

THE CADMIUM, MERCURY AND IRON CONTENT IN LIVER AND KIDNEYS OF LAMBS IN THE MUNICIPAL AREA KAKANJ AND ZENICA

S. Muratović, F. Korać, K. Brodlija, E. Džomba, Senada Čengić-Džomba, A. Muratović, Dž. Hadžić

Izvorni znanstveni članak – Scientific paper
 Primljeno – Received: 29. studeni - November 2018

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja opterećenosti teškim metalima na relaciji tlo-biljka-životinja područja Srednje-bosanskog kantona.

Istraživanja su obuhvatila analizu sadržaja kadmija (Cd), žive (Hg) i željeza (Fe) u jetrenom i bubrežnom tkivu domaće janjadi. S područja općine Kakanj žrtovano je 8 janjadi, od kojih su uzeti uzorci tkiva jetre i bubrega, a Zenice 7 janjadi, od kojih su također uzeti uzorci tkiva jetre i bubrega.

Sadržaj teških metala (Cd, Hg i Fe) u uzetim uzorcima, utvrđen je na ICP-MS (masena spektrometrija s induktivno spregnutom plazmom), u skladu s evropskim standardima (EN 13805 : 2002, IDT) i (EN 15763, 2009, IDT).

Utvrđena srednja količina Cd u uzorcima tkiva jetre s područja općine Kakanj iznosila je 0,115, a Zenice 0,261 mg/kg. Srednja vrijednost količine Cd u uzorcima tkiva bubrega sa područja općine Kakanj iznosila je 0,197, a Zenice 0,476 mg/kg. Sadržaj kadmija je veoma varijabilan na oba lokaliteta. Nije utvrđena statistički značajna razlika između lokaliteta. Općenito, sadržaj kadmija je ispod gornje granice dozvoljene količine prema Direktivi Europske Komisije. Utvrđene količine Fe na oba istraživana lokaliteta su znatno ispod gornje granice dozvoljenih vrijednosti. Na oba lokaliteta u uzetim uzorcima istraživanih tkiva nije utvrđena prisutnost žive.

Ključne riječi: teški metali, kadmij, živa, željezo, jetra, bubrezi, janjad

UVOD

Teški metali, pri višim koncentracijama u obroku, ispoljavaju toksične učinke čime negativno djeluju na zdravlje životinja i ljudi. Od teških metala, posebno opasni za ljudski organizam su: arsen (As), kadmij (Cd), olovo (Pb), živa (Hg) i nikal (Ni).

U lancu tlo-biljka-životinja zagađenje se ne ograničava samo na kariku koju inicijalno zahvati, nego ono predstavlja početno žarište daljnjih posljedica na biljnu i animalnu proizvodnju, a time i na zdravlje ljudi.

Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo: Prof. dr. Salko Muratović, Prof. dr. Emir Džomba, Prof. dr. Senada Čengić-Džomba, mr. Dženan Hadžić, mr. Kemal Brodlija svršeni postdiplomac studija Ishrana domaćih životinja, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

Prirodno-matematički fakultet Sarajevo: Prof. dr. Fehim Korać, Adnan Muratović student treće godine Prirodno-matematičkog fakulteta, odsjeka za biologiju, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

Tragovi kadmija i žive su otrovni za ljude i životinje. Ovi elementi se u nekontaminiranim tlima nalaze u veoma niskim koncentracijama (0,09 mg Hg/kg ST i 0,5 mg Cd/kg ST, prema Suttle, 2010.) ali zbog povećanih antropogenih utjecaja raste zabrinutost od porasta koncentracije u tkivima biljaka i životinja koje konzumira čovjek.

Kadmija (Cd) ima u anorganskim gnojivima (posebno superfosfatima) i atmosferskim padavinama.

Njegova akumulacija u najvećoj mjeri je u jetri i bubrezima, a u manjoj mjeri u pljuvačnim žlijezdama, reproduktivnim organima i pankreasu. Iz organizma se izlučuje preko intestinalne mukoze tankog crijeva i preko urina.

Živa je teški metal koji u hranu najčešće dolazi upotrebom pesticida. Trovanje živom inicijano utječe na probavu, a zatim i na živčani sustav. Svi spojevi žive (CH_3HgCl , HgCl_2 i sl.) su toksični za biljke i životinje. Maksimalno dozvoljene koncentracije kadmija u obrocima životinja iznose 0,5 odnosno 1,0 mg u krmivima biljnog porijekla i potpunim koncentratnim smjesama koje sadrže 12% vlage (EC/2002/32).

Mikroelementi, iako korisni u malim količinama, postaju štetni ukoliko zemljište sadrži pristupačne forme ovih elemenata u visokim koncentracijama. Prirodne koncentracije jednog ili više elemenata, pod uticajem antropogenog faktora i daljinskog transporta polutanata, mogu se značajno povećati, tako da u pojedinim fazama djelovanja mogu premašiti kritične ili toksične koncentracije za određeni ekosustav ili pojedine njegove komponente (Knežević, 2002.). Najopasniji zagađivači životne sredine su pesticidi, odmah nakon njih dolaze teški metali (Muratović i sur., 2002.).

Zbog svoje toksičnosti i kancerogenosti olovo, živa i kadmij privlače posebnu pažnju u industrijski razvijenim zemljama (NRC, 1980.). Pored tzv. prljave industrije, značajan izvor ovog zagađenja jesu ispušni plinovi motornih vozila, naročito u urbanim sredinama i područjima koja gravitiraju većim prometnicama (Muratović i sur., 2002.).

Područje općina Zenica i Kakanj su tipičan primjer zagađenja životne sredine prljavom industrijom i ispušnim plinovima automobila (termoelektrane na kruto gorivo, sirovina za proizvodnju cementa

i međunarodni autoput. U lancu tlo-biljka-životinja zagađenje se ograničava na kariku koju inicijalno zahvati, ono predstavlja polaznu točku za dalje posljedice na biljke i životinje, a time i na zdravlje ljudi (Muratović i sur., 2002.).

Zajedno s esencijalnim materijama biljke i životinje usvajaju male količine teških metala i akumuliraju ih (Bilandžić i sur., 2010.).

Pri akutnoj i kroničnoj izloženosti teškim metalima dolazi do akumulacije u gotovo svim tkivima životinja, a najveće količine nađene su u jetri i bubrezima (Satarug i sur., 2003.).

Teški metali mogu utjecati na pojavu niza negativnih posljedica po životinje, mogu izazvati nepovratne mutagene, teratogene i kancerogene učinke (Goyer, 1996.).

Iako nije predmet istraživanja provedenog pokusa, kroz pregled literature uviđa se na značaj kontinuiranog monitoringa olova u lancu tlo-biljka-životinja-čovjek. Olovo je jedan od glavnih zagađivača okoliša, te stoga može izazvati trovanje domaćih životinja (Humphreys, 1991.).

Djeluje na centralni živčani i periferni sustav životinja uzrokujući encefalopatiju, nemir, akutnu ili kroničnu nefropatiju, gastroenteritis i degeneraciju perifernog živčanog sustava, posebno u slučajevima dugoročne ingestije malih količina (Van Osdam i sur., 1999.).

Pored kancerogenog djelovanja olovnih spojeva na životinje, a time i čovjeka, potvrđeno je da velike količine olova uzrokuju toksične učinke na reproduktivne organe, odnosno da djeluju teratogeno, čak i letalno na fetus (Lu, 1991.).

Kadmij je kumulativni otrov, kada uđe u organizam taloži se u bubrezima i ostaje gotovo cijelog života. Rizik trovanja i koncentracija kadmija u bubrezima se gotovo linearno povećava s dužinom konzumacije povećanih količina kadmija (Petersen i sur., 1991.). Kadmija ima najviše u školjkama (što je posljedica zagađenosti morske vode) u instant kavi, čaju (što je posljedica procesa prerade).

Glavna kontaminacija poljoprivrednog prostora kadmijem je intenzivna gnojidba fosfornim gnojivima (Flick i sur., 1971.), vulkanska aktivnost, odnosno blizina rudnika (Hemphill, 1974.) i autoputeva (McDowell, 1992.).

Kronična akumulacija kadmija pospješuje oštećenja tubula bubrega, pospješuje atrofiju testisa u životinja i smanjuje spermatogenezu (Lu, 1991.). U goveda može izazvati gubitak apetita, anemiju, slab rast, pobačaje i teratogene lezije (Seimiya i sur., 1991.).

Kronično izlaganje spojevima kadmija najčešće napada bubrege uz oštećenja tubula i funkcionalne poremećaje (Moris i sur. 2005.).

Iako su i živa i kadmij prilično inertni u tlu i kao takvi u kratkom vremenskom periodu se akumuliraju u veoma ograničenim količinama, dugotrajna izloženost supstrata izvoru kontaminacije može uzrokovati povećanje akumulacije ova dva elementa. Kontaminirano tlo akumulira teške metale, a biljke ih apsorbiraju iz tla. Povećanje kiselosti tla zbog aplikacije umjetnih gnojiva ili kiselih kiša povećava topivost teških metala i ubrzava njihovu apsorpciju, a životinje ih akumuliraju u svojim tkivima. U industrijski razvijenom području BiH (dolina rijeke Bosne) zbog intenzivnije poljoprivrede, blizine tzv. „prljave industrije“ i frekventnih prometnica mogu se očekivati povećane koncentracije kadmija. Ujedno, dolina rijeke Bosne predstavlja i najnaseljenije područje BiH s velikim tržištem poljoprivrednih proizvoda. Postojanje tržišta s jedne, i prirodnih uvjeta za organizaciju stočarske proizvodnje s druge strane, uvjetovalo je da je ova regija i najznačajniji proizvodni potencijal u tom smislu. Ranije provedena istraživanja na području općina Kakanj i Zenice pokazale su značajnu kontaminiranost biljnog supstrata teškim metalima.

Muratović i sur. (2002.) su našli prisutnost teških metala na travnjacima, odnosno zelenoj masi, sijenu i korjenasto-krtolastim krmivima na području općine Kakanj.

Stoga je cilj ovog istraživanja sagledavanje prisutnosti teških metala u tkivima jetre i bubrega ovaca hranjenih krmom proizvedenom na poljoprivrednim područjima općina Kakanj i Zenica.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno na području općina Kakanj i Zenica u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine. Budući da se teški metali uglavnom depoziraju u mekim tkivima utvrđen je sadržaj kadmija,

željeza i žive u jetri i bubrezima janjadi (8 uzoraka jetre i bubrega s područja Kaknja i 7 uzoraka jetre i bubrega s područja Zenice) uzgajanim na navedenim područjima. Uzorci su čuvani na temperaturi od -20°C do analize.

Uzorci homogeniziranog tkiva pripremani su mokrim spaljivanjem u mikrovalnoj pećnici Multiwave 3000 (Anton Paar, Germany). Odvagano je po 2 g svakog uzorka u teflonsku posudicu, te se tome dodavalo po 1 ml H₂O₂ (30%) i 5 ml HNO₃ (65%). Mikrovalna digestija provela se na 1200 W u koraci-ma po 10, zadržavanjem 10 minuta. Bistra otopina kvantitativno je prenesena u odmjerne tikvice od 50 ml koje su dopunjavane do oznake dekontaminiranom (super pure) vodom. Isti postupak koristi se za slijepu probu ali bez uzorka. Bistre otopine se kvantitativno prenose u odmjerne tikvice od 50 ml te dopune do oznake sa dekontaminiranom (super pure) vodom.

Kadmij i željezo određeni su atomskom apsorpcijskom spektrometrijom na aparatu Analyst 800 (Perkin Elmer, USA) primjenom grafitne tehnike (PN-EN 14084:2004), a živa direktnim spaljivanjem na živinom analizatoru AMA 254 (Advanced Mercury Analyzer, Leco, Poland) koristeći atomsku apsorpcijsku spektrofotometriju (PN-EN 13806:2003). Za kalibraciju instrumenta korišteni su certificirani standardi za Cd, Hg i Fe od 1000 mg/l (Perkin Elmer, USA). Radni standardi su pripremljeni razrjeđivanjem certificiranih standarda s 0,2% HNO₃. U analizama su korišteni modifikatori (Perkin Elmer, USA) magnezij nitrat Mg(NO₃)₂ koncentracije 10000 mg/l i paladij-nitrat Pd(NO₃)₂ koncentracije 10 000 mg/l.

Za statističku obradu podataka korišten je statistički programski paket IBM SPSS, verzija 20. Usporedba razlika srednjih vrijednosti sadržaja kadmija, željeza i žive između pojedinih lokaliteta (općina) urađena je t testom, a korištena je i korelacijska analiza za usporedbu sadržaja teških metala u jetri i bubrezima.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Usporedni prikaz sadržaja kadmija, željeza i žive u uzorcima jetre i bubrega ovaca na području Kaknja i području Zenice dat je u tablicama 1, 2 i 3.

Tablica 1. Sadržaj kadmija (mg/kg) u tkivu jetre i bubrega janjadi

Table 1 Concentration of Cd (mg/kg) in liver and kidney tissue of lambs

Tkivo Tissue	Lokalitet Locality	N	Srednja vrijednost Mean	SD	95% CI		min.	max.
					min.	max.		
Jetra Liver	Kakanj	8	0,115	0,102	0,03	0,20	0,017	0,316
	Zenica	7	0,261	0,204	0,72	0,45	0,031	0,633
	Ukupno Total	15	0,183	0,170	0,89	0,28	0,017	0,633
Bubrezi Kidney	Kakanj	8	0,197	0,170	0,06	0,34	0,025	0,487
	Zenica	7	0,476	0,331	0,17	0,78	0,064	1,020
	Ukupno Total	15	0,327	0,286	0,17	0,49	0,025	1,020

N-broj uzoraka, SD-standardna devijacija, CI-raspon pouzdanosti
N-number of samples, SD-standard deviation, CI-confidence interval

Tablica 2. Sadržaj željeza (mg/kg) u tkivu jetre i bubrega janjadi

Table 2 Concentration of iron (mg/kg) in liver and kidney tissue of lambs

Tkivo Tissue	Lokalitet Locality	N	Srednja vrijednost Mean	SD	95% CI		min.	max.
					min.	max.		
Jetra Liver	Kakanj	8	71,341	19,828	54,76	87,92	37,25	93,60
	Zenica	7	53,516	12,179	42,25	64,78	34,87	68,61
	Ukupno Total	15	63,023	18,571	52,74	73,31	34,87	93,60
Bubrezi Kidney	Kakanj	8	21,986	5,272	17,58	26,39	13,93	31,40
	Zenica	7	27,364	8,083	18,89	34,84	15,34	40,92
	Ukupno Total	15	24,496	7,044	20,60	28,40	13,93	40,92

N-broj uzoraka, SD-standardna devijacija, CI-raspon pouzdanosti
N-number of samples, SD-standard deviation, CI-confidence interval

Na oba ispitivana lokaliteta nije detektirana prisutnost žive ni u tkivima bubrega niti u tkivu jetre janjadi.

Sadržaj kadmija u tkivima jetre i bubrega je veoma varijabilan na oba ispitivana lokaliteta (standardna devijacija je gotovo jednaka prosječnim vrijednostima).

Sadržaj kadmija i u jetri i u bubrežima na lokalitetu Zenica je numerički znatno viši ali zbog iskazane visoke varijabilnosti njegovog sadržaja unutar pojedinih lokaliteta nisu ustanovljene statistički opravdane razlike između pojedinih lokaliteta.

Mada je primjena fosfatnih gnojiva glavni izvor zagađenja zemljišta i biljaka kadmijem (Flick i sar., 1971.), vulkanska aktivnost odnosno blizina rudnika

(posebno olova) (Hemphill, 1974.) i blizina autoputeva (McDowell, 1992.) također utječu na povećanje sadržaja kadmija u biljkama. Pored toga, životinje u organizam kadmij unose i inhalacijom.

Iako je ustanovljeno da su koncentracije kadmija od 5 mg/kg ST hrane za životinje povezane s negativnim efektom na zdravlje životinja, maksimalno dozvoljene doze kadmija u stočnoj hrani, prema direktivi EC (2002/32/EC) iznose samo 0,5-1,0 mg/kg (pri sadržaju vlage od 12 %). Razlog ovome jeste nepostojanje homeostatskih kontrolnih mehanizama u limitiranju retencije kadmija u životinjskom organizmu. Stoga je količina kadmija u životinjskim tkivima direktno vezana za količinu konzumiranog kadmija (Miller, 1979.) i veoma mala količina tjelesnog kadmija se izlučuje. Prema nekim

istraživanjima (Fox, 1983.) biološki poluživot kadmija u bubrezima iznosi između 20 i 30 godina i otuda se sadržaj kadmija u njenom organizmu povećava s njenom starosti.

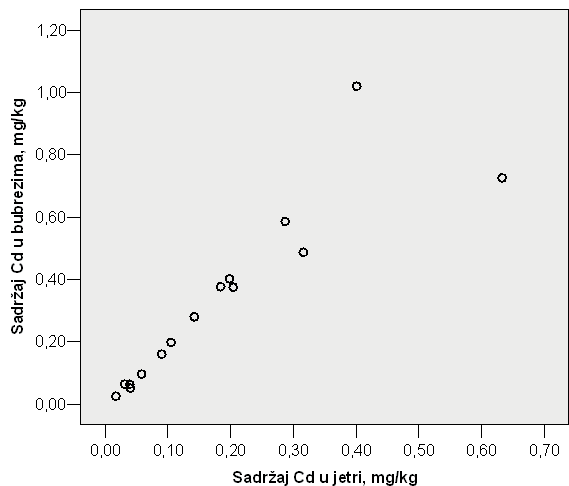
Komparirajući nađene koncentracije kadmija u jetri (0,115-0,261 mg/kg) i bubrezima (0,183-0,197 mg/kg) janjadi na oba lokaliteta sa sličnim istraživanjima može se konstatirati da je nađeni sadržaj kadmija daleko viši u odnosu na istraživanja na Islandu (Reykjal i Thorlacius, 2001.) gdje je utvrđena koncentracija kadmija od 0,045 i 0,058 mg/kg tkiva jetre odnosno bubrega ovaca. S druge strane, Frøslie i sur. (1985.) su utvrdili viši sadržaj kadmija u jetri (0,39 mg/kg) i bubrezima (0,577 mg/kg) ovaca u Norveškoj.

Općenito, sadržaj kadmija je ispod gornjeg dozvoljenog nivoa, njegove količine u jetri i bubrezima ovaca za ljudsku konzumaciju koji prema propisima EZ iznose 0,5 mg/kg za jetru i 1 mg/kg za bubrege.

Apsorbirani kadmij se prvobitno akumulira u jetri odakle se transportira u bubrege. Stoga postoji korelacija količine kadmija u jetri i bubrezima. Ustanovljena korelacija od $r = 0,889$ (Grafikon 1.) u skladu je sa sličnim istraživanjima mada je odnos apsolutnih količina kadmija u jetri i bubrezima varijabilan: Rejkjal i Thoriacius (2001.) su ustanovili sličan odnos kao u provedenom istraživanju (sadržaj kadmija je u bubrezima za oko 30% viši u odnosu na jetru); s druge strane u istraživanjima Jorhema (1999.), Nuurtamoa i sur. (1980.) i Vosa i sur. (1988.) sadržaj kadmija u bubrezima ovaca je četverostruko viši u odnosu na jetru.

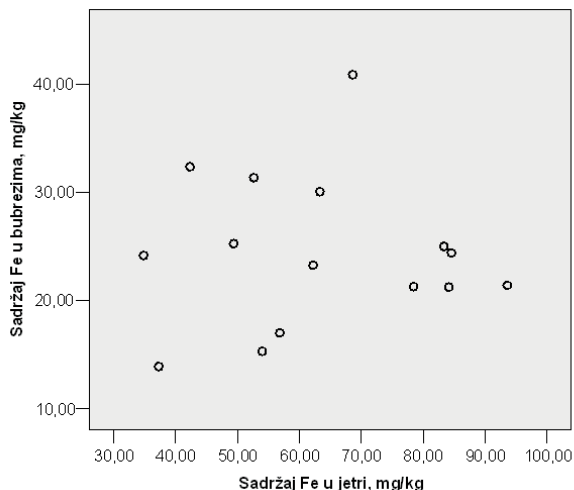
Za razliku od kadmija željezo je esencijalni element s veoma visokim gornjim granicama tolerantnih vrijednosti u ishrani životinja. Prema Mc Dowellu (1992.) maksimalne dozvoljene granice u ishrani ovaca iznose 500 mg/kg. U prirodnim uvjetima rijetko se javljaju toksikoze izazvane željezom, a do nešto povećanog unosa željeza dolazi konzumacijom čestica zemljišta bogatog spojevima željeza (vulkanska zemljišta, erozije i sl.). Poveznica željeza i kadmija se ogleda u njihovom antagonizmu. Ammerman i sur. (1973.) nalaze da uz neke druge hranjive materije i željezo ima određenu protektivnu ulogu u toksičnosti kadmija. S druge strane, kadmij znatno utječe na biosintezu porfirina, hema i citohroma te otuda značajno mijenja metabolizam željeza.

U ispitivanim uzorcima tkiva bubrega i jetre sadržaj željeza je bio znatno ispod gornje granice tolerantnih vrijednosti koje prema Suttleju (2010.) iznose više od 1000 mg/kg. Prema istom autoru sadržaj željeza u jetri ispod 69,8-100 mg/kg može ukazivati na nedostatak željeza. Za razliku od kadmija



Grafikon 1. Korelacija sadržaja kadmija u jetri i bubrezima janjadi

Figure 1 Correlation of cadmium concentration in liver and kidney



Grafikon 2. Korelacija sadržaja željeza u jetri i bubrezima janjadi

Figure 2 Correlation of iron concentration in lambs liver and kidney

zabilježena je znatno manja varijabilnost u sadržaju željeza unutar pojedinih lokaliteta, ali ni u ovome slučaju nisu utvrđene razlike u njegovom sadržaju između lokaliteta. Slična istraživanja (Falandysz i sur. 1994., Coleman i sur., 1992., Nutrient Data Laboratory, 2000.) su dobila vrijednosti koje korespondiraju nađenim vrijednostima željeza, s tim da se mora naglasiti velika varijabilnost literaturnih vrijednosti: od 4,9 do 335 mg/kg u tkivu jetre i od 17 do 338 mg/kg u tkivu bubrega.

U organizmu željezo se uglavnom deponira kao feritin i hemosiderin koji se nalaze u svim tkivima, a najviše u jetri. Nije u potpunosti jasno, da li povećane dijetalne koncentracije željeza dovode do njegovog povećanog odlaganja u jetri: Grace i sur. (1996.) nisu našli pozitivnu korelaciju dok su Grun i sur. (1978.) ustanovili vezu između količine konzumiranog željeza i njegove koncentracije u jetri. U ovome istraživanju nije zabilježena korelacija između ova dva faktora ($r=0,031$).

ZAKLJUČAK

Utvrđene koncentracije kadmija i željeza u tkivima bubrega i jetre janjadi su ispod gornjih tolerantnih vrijednosti. Razlog ovome je i činjenica da je istraživanje provedeno na mlađim životinjama (janjadi) zbog čega se kumulativni učinak kadmija nije mogao ispoljiti. Zbog iskazane visoke varijabilnosti unutar lokaliteta nisu utvrđene statistički značajne razlike između lokaliteta. Istovremeno, nije detektirana prisutnost žive u tkivima jetre i bubrega. Budući da istraživano područje karakterizira potencijalni rizik kontaminiranosti teškim metalima potrebno je nastaviti njihovu kontrolu u lancu tlo-biljka-životinja.

LITERATURA

1. Ammerman, C.B., Fick, K. R., Hansard, II, S. L., and Miller, S.M. (1973.): "Toxicity of Certain Minerals to Domestic Animals: A review". Anim. Sci Res. Rep. AL73. Institute of Food and Agricultural Sciences, Univ. of Florida. Gainesville, Florida.
2. Bilandžić, N., Đokić, M., Sedak, M. (2010.): Sadržaj kadmija, žive i olova u bubrežnom tkivu goveda i svinja. Meso, Vol II, 3, str. 162-166.
3. Coleman, M.E., Elder, R.S., Basu, P., Koppelaar G.P. (1992.): Trace metals in edible tissues of livestock and poultry, Journal of AOAC International, 75, 615-625.
4. Directive 2002/32/EC, (2002.): Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed. Off. J. L 140, 10 (30 May).
5. EEC (2001.): Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs Official Journal of the European Communities, L77.
6. Falandysz, J., Kotecka, W., and Kannan, K. (1994.): Mercury, lead, cadmium, manganese, copper, iron and zinc concentrations in poultry, rabbit and sheep from the northern part of Poland. Science of the total Environment, 141, 51-57.
7. Flick, D. F., Kraybill, H. F. and Dimitroff, J. M., (1971.): Toxic effects of cadmium: A review. Environ. Res. 4, 71.
8. Fox, M.R.S. (1983.): Cadmium bioavailability, Fed Proc 42:1726-1729.
9. Frøslie, A., Norheim, G., Rambaek J. P and Steinnes, E. (1985.): Heavy metals in lamb liver: Contribution from atmospheric fallout. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 34, 175-182.
10. Goyer, R.A. (1996.): Toxic effects of metals U:C.D Klassen, Editor, Casarett & Doull's Toxicology: McGraw-Hill New York, pp. 811-867.
11. Grace, N.D, Rounce, J.R and Lee, J. (1996.): Effect of soil ingestion on the storage of Se, vitamin B12, Cu, Cd, Fe, Mn and Zn in the liver of sheep fed Lucerne pellets. New Zealand Journal of Agricultural Research, 39, 325-331.
12. Grün M, Anke M, Hennig A, Seffner W, Partschefeld M, Flachowsky G, Groppel B. (1978.): Überholte orale Eisengaben an Schaf. 2. Der Einfluss auf Eisen, Kupfer, Zink, und Mangangehalt verschiedener Organe. Archiv für Tierernährung, 28, 341-347.
13. Hemphill, D. D. (1974.): In "Seconds International Symposium on Trace Elements in Man and Animals (TEMA-2)," p. 458. University Park Prees, Baltimore, Maryland.
14. Humphreys, DJ (1991.): Effects of exposure to excessive quantities of lead on animals. The British Veterinary Journal 147, 18-30.
15. Jorham, L., (1999.): Lead and cadmium in tissues from horse, sheep, lamb and reindeer in Sweden. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A, 208, 106-109.
16. Knežević, M. (2012.): Teški metali u šumskim ekosistemima. Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet Zbornik izvoda radova - Tehnologija.
17. Leon, L. and Johnson, D. R. (1985.): Role of iron in jejunal uptake of cadmium in the newborn rat, Journal of Toxicology and Environmental Health 15, 687-696.

18. Lu, F.C. (1991.): U: Basic toxicology: Fundamentals, Target Organs and Risk Assessment, Taylor and Francis, New Yprk, pp. 248.
19. McDowell, L.R. (1992.): Cadmium. In: McDowell LR, (ed.). Minerals in animal and human nutrition. London: Academic Press, 359-61.
20. Miller, W. J., (1979.): Dairy Cattle Feeding and Nutrition". Academic Press, New York.
21. Morris, M. C. D. A. Evans, C.C. Tangney, J.L. Bienias, R.S. Wilson (2005.): Fish consumption and cognitive decline with age in a large community study. Archives of Neurology 62, 1842-1853.
22. Muratović, S. Džomba, E. (1998.): Geohemijska sredina i životinja. Simpozij Korištenje tla i vode u funkciji održivog razvoja i zaštite okoliša, 409-414. ANU BiH, Sarajevo.
23. Muratović, S. Džomba, E. Čengić S., Crnkić, Ć. Brodlija, K. Šehić, S. (2002.): Sadržaj Olova i Kadmija u voluminoznoj krmu općine Kakanj, Krmiva 44, Zagreb.
24. NRC. (1980.): "Mineral Tolerance of Domestic Animals" National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C.
25. Nutrient Data Laboratory, (2000.): Home page, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
26. Nuurtamo M, Varo P, Saari E, Koivistoinen P, (1980.): Mineral element composition of Finish foods. V. Meat and meat products. Acta Agriculturae Scandinavica, 22 (supl.), 57-76.
27. Petersen, D.S., Masters, H.G., Spiegers, E.J., Williams, D.E., Edwards, J.R. (1991.): Accumulation of cadmium in sheep. In: Momcilovic, B. (ed.) Proceedings of the Seventh International Symposium on Trace Elements in Man and Animals (TEMA 7), Dubrovnik. IMI, Zagreb, pp. 26-13-26-14.
28. PN-EN 14084:2004. Determination of trace elements – Determination of lead, cadmium, zinc, copper and iron by atomic absorption spectrometry (AAS) after microwave digestion. Polish Committee for Standardization
29. PN-EN 13806:2003. Determination of trace elements – Determination of mercury by cold-vapour atomic absorption spectrometry (AAS) after pressure digestion. Polish Committee for Standardization.
30. Reykdal, O., Thorlacius, A. (2001.): Cadmium, mercury, iron, copper, manganese and zinc in livers and kidneys of Icelandic lambs. Food Additives and Contaminants 18 (11), 960-969.
31. Satarug, S., J. R. Baker, S. Urbenjapol, M. Haswell-Elkins, P.E. Reilly, DJ. Williams, M.R. Moore (2003.): A global perspective on cadmium pollution and toxicity in non-occupationally exposed population, Toxicology Letters 137, 65-83.
32. Seimiya, Y., H. Itoh, K. Ohshima (1991.): Brain lesions of lead poisoning in a calf. The Journal of Veterinary Medical Science 53. 117-119.
33. Steinnes, E. (1995.): A critical evaluation of the use of naturally growing moss to monitor the deposition of atmospheric metals, Science of the Total Environment, 160/161, 243-249. 1995.
34. Suttle, N. F. (2010.): Mineral nutrition of livestock. CABI Publishing, str. 347.
35. Van Ostdam, J., A. Gilman, E. Dewailly, P. Usher, B. Wheatley, H. Kuhnlein, S. Neve, J. Walker, B. Tracyh, M. Feeley, V. Jerome, B. Kwavnich (1999.): Human health implications of environmental contaminants in Arctic Canada: a review. Science of the Total Environment 230, 1-82.
36. Vos, G; Lammers, H; van Delft, W. (1988.): Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of sheep slaughtered in The Netherlands Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forshung, 187, 1-7.

SUMMARY

This paper presents the results of research on heavy metal load on the relation soil-plant-animal in the Central Bosnia Canton.

This research included analysis of cadmium (Cd), mercury (Hg) and iron (Fe) content in liver and kidney tissue of domestic lambs. From the areas of Kakanj nad Zenica eight and seven lambs were sacrificed from which liver and kidney samples were taken.

Heavy metals concentration in samples was determined using the ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry), in accordance with European standards (EN 13805:2002, IDT) and (EN 15763,2009, IDT).

Mean Cd content in samples of liver tissue was 0.115 ppm in Kakanj municipality, and 0.261 ppm in Zenica municipality. Mean Cd content in samples of kidney tissue was 0.197 ppm in Kakanj municipality and 0.476 in Zenica municipality. Cadmium content was very variable in both regions. Cd content was below the upper limit of allowable quantity according to EU regulations. Determined amounts of iron in both regions were well below the upper limit of allowed quantities. In both regions mercury was not found.

Keywords: heavy metals, cadmium, mercury, iron, liver, kidney, lamb