang, 1994). Vo vyšších koncentráciách spôsobuje poruchy metabolizmu glycidov, proteínov, lipidov a minerálnych látok (Kessabi, 1984). Zvýšená citlivosť organizmu na fluór je hlavne v období rastu, gravidity a laktácie (Veliký, 1964).

Funkcia hliníka v metabolizme živých systémov nebola zatiaľ dostatočne objasnená. Známy je však jeho hepatotoxický účinok a zvýšená afinita k mozgovému tkanivu (Klein a kol., 1984). Objavuje sa tiež v etiológii rôznych neurologických ochorení ako sú Alzheimerova choroba a Parkinsonova demencia (Perl a Brody, 1980, Cannata a kol., 1988). U chronicky exponovaných zamestnancov hlinikárne bol zaznamenaný čiastočný kancerogénny efekt (Pearson a kol., 1997).

Arzén je esenciálnym prvkom pre kozy, ošípané, hydinu a potkany, nakoľko je nevyhnutný pri tvorbe rôznych metabolitov metionínu, vrátane cystínu, polyamínov a taurínu. Pre ľudí je karcinogénny a zapríčiňuje tiež rakovinu u hlodavcov (Moore a kol., 1997).

Kadmium pri chronickom príjme má nefrotoxický účinok, znižuje počet erytrocytov, hematokrit a koncentráciu hemoglobínu (Pleasant a kol., 1993, El Sabai a kol., 1994). Prechádza v malých množstvách cez placentu a kumuluje sa v pečeni plodu (Rounce a kol., 1995). Zvýšené koncentrácie Cd boli zistené u ľudí v tkanive nádoru (Tariq a kol., 1995). Kadmium sulfát má čiastočné teratogénne účinky navodzujúce vývojové abnormality v kostre u myší (Murata a kol., 1993).

Olovo spôsobuje degeneratívne zmeny hepatocytov aj Kupfferových buniek u oviec už pri subklinickej forme otravy (Kaldrumidou a kol., 1994). U gravidných dojníc prechádza cez placentárnu bariéru a dochádza k jeho kumulácii v plode (O'Hara a kol., 1995).

Toxické prvky negatívne zasahujú do reprodukcie účinkom cytotoxickým, embryotoxickým, teratogénnym, mutagénnym a karcinogénnym, čím spôsobujú poruchy v reprodukčnom procese jedinca ako sú infertilita, subfertilita, poruchy spermiogenézy a iné patologické zmeny pohlavného aparátu (Toman a kol., 1995, Massányi a kol., 1991).

Cieľom práce bolo sledovať distribúciu vybraných rizikových elementov (F, Al, As, Cd, Pb) v pohlavných orgánoch oviec po vyvolaní experimentálnej chronickej fluorózy úletom zo závodu na výrobu hliníka po p.o. aplikácii emisie v dávke 1,5 g/kus/deň v priebehu 365 dní.

Materiál a metodika

Do sledovania bolo zaradených 10 bahníc a 6 baranov plemena merino vo veku 24 mesiacov rozdelených do pokusnej a kontrolnej skupiny. Kŕmenie a ošetrovanie oboch skupín zvierat bolo rovnaké. Kŕmna dávka pozostávala z lúčneho sena (1,5 kg/ks/deň), kŕmnej repy (1,5 kg/ks/deň) a kŕmnej zmesi BAK (0,20 kg/ks/deň). K vode mali zvieratá voľný prístup.

Pokusná skupina dostávala denne p.o. dávku 1,5 g úletu pomocou sondy. Testovaný úlet bol odobraný odprašovaním z elektrostatického filtra zo závodu na výrobu hliníka. Koncentráciu prvkov v emisii udáva tabuľka č.1.

Biologický materiál bol odoberaný po odporazení pokusných aj kontrolných zvierat na 366. deň. Analýza Al, As, Cd a Pb v exhaláte a biologickom materiáli sa robila atómovou absorpčnou spektrofotometriou na prístroji Perkin Elmer 4100 ZL. Stanovenie F sa robilo difúznou separáciou fluóru v polyetylénových multicelách s Conwayovými nádobkami.

Tab.1 Koncentrácia sledovaných prvkov v emisii v mg.kg⁻¹

F	Al	As	Cd	Pb
200 000	43 080	77,5	47,5	1398

Štatistické hodnotenie výsledkov sa robilo Studentovým t-testom programom Statgraphic, porovnávali sa hodnoty pokusnej skupiny ku kontrolnej skupine, s výnimkou semenníkov pre malý počet zvierat.

Výsledky

V práci sa sledoval vplyv emisie zo závodu na výrobu hliníka na distribúciu vybraných rizikových prvkov (F, Al, As, Cd a Pb) v pohlavných orgánoch (vaječníky, maternica a semenníky) oviec. Po p.o. aplikácii priemyselnej emisie v množstve 1,5 g/kus/deň v priebehu 365 dní sme zistili nasledovné hodnoty, ktoré udáva tabuľka č. 2.

Výsledky analýz sú udávané v priemerných hodnotách. Koncentrácia Al, As, Cd a Pb je uvádzaná v mg.kg⁻¹ čerstvého tkaniva a pri F mg.kg⁻¹ sušiny tkaniva.

Tab. 2 Koncentrácia F, Al, As, Cd a Pb v mg.kg⁻¹ vo vaječníkoch, maternici a semenníkoch

		F	Al	As	Cd	Pb
vaječníky	P	6,10 *	11,28	0,676 *	1,018	0,809 **
	K	3,21	2,82	0,090	0,050	0,156
maternica	P	8,06 *	19,69 *	0,276	0,684 *	0,810 *
	K	4,35	5,39	0,238	0,081	0,171
semenníky	P	8,35	11,19	0,618	0,517	0,756
	K	2,85	7,99	0,278	0,099	0,041

* p< 0,05 ** p< 0,01 P - pokusná skupina K - kontrolná skupina

Najvyššia koncentrácia fluóru sa nachádzala v semenníkoch (8,35 mg.kg⁻¹) a maternici (8,06 mg.kg⁻¹). Maternica v porovnaní s kontrolnou skupinou nakumulovala štatisticky preukazné zvýšenie F (p<0,05). Celkový obsah F vo vaječníkoch oboch skupín (pokusnej aj kontrolnej) bol nižší v porovnaní s jeho koncentráciou v maternici a semenníkoch, avšak u pokusnej skupiny došlo ku výraznému štatisticky významnému p<0,05 zvýšeniu koncentrácie (6,10 mg.kg⁻¹) oproti kontrolnej skupine (3,21 mg.kg⁻¹).

Kumulácia Al dosiahla najvyššie hladiny v maternici, ktoré boli oproti kontrole signifikantne zvýšené (19,69 mg.kg⁻¹, resp. 5,39 mg.kg⁻¹, p<0,05). Vaječníky a semenníky obsahovali takmer rovnaké množstvá hliníka (11,28 mg.kg⁻¹, resp. 11,19 mg.kg⁻¹).

Koncentrácia As bola v porovnaní s kontrolnou skupinou najvyššia vo vaječníkoch, na hladine štatistickej významnosti p<0,05 (0,676 mg.kg⁻¹, resp. 0,090 mg.kg⁻¹) a v semenníkoch (0,618 mg.kg⁻¹, resp. 0,278 mg.kg⁻¹). Maternica nakumulovala len minimálne množstvo arzénu oproti kontrole (0,276 mg.kg⁻¹, resp. 0,238 mg.kg⁻¹).

Vaječníky vykazovali tiež najvyšší obsah kadmia (1,018 mg.kg⁻¹, resp. 0,050 mg.kg⁻¹), ktorý však nebol oproti kontrole štatisticky preukazný. Koncentrácia Cd v maternici bola nižšia a v porovnaní s kontrolnými ovcami štatisticky preukazná p<0,05 (0,684 mg.kg⁻¹, resp. 0,081 mg.kg⁻¹). O niečo nižšie hodnoty sme zaznamenali v semenníkoch (0,517 mg.kg⁻¹, resp. 0,099 mg.kg⁻¹).

Kumulácia Pb dosahovala vo všetkých troch orgánoch približne rovnaké hladiny, vo vaječníkoch boli oproti kontrole na hladine štatistickej významnosti p<0,01 (0,809 mg.kg⁻¹,

resp. 0,156 mg.kg⁻¹), v maternici $p < 0,05$ (0,810 mg.kg⁻¹, resp. 0,171 mg.kg⁻¹) a v semenníkoch (0,756 mg.kg⁻¹, resp. 0,041 mg.kg⁻¹).

Keďže literárne zdroje neudávajú maximálne prípustné koncentrácie rizikových elementov pre pohlavné orgány, použili sme pre ilustráciu Vestník ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky (1996), časť Potravinový kódex, ktorý stanovuje nasledovné maximálne koncentrácie u jednotlivých prvkov pre mäso a mäsové výrobky:

F - 2,5 mg.kg⁻¹, Al - 10,0 mg.kg⁻¹, As - 0,1 mg.kg⁻¹, Cd - 0,1 mg.kg⁻¹, Pb - 1,0 mg.kg⁻¹.

Z porovnania jednotlivých hodnôt vyplýva, že s výnimkou Pb boli u všetkých prvkov a vo všetkých orgánoch prekročené maximálne prípustné koncentrácie.

Diskusia

Experimentálna chronická fluoróza vyvolaná priemyselným úletom zo závodu na výrobu hliníka odhalila ďalšie zdravotné riziká v súvislosti s touto intoxikáciou, ktoré zatiaľ neboli popísané. Prenikanie toxických prvkov do reprodukčných orgánov a ich následná kumulácia spôsobuje negatívny zásah do reprodukčného procesu nielen zvierat, ale aj ľudí.

Komplexy kovov a toxických látok nachádzajúcich sa v prostredí sa môžu navzájom ovplyvňovať a produkovať aditívne, synergické alebo antagonistické efekty (Niemia a kol., 1993, Panemangalore, 1993).

Na detekciu možnej expozície už nízkymi hladinami chemických látok v kontaminovaných oblastiach sa využívajú metódy na priame posúdenie genotoxického účinku prostredia, a to mikronukleový test, chromozómová analýza a sesterské chromatidové výmeny (Dianovský, 1994). V kontaminovaných oblastiach dochádza u zvierat na pastve k výskytu viac ako 4% buniek s chromozómovými aberáciami (Rubeš, 1991), preto tieto tvoria optimálny biologický model pre hodnotenie celkovej genotoxicity prostredia (Dianovský, 1994).

Aj keď fluór nie je mutagénny v štandardných bakteriálnych testoch, v kultivovaných cicavčích bunkách spôsobuje chromozomálne a génové mutácie (Zeiger a kol., 1993). V priebehu experimentálnej intoxikácie fluórom u králikov bola zistená abnormálna kumulácia lipidov v semenníkoch (Sashi, 1992), zníženie aktivity enzýmov: adenzín trifosfatázy, kyslej fosfatázy, sukcylnyl dehydrogenázy a zníženie koncentrácie celkových bielkovín v

spermatozoách. Zároveň bola pozorovaná znížená motilita spermií, redukcia ich počtu a zmeny v ich morfológii a metabolizme, čo spôsobilo zníženie fertility (Chinoy a kol., 1991).

Koncentrácie fluóru namerané v pohlavných orgánoch experimentálnych zvierat, zodpovedajú zvýšenému príjmu a kumulácii F aj v prirodzených podmienkach u rôznych druhov zvierat žijúcich v oblasti Žiarskej kotliny, napr. semenníky býkov obsahovali 12,85 mg.kg⁻¹, jeleňov 4,57 mg.kg⁻¹, diviakov 3,20 mg.kg⁻¹, vaječníky dojníc 5,27 mg.kg⁻¹, maternica 6,63 mg.kg⁻¹, (Bartko a kol. 1992, Bíreš a kol., 1992), semenníky pokusných baranov 8,35 mg.kg⁻¹, vaječníky a maternica pokusných oviec 6,10, resp. 8,06 mg.kg⁻¹.

Prítomnosť hliníka v organizme môže za určitých okolností pôsobiť toxicky, nakoľko zasahuje patologicky do rôznych biochemických dejov (Martin, 1986, Abreo a Glass, 1993). Účinok jeho vyšších koncentrácií v pohlavných orgánoch nie je zatiaľ objasnený. Pri chronickej expozícii celého organizmu má u ľudí čiastočné kancerogénne účinky (Pearson a kol., 1993).

V súlade s literárnymi údajmi sme najvyššie hodnoty hliníka zistili v maternici, t.j. 19,69 mg.kg⁻¹, z čoho vyplýva, že z pohlavných orgánov má Al najvyššiu afinitu k tomuto orgánu.

Arzén je jedným z potvrdených karcinogénov u ľudí, zapríčiňuje rakovinu aj u hlodavcov (Moore a kol., 1997) a má tiež genotoxický efekt (Wange a kol., 1997). Jedným z orgánov, kde dochádza k jeho kumulácií sú ovária.

Najvyššie koncentrácie arzénu sme namerali vo vaječníkoch a takmer rovnaké množstvá sa nachádzali v semenníkoch. Najnižšie hodnoty boli zistené v maternici. Vyššiu kumuláciu As vo vaječníkoch a semenníkoch ako v maternici zistili aj Bartko a kol. (1992) a Bíreš a kol. (1992) u dojníc a býkov z okresu Žiar nad Hronom.

Súvislosť medzi kadmiiom a karcinogéznou je dnes už potvrdená, pričom na jeho expozíciu poukazujú jeho abnormálne hladiny v krvnom sére (Tariq a kol., 1995). Kadmium sa u žien rýchlo inkorporuje do žltého telieska (Paksy a kol., 1990). Inhibuje delenie embryonálnych buniek myší v štádiu 8-bunkových na 16-bunkové (Yu a Chan, 1988). Viacero autorov popisuje embryotoxické účinky kadmia ako sú malformácie plodu (oligodactylia, polydactylia, rozštep podnebia, exencephalia a iné) u hlodavcov (Pařízek, 1965, Layton a Layton, 1979, Soukupová a Dostál, 1991, Vrzgula a Kováč, 1991). Semenníky citlivé na Cd majú len druhy, ktoré ich majú trvale uložené v miešku (Toman a kol., 1995). Kadmium spôsobuje poškodenie cievneho systému semenníkov, edém buniek interstícia, redukciu

produkcie androgénu Leydigovými bunkami, nekrózu Sertolliho buniek, inhibíciu spermatogenézy, eventuálne atrofiu semenníkov (Gunn a kol., 1963). Na bunecnej úrovni dochádza k poškodeniu bunecnej membrány, mitochondrií, Golgiho aparátu, ribozómov, chromatínu, jadierka a mikrofilamentov (Ord a kol., 1988). Následkom poškodenia energetického zdroja degeneráciou mitochondrií je znížená mobilita spermií (Massanyi a kol., 1996).

Akumulácia Cd v orgánoch je závislá na dávke a dobe aplikácie. Massanyi a kol. (1995) zistili u králikov pri chronickej otrave kadmim, že najviac ho nakumulovali vaječníky ($0,47 \text{ mg.kg}^{-1}$), potom maternica ($0,25 \text{ mg.kg}^{-1}$) a najmenej semenníky ($0,10 \text{ mg.kg}^{-1}$). Bukovjan a kol. (1991) udáva priemerné hodnoty Cd v semenníkoch zajaca poľného $0,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ a Toman a kol. (1995) $1,14 \text{ mg.kg}^{-1}$. Najvyššie hodnoty Cd sme pozorovali vo vaječníkoch, maternica a semenníky mali nižšie hodnoty.

U olova, podobne ako u iných prvkov (Cu, Fe, Zn, Co), sa predpokladá potenciálna genotoxicita (Calson a kol., 1996). Negatívny účinok olova bol doteraz sledovaný hlavne vo vzťahu k pečeni a obličkám. Bol však potvrdený jeho teratogénny účinok, ktorý sa vysvetľuje rýchlym prienikom Pb cez placentárnu bariéru, čím dochádza k jeho kumulácii v plode, k poškodeniu plodu s jeho možným intrauterinným úhynom a následným abortom (O'Hara a kol., 1995, Slanina a Sokol, 1991).

Obsah olova bol približne rovnaký vo všetkých troch orgánoch pokusných zvierat, pričom vo vaječníkoch a maternici bolo oproti kontrole štatisticky preukazné zvýšenie $p < 0,01$, resp. $p < 0,05$.

Už nízke koncentrácie zmesi toxických prvkov (As, Cd, Pb) v pitnej vode zapríčiňujú u hydiny zníženú produkciu vajec a zvýšené percento embryonálnej mortality (Vodela, 1997). Samotné olovo spôsobuje u kohútov testikulárnu atrofiu a redukciu až absenciu spermatogenézy (Mazliah a kol., 1989) a u sliepok popri zníženej produkcii vajec tiež redukciu ich hmotnosti (Šály a kol., v tlači).

Použitá priemyselná emisia zo závodu na výrobu hliníka bola hodnotená testom na indukciu sesterských chromatidových výmen (SCE), pričom sa zistila dávková závislosť, čo svedčí o jej genotoxickom účinku. Nepriamym dôkazom tohto účinku je zvýšená frekvencia vývojových chýb u HD v kontaminovanej oblasti okresu Žiar nad Hronom v porovnaní so susednými okresmi Zvolen a Lučenec (Dianovský a Šiviková, 1998).

Okres Žiar nad Hronom v rámci Slovenskej republiky v humánnej populácii vykazuje jedno z prvých miest vo výskyte zhubných nádorov pľúc, štítnej žľazy, prostaty, maternice a kožných melanómov. Zároveň tu bol zistený aj o 23,5% vyšší výskyt vrodených vývojových chýb u detí ako bol celoslovenský priemer (Hlavnička, 1992).

Zvýšená kumulácia toxických prvkov v pohlavných orgánoch a ich nežiadúce účinky na ne predstavuje skryté nebezpečenstvo nielen pre zvieratá vo forme zníženej reprodukcie a následnej produkcie zdravého potomstva, ale tiež pre ľudskú populáciu, kde môže byť jednou z príčin neplodnosti žien a mužov, ktorá začína byť v poslednom období nielen zdravotným, ale aj spoločenským problémom.

Súhrn

V práci sme sledovali vplyv emisie zo závodu na výrobu hliníka na kumuláciu rizikových prvkov (F, Al, As, Cd a Pb) v pohlavných orgánoch (vaječníky, maternica, semenníky) oviec v experimentálnych podmienkach. Priemyselný úlet sme aplikovali p.o. v dávke 1,5 g na kus a deň (300 mg F, 60 mg Al, 0,116 mg As, 0,071 mg Cd a 2,097 mg Pb) po dobu 365 dní. Zistili sme, že u všetkých sledovaných prvkov došlo ku zvýšenej kumulácii v pohlavných orgánoch. Najviac fluóru sa nakumulovalo v semenníkoch a maternici (8,35, resp. 8,06 mg.kg⁻¹), hliníka v maternici (19,69 mg.kg⁻¹), arzénu vo vaječníkoch a semenníkoch (0,676, resp. 0,618 mg.kg⁻¹), kadmia vo vaječníkoch (1,018 mg.kg⁻¹) a olovo dosahovalo približne rovnaké hladiny v maternici, vaječníkoch aj semenníkoch (0,810, resp. 0,809, resp. 0,756 mg.kg⁻¹). Štatisticky preukazné zvýšenie oproti kontrolnej skupine bolo u F v maternici a vaječníkoch (p0,05), Al v maternici (p0,05), As vo vaječníkoch (p0,05), Cd v maternici (p0,05) a Pb vo vaječníkoch (p0,01) a maternici (p0,05).

Kľúčové slová: emisia, ovce, rizikové prvky, pohlavné orgány

Kontaktná adresa:

MVDr.Weissová Tatiana, PhD.

Katedra vnút. chorôb jednokopytníkov, malých zvierat, vtákov a farmakológie

Univerzita veterinárskeho lekárstva

Komenského 73

041 81 Košice

Literatúra

Abreo, K. - Glass, J. : Cellular, biochemical, and molecular mechanism of aluminum toxicity. *Nephrol. Dial. Transplant. Suppl.*, 1, 1993: 5-11

Bartko, P. - Bíreš, J. - Kanka, P. - Paulíková, I. - Benková, E. - Cíger, J. - Juhásová, Z.: Koncentrácia rizikových prvkov v orgánoch hovädzieho dobytku a ošípaných v priemyselnej oblasti Žiar nad Hronom. Zborník referátov zo seminára: Životné prostredie v Žiarskej kotline. Žiar nad Hronom. 1992, 1-15.

Bíreš, J. - Bartko, P. - Kanka, P. - Jesenská, M. - Kovářová, E.: Zaťaženosť rizikovými prvkami u voľne žijúcej zveri, rýb a včiel v spádovej oblasti Žiar nad Hronom. Zborník referátov zo seminára: Životné prostredie v Žiarskej kotline. Žiar nad Hronom. 1992, 1-12.

Bukovjan, K. - Bukovjanová, E. - Šebesta, J. - Brycková, E.: Vorkommen von Schwermetallen in Organen und Muskulatur von Feldhasen in Mittel- und Ostböhmen. *Fleischwirtsch.* 1991, 71: 825-829

Calsou, P. - Frit, P. - Bozzato, P. - Salles, B.: Negative interference of metal (II) ions with nucleotide excision repair in human cells free extracts. *Carcinogenesis.* 1996, 17: 2779-2782.

Cannata, J.B. - Diaz, B. - Diaz, M.C. - Fernandez, M.J. - Virgos, M.J.: The parathyroid gland and aluminum overload: An overview. In De Broe M: Bone in Renal Failure. Karger, Basel, *Contr. Nephrol.*, 64. 1988: 113-119.

Dianovský, J.: Perspektívy veterinárnej medicíny v oblasti genotoxickej prevencie. *Slov.vet.čas.*, 1994, XIX, 2: 46-49.

Dianovský, J. - Šivíková, K.: Sister chromatid exchanges in sheep peripheral lymphocytes after in vitro exposure to metal-containing emission. *Acta Vet. Brno* 1998, 67: 183-188.

El-Sebai, A. - Abaza, M. - Szalay, I.: Pollution in poultry. I. Renal functions and some haematological parameters of hens fed on diets polluted with cadmium. *Bulletin-of-the-University-of-Agricultural-Sciences,-Godollo.* 1994, No. 1993-94, 75-80.

Gunn, S.A. - Gould, T.C. - Anderson, W.A.D.: The Selective Injurious Response of Testicular and Epididymal Blood Vessels to Cadmium and its Prevention by Zinc. *Am. J. Pathol.* 1963, 42: 685-702.

Hlavnička, V. : Zdravotná situácia obyvateľstva v spádovej oblasti Žiar nad Hronom. Zborník referátov zo seminára: Životné prostredie v Žiarskej kotline. Žiar nad Hronom. 1992, 1-6.

- Chen, A.S. - Huang, S.T.:** Effects of fluoride on deciduous teeth resorption of young rabbits. *Bull. envir. Contam. Toxicol.*: 52, 1994: 212-219.
- Chinoy, N.J. - Sequeira, E. - Narayana, M.V.:** Effects of vitamin C and calcium on the reversibility of fluoride-induced alterations in spermatozoa of rabbits. *Fluoride*, 24, 1991: 29-39.
- Kaldrumidou, E. - Poluzopoulou, Z. - Papaioannou, N. - Tsangares, T. - Papasteriades, A.:** Subclinical lead poisoning in sheep: ultrastructural study of the lesions in the liver and kidneys. *Bulletin-of-the-Hellenic-Veterinary-Medical-Society*. 1994, 45: 4, 283-290.
- Kessabi, M.:** Métabolisme et biochimie toxicologique du fluor: une revue. *Rev.Méd.Vétér.*: 135, 1984: 497-510.
- Klein, G.L. - Berquist, W.E. - Ament, M.E. - Coburn, J.W. - Miller, N.L. - Alfrey, A.C.:** Hepatic aluminum accumulation in children on total parenteral nutrition. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*: 3, 1984: 740-743.
- Klinda, J. - Lieskovská, Z. a kol.:** Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 1998. MŽP SR. Bratislava, 1999, 172s.
- Martin, R.B.:** The chemistry of aluminum as related to biology and medicine. *Clin. Chem.*, 32, 1986: 1797-1806.
- Massányi, L. - Janovičová, O. - Bakitová, E. - Paška, J. - Toman, R.:** Rizikové faktory prostredia pôsobiace na spermatogézu. *Kadmium. Poľnohospodárstvo*. 1991, 37: 830-848.
- Massányi, P. - Toman, R. - Valent, M. - Čupka, P.:** Evaluation of selected parameters of a metabolic profile and levels of cadmium in reproductive organs of rabbits after an experimental administration. *Acta Physiologica Hungarica*. 1995, 83: 267-273.
- Massányi, P. - Lukáč, N. - Trandžík, J.:** In vitro inhibition of the motility of bovine spermatozoa by cadmium chloride. *J. Environ. Sci. Health*, 1996, A31: 1865-1879.
- Mazliah, J. - Barron, S. - Bental, e. - Reznik, I.:** The effect of chronic lead intoxication in mature chickens. *Avian diseases*, 1989. 33: 566-570.
- Moore, M.M. - Harringtonbrock, K. - Doerr, C.L.:** Relative genotoxic potency of arsenic and its methylated metabolites. *Mutat. Res.* 1997, 386: 279-290.
- Murata, M. - Takigawa, H. - Sakamoto, H.:** Teratogenic effect of noise and cadmium: Does noise have teratogenic potential? *J. Toxicol. Environ. Health*. 1993, 39: 237-245.

- Niemi, A. - Venäläinen, E.R. - Hirvi, T. - Valtonen, M.:** Heavy metals in muscle, liver, and kidney from Finnish elk in 1980-1981 and 1990. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1993, 50: 834-841.
- O'Hara, T.M. - Bennett, L. - McCoy, C.P. - Jack, S.W. - Fleming, S.:** Lead poisoning and toxicokinetics in a heifer and fetus treated with CaNa₂ EDTA and thiamine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 1995, 7:4, 531-537.
- Ord, M.J. - Bouffler, S.D. - Chibber, R.:** Cadmium Induced Changes in cell Organelles: An Ultrastructural Study Using Cadmium Sensitive and Resistant Muntjac Fibroblast Cell Lines. *Arch. Toxicol.* 1988. 62: 133-145.
- Paksy, K. - Náray, M. - Varga, B. - Kiss, I. - Folly, I. - Ungváry, G.:** Uptake and Distribution of Cd in the Ovaries, Adrenals, and Pituitary In Pseudopregnant Rats: Effect of Cd on Progesterone Serum Levels. *Environ. Res.* 1990. 51: 83-90.
- Panemangalore, M.:** Interaction among zinc, copper, and cadmium in rats: Effects of low zinc and copper diets and oral cadmium exposure. *J. Trace Elements Exp. Med.*, 1993, 6: 125-139.
- Pařízek, J.:** The peculiar toxicity of cadmium during pregnancy - an experimental „toxaemia of pregnancy“ induced by cadmium salts. *J. Reprod. Fertil.* 1965. 9: 11-112.
- Pearson, R.J.C. - Battigelli, M.C. - Gamble, J.T.:** Mortality from working in the aluminum reduction industry. *Environ. Res.* 1993, 61: 19-24.
- Perl, D.P. - Brody, A.R.:** Alzheimer's disease: X-ray spectromeric evidence of aluminum accumulation in neurofibrillary tangle-bearing neurons. *Science.* 208, 1980: 297-299.
- Pleasant, A.W. - Waslien, C. - Naughton, B.A.:** Dietary modulation of the symptoms of cadmium toxicity in rats: effects. *Nutrition-Research.* 1993, 13: 7, 839-850.
- Rounce, J.R. - Lee, J. - Treloar, B.P. - Grace, N.D. - Sinclair, B.R.:** Metabolic changes of cadmium and zinc in kidney and liver tissue during foetal development in Romney and Merino sheep. *Proceedings-of-the-New-Zealand-Society-of-Animal-Production.* 1995, 55: 176-178.
- Rubeš, J. - Boskovec, L. - Hořínová, Z.:** Biologické monitorování genotoxického poškození hospodářských zvířat. *Proceedings of Xvth Genetical Days. České Budějovice*, 1991: 73-76.
- Sashi, A.:** Biochemical effects of fluoride on lipid metabolism in the reproductive organs of male rabbits. *Fluoride*, 25. 1992: 149-154.
- Slanina, E. - Sokol, J.:** *Vademecum veterinárního lékaře. Příroda.* Bratislava. 1991

- Soukupová, D. - Dostál, M.:** Development toxicity of cadmium in mice. I. Embryotoxic effects. *Func. Devel. Morphol.* 1991. 1-2: 3-9.
- Sweins, A.:** Protective effect of selenium against arsenic-induced chromosomal damage in cultured human lymphocytes. *Hereditas*, 1983, 98: 249-252.
- Šály, J. - Baranová, D. - Tučková, M. - Pešek, L. - Ševčíková, Z. - Šutiak, V.:** Sledovanie účinku olova na zdravie a produkciu nosníc. (v tlači)
- Šiviková, K. - Dianovský, J.:** Sister-chromatic exchanges after exposure to metal-containing emissions. *Mutation Research.* 1995, 327: 17-22.
- Tariq, M.A. - Qamar-un-Nisa - Fatima, A.:** Concentrations of Cu, Cd, Ni, and Pb in the blood and tissues of cancerous persons in a Pakistani population. *Science-of-the-Total-Environment.* 1995, 175: 1, 43-48.
- Toman, R. - Slamečka, J. - Massányi, P. - Šebová, K. - Tataruch, F. - Jurčík, R.:** Vplyv opakovaného podávania nízkych dávok Cd²⁺ na spermiogézu, biochemické zložky krvnej plazmy a jeho kumulácia v organizme zajaca poľného. *Folia Venatoria*, 1995, 25: 77-82.
- Veliký, I.:** Mikroelementy v teórii a praxi. SVPL, Bratislava, 1964: 303 s.
- Vestník ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky**, Ročník XXVIII, Jún 1996, Čiastka 14, 20. Potravinový kódex.
- Vodela, J.K. - Lenz, S.D. - Renden, J.A. - Mcelhenney, H. - Kemppainen, B.W.:** drinking water contaminants (arsenic, lead, benzene and trichloroethylene). 2. Effects on reproductive performance, egg quality, and embryo toxicity in broiler breeders. *Poultry Science*, 1997. 76: 1493-1500.
- Vrzgula, L. - Kováč, G.:** Vnútorné choroby prežúvavcov. *Príroda*. Bratislava. 1991. 232-233.
- Wang, T.S. - Shu, Y.F. - Liu, Y.C. - Yan, K.Y. - Huang, H.:** Glutathion peroxidase and catalase modulate the genotoxicity of arsenite. *Toxicology.* 1997, 121: 229-237.
- Yu, H.S. - Chan, S.T.H.:** Cadmium toxicity on mouse pre-implantation zygotes in vitro: Interactions of cadmium with manganese, zinc and calcium ions. *Toxicology.* 1988. 48: 261-272.
- Zeiger, E. - Shelby, M.D. - Witt, K.L.:** Genetic toxicity of fluoride. *Environ. Mol. Mutagen.* 1993, 21: 309-318.