

Koncentracija žive u različitim tkivima divljih svinja sa područja Republike Srbije

Milica Živkov-Baloš¹, Željko Mihaljev¹,
Jasna Prodanov-Radulović¹, Sandra Jakšić¹,
Nadežda Prica¹, Igor Stojanov¹, Saša Obradović²

Naučni rad
UDC:351.773.137.513:639.111

UVOD

Tehnološki napredak ljudske vrste izazvao je brz porast koncentracije raznih zagađivača (uključujući i teške metale) u životnoj sredini (vazduh, zemljište, voda) i, shodno tome, u različitim živim organizmima (biljke, životinje, ljudi). Živa (Hg) je neesencijalni element, a zbog niskog potencijala za prirodnu detoksifikaciju i potencijala za akumulaciju u organizmu živih bića, Hg je jedan od najopasnijih kontaminanata u životnoj sredini [1].

Živa je naročito toksična ako je prisutna kao Hg²⁺ jon ili metil živa (CH₃Hg⁺). Prisustvo žive u tkivima ljudi i životinja pokazatelj je zagađenja životne sredine živom iz prirodnih i antropogenih izvora. Prisustvo svih oblika žive smatra se nepoželjnim i opasnim u prirodnom životnom okruženju [2]. Toksično dejstvo žive potiče od njenog afiniteta vezivanja sa -SH grupama, pri čemu dolazi do inhibicije enzimskih sistema koji sadrže ovakve grupe. Jon žive je jak protoplazmatični otrov, akumulira se u lizozomima unutar ćelija, što dovodi do njihovog razaranja [3]. Trovanje živom uzrokuje nekrozu bubrega i smrt.

Izvor kontaminacije zemljišta živom predstavljaju mineralna đubriva, fungicidi i sredstva za dezinfekciju u poljoprivredi, kao i primena otpadnih muljeva za đubrenje obradivog zemljišta. Emiteri žive u atmosferu su topionice metala, sagorevanje fosilnih goriva i spaljivanje otpadnog materijala [4].

Divljač se slobodno kreće u prirodi, tražeći svoju hranu, te je na taj način, karika u lancu u kom se akumuliraju zagađivači iz okruženja. Mnoge divlje životinje su izložene različitim toksičnim supstancama konzumiranjem kontaminiranih biljaka i životinja, ili vode, zemljišta i vazduha [5]. Zato se smatra da su, upravo divlje životinje, dobri monitori zdravlja životne sredine.

Adrese autora: ¹Naučni institut za veterinarstvo „Novi Sad“, Novi Sad, Rumenački put 20, Srbija, ²Državni Univerzitet u Novom Pazaru, Vuka Karadžića bb, Novi Pazar, Srbija

Rad primljen: 10. 05. 2016.

Rad prihvaćen: 06. 06. 2016.

Monitori su definisani kao organizmi u kojima se promena poznatih karakteristika može koristiti kao mera za procenu stepena kontaminacije životne sredine. Na taj način, mogu da se donesu i zaključci o uticaju stepena kontaminacije životne sredine na druge vrste živih organizama u ekosistemu. Monitori mogu pružiti informacije o koncentracijama esencijalnih i toksičnih metala, kao i informacije o deficitu ili toksičnosti pojedinih elemenata [5]. Da bi se u potpunosti razumela izloženost životinja kontaminantima koji potiču iz životne sredine, te da bi se procenili štetni efekti i procenio rizik, potrebno je sprovesti sistematske studije i prikupljanje podataka o stepenu i vrsti zagađenja, kao i distribucija opasnih hemikalija u prirodi. Veliki broj studija je zasnovan na određivanju hemijskih zagađivača u životinjskim tkivima i organima, a na osnovu ovih nalaza, moguće je proceniti nivo izloženosti ljudi negativnim efektima ovih zagađivača.

Budući da ispunjava brojne uslove, ako što su: široka geografska distribucija, relativno uzak teritorijalni život, način ishrane, velika dostupnost osnovnih podataka i relativno jednostavna procedura uzorkovanja – divlje svinje (*Sus scrofa*), se često pominju u literaturi kao dobar, ili čak odličan, monitor toksičnih elemenata koji opterećuje životnu sredinu [1,6].

Cilj ovog istraživanja je bio da se odredi koncentracija žive u tkivima divljih svinja koje žive na teritoriji Republike Srbije, kao važna informacija u proceni rizika za divlje životinje i ljude. Dobijeni rezultati su upoređeni sa relevantnim podacima istraživanja iz Republike Srbije i drugih zemalja.

1. MATERIJAL I METODE

Uzorci jetre, bubrega i mesa divljih svinja (*Sus scrofa*), koje su odsterljene u lovu, sakupljeni su sa 16 lokaliteta Republike Srbije i to Zrenjanin, Novi Kneževac, Novi Sad, Šid, Bač, Bačka Palanka, Apatin, Sombor, Subotica, Sremska Mitrovica, Ruma, Pećinci, Irig, Niš, Bujanovac i Bukovik. Uzorkovanje organa i tkiva divljih svinja izvršeno je

tokom lovne sezone 2013/2014. Životinje nisu selektovane prema polu i starosti. Uzorci jetre, bubrega i mesa sakupljeni su od 41 divlje svinje. Nakon uzorkovanja, svi uzorci tkiva smešteni su u odgovarajuće plastične kese, individualno obeleženi i čuvani na -18°C , da bi se izbegla degradacija tkiva pre analize.

Tabela 1 - Korišćeni izotop žive, granica detekcije (GD) i recovery

Element	Isotope	GD (mg/kg)	Recovery (%)
Hg	^{201}Hg	0.001	83.7

Uzorci tkiva pripremljeni su za analizu metodom vlažne mikrotalasne digestije, uz upotrebu smeše $\text{H}_2\text{O}_2/\text{HNO}_3$ (1:4, v/v). Zatim su uzorci razblaženi dejonizovanom vodom do zapremine od 50 ml. Analiza uzoraka razorenih tkiva na sadržaj Hg (NoG-M, IT 1 s/P) izvršena je metodom indukovano kuplovane plazme sa masenom detekcijom (ICP/

MS) na aparatu Agilent ICP-MS 7700. Ratvori za kalibraciju pripremljeni su od komercijalnog standarda žive, koncentracije 1000 mg/l (*AccuTraceTM Reference Standard* (USA)). Recovery (%) je dobijen spajkovanjem 6 uzoraka mesa poznatom koncentracijom analitičkog standarda žive (tabela 1).

2. REZULTATI

Sadržaj žive u jetri, bubrezima i mesu divljih svinja sa različitih lokaliteta Republike Srbije prikazan je u tabeli 2. Dobijene vrednosti su upoređene sa maksimalno dozvoljenim vrednostima za živu (MDV), koje su u Republici Srbiji propisane Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja [7].

Tabela 2 - Intervali varijacije koncentracija žive (mg/kg) u jetri, bubrezima i mesu divljih svinja sa različitih lokaliteta u Republici Srbiji

Lokalitet	Jetra	Bubreg	Meso
	Maksimalno dozvoljene vrednosti		
	max 0,1	max 0,1	max 0,03
Zrenjanin	n.i.	0,001	n.i.
Novi Kneževac	0,040-0,074	0,199	n.i.
Novi Sad	0,099	0,332	n.i.
Bač	0,001-0,150	< 0,001 – 0,016	n.i.
Šid	< 0,001-0,123	0,103-0,134	0,001-0,015
BačkaPalanka	< 0,001	n.i.	< 0,001
Subotica	< 0,001	0,021	< 0,001
Sombor	n.i.	< 0,001	n.i.
Apatin	n.i.	0,016 – 0,145	< 0,001 – 0,027
Sremska Mitrovica	< 0,001-0,004	< 0,001 – 0,180	n.i.
Ruma	n.i.	0,017 – 0,095	n.i.
Pećinci	< 0,001-0,048	0,133	n.i.
Irig	0,029-0,071	0,084 – 0,255	n.i.
Niš	< 0,001	n.i.	n.i.
Bujanovac	< 0,001-0,122	0,071 – 0,202	n.i.
Bukovik	< 0,001	0,003	n.i.
Ukupno	< 0,001-0,150	< 0,001-0,332	< 0,001-0,027

n.i.- nije ispitivano

Rezultati su upoređeni i sa rezultatima ispitivanja drugih autora, iz naše i drugih zemalja. S obzirom na nedostatak referentnih vrednosti za MDV za živu u tkivu divljih životinja, dobijeni rezultati su upoređeni primenom MDV za meso i iznutrice domaćih životinja. Maksimalno dozvoljena vrednost za sadržaj žive u jetri i bubrezima (iznutrice domaćih životinja) je 0,1 mg/kg, dok je u mesu 0,03 mg/kg.

Ispitano je ukupno 69 uzoraka (28 uzoraka jetre, 36 uzoraka bubrega i 5 uzoraka mesa) od 41 divlje svinje sa ukupno 16 lokacija.

Rezultati našeg ispitivanja ukazuju na to da je od ukupno ispitivanog broja uzoraka jetre (28), u 3 uzorka (10,7%) koncentracija Hg bila iznad MDV. Uzorci čija je vrednost bila iznad MDV bili su sledećih lokacija: Šid, Bač i Bujanovac. U 2 uzorka izmerena koncentracija Hg je bila na granici MDV (0,100 i 0,099 mg/kg), a ti uzorci bili su poreklom sa teritorije Novog Sada i Bača. Najviša koncentracija Hg (0,150 mg/kg) izmerena je u uzorku jetre poreklom sa teritorije Bača.

Izmerene vrednosti za sadržaj Hg u uzorcima bubrega divljih svinja (ukupno 36 uzoraka) u 12

(36%) uzoraka je bila iznad MDV. Uzorci u kojima je izmerena vrednost Hg bila iznad MDV potiču sa sledećih teritorija: Novi Kneževac, Novi Sad, Šid, Pećinci, Irig, Sremska Mitrovica, Apatin i Bujanovac. U dva uzorka izmerena koncentracija Hg je bila na granici MDV (0,095 i 0,087 mg/kg), a ti uzorci bili su poreklom sa teritorije Rume i Bujanovca. Najviša koncentracija Hg izmerena je u uzorku jetre poreklom sa teritorije Novog Sada (0,332 mg/kg).

Ovim ispitivanjem obuhvaćeno je 5 uzoraka mesa, koji su bili sa različitih lokaliteta. Izmerene vrednosti žive, gledano ukupno, bile su bliske granici detekcije primenjene metode (0,001 mg/kg), osim u jednom uzorku (0,027 mg/kg), poreklom sa teritorije opštine Šid.

3. DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja koncentracije žive u organima i tkivima divljih svinja sa teritorije Republike Srbije ukazuju na postojanje razlika između individua, organa i teritorija obuhvaćenih ispitivanjem. Sadržaj Hg u bubrezima divljih svinja ($0,082 \pm 0,093$ mg/kg) bio je nešto viši nego sadržaj u jetri ($0,038 \pm 0,0475$ mg/kg). Ovakav nalaz je u skladu sa rezultatima drugih autora [1, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17]. Izmerene vrednosti žive u jetri i bubrezima divljih svinja sa teritorije Srbije bili su nešto više nego u istraživanjima autora iz drugih zemalja. Tako, u istraživanju koncentracija žive u organima divljih svinja sa teritorije Republike Hrvatske [1], autori iznose da je sadržaj žive u jetri bio u intervalu od 0,0225 do 0,0395 mg/kg, u bubrezima 0,063 do 0,129 mg/kg, a u mišićnom tkivu od 0,0071 do 0,0116 mg/kg.

U drugom istraživanju [4], autori iznose sledeće rasponne za sadržaj žive u organima divljih svinja: bubrezima – od 0,04 do 0,152 mg/kg, a u mesu od 0,004 do 0,012 mg/kg. Ispitivanjem sadržaja žive u tkivima divljih svinja sa teritorije Španije [15], utvrđeno je da se u bubrezima nalazi najviše 0,103 mg Hg /kg, a u jetri 0,023 mg Hg /kg. Međutim, naši nalazi su u skladu sa nalazima ispitivanja koje izvršeno na divljim svinjama sa teritorije Republike Srbije. Područja obuhvaćena navedenim ispitivanjima nisu bila ista kao u našem ispitivanju, a podaci ispitivanja sadržaja žive u jetri i bubrezima divljih svinja sa teritorije Republike Srbije [8] su sledeći: bubrezima sadrže 0,02 - 0,320 mg Hg /kg, a jetra 0,01 - 0,03 mg Hg /kg.

Najviše koncentracije žive nađene su u bubrezima divljih svinja. Od ukupnog broja ispitanih divljih svinja kod 36% bubrezima, a kod 10,6% jetra nisu bili za upotrebu u ishrani ljudi. Ovakav ili sličan nalaz iznose i drugi autori [1, 4, 9, 14]. Nalaz visoke koncentracije žive u bubrezima, ukazuje na prisustvo neorganske forme žive, pošto se ona izlučuje, uglavnom preko bubrega [1]. Kada se uporede nalazi za sadržaj žive kod divljih svinja i srneće divljači [11], tkiva divljih svinja sadrže više

koncentracije žive. Razlog za to može biti čvrsto vezana živa u zemljištu, i kao posledica toga njen prelazak u biljke. Koren biljke predstavlja efikasnu barijeru za usvajanje žive i njenu ugradnju u biljna tkiva. Iz svega toga može se zaključiti, da divlje svinje koje imaju nagon kopanja, odnosno prilikom ishrane riju njuškom zemljište i iskopavaju i jedu korenje, a osim toga i hranu životinjskog porekla (sitni glodari i drugo), akumuliraju više žive u organima.

Osim toga, hrana divljih svinja sastoji se uglavnom, od trave, lišća biljaka, plodova (bobičastih), gljiva, žira, a osim toga u ishrani se dodatno koristi krompir i žitarice. Iz tog razloga, objašnjenje pojave povišenog sadržaja Hg u bubrezima divljih svinja treba tražiti u analizi zemljišta (visok sadržaj Hg tipičan je za fosfatna đubriva), šumske vegetacije i gajenih žitarica [2]. Dodatni problem predstavljaju deponije i vegetacija koja raste u takvim područjima. Nesistematično i neadekvatno postupanje sa otpadom je jedan od najvećih problema politike životne sredine u Srbiji [18], a navike divljih svinja u ishrani, u vezi su upravo sa ovom činjenicom.

Meso divljači može biti važan izvor toksičnih metala zbog sve veće dostupnosti ove hrane, posebno u sredinama gde se ljudi bave lovom [19]. Sadržaj žive u mesu divljih svinja bio je niži od sadržaja u bubrezima i jetri. Meso ispitanih divljih svinja je odgovaralo odredbama Pravilnika, odnosno bilo je bezbedno za ishranu ljudi, sa ovog aspekta posmatranja. Međutim, prisustvo žive u mesu navodi nas na zaključak da redovna kontrola sadržaja žive mora biti obavezna.

ZAKLJUČAK

Akumulacija toksičnih elemenata u tkivima divljači je uvek aktuelna tema istraživanja širom sveta. Visoke koncentracije Hg izmerene, naročito u bubrezima, divljih svinja predstavljaju signal da se moraju uložiti dodatni napor u oblasti zaštite životne sredine. Razvoj organske poljoprivrede je jedan od načina da se zaštiti populacija divljači [20]. Osim toga, rešavanje problema deponovanja otpada, naročito divljih deponija može doprineti zaštiti zdravlja divljači. Podaci iz ovog istraživanja mogu biti deo baze za procenu nivoa i trendova kontaminacije životne sredine, a to je prvi korak u proceni rizika vezanog za unos toksičnih elemenata, kako u ukupnoj populaciji, tako u specifičnim grupama, kao što su lovci i njihove porodice.

Zahvalnica

Rad je realizovan po projektu TR31084 finansiranom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Srebočan, E., Prevendar Crnić, A., Ekert-Kabalin, A.M., Lazarus, M., Jurasović, J., Tomljanović, K., Andreić, D., Strunjak Perović, I., Čož-Rakovac, R., Czech J. Food Sci., 29: 624–633 pp., 2011.

- [2] Dobrowolska, A., Melosik, M., Z.Jagwiss., 48, 156-160 pp., 2002.
- [3] Yarsan, E., Yipel, M., Dikmen, B., Altintas, L., Ekici, H., Köksal, A., Bull Environ Contam Toxicol, 92, 10-14, DOI 10.1007/s00128-013-1134-02014, 2014.
- [4] Bilandžić, N., Sedak, M., Đokić, M., Šimić, B., Bull Environ Contam Toxicol 84, 738-743 pp., 2010.
- [5] Živkov-Baloš, M., Mihaljev, Ž., Ljubojević, D., Apić, J., Proceedings and Abstracts book of the International Symposium on animal science (ISAS) 2015 and 19th International Congress on biotechnology in animal reproduction (ICBAR), Novi Sad, 09-11 September, 83-87 pp., 2015.
- [6] Danieli, P.P., Serrani, F., Primi, R., Ponzetta, M.P., Ronchi, B., Amici, A., Arch Environ Contam Toxicol, 63, 612-627 pp., 2012.
- [7] Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja, Službeni glasnik Republike Srbije, 28: deo 3, 2011.
- [8] Bilandžić, N., Sedak, M., Vratarić, D., Perić, T., Šimić, B., Science of the Total Environment 407, 4243-4247 pp., 2009.
- [9] Petrović, Z., Vranić, D., Đinović-Stojanović, J., Velebit, B., Lukić, M. and Nikolić, D., Proceedings of International 52th Meat Industry Conference, June 10-12, Belgrade, Serbia, 257-262 pp., 2013.
- [10] Jarzyńska, G., Falandysz, J., Environment International, 37, 882-888 pp., 2011.
- [11] Živkov Baloš, M., Mihaljev, Ž., Jakšić, S., Prica, N., Lazić, G., Kapetanov, M., Prodanov Radulović, J., Arhiv veterinarske medicine, 8, 2, 3-10 pp., 2015.
- [12] Petrović, Z., Biotechnology in Animal Husbandry 23 (3-4), 83 – 88 pp., 2007.
- [13] Šuran, J., Prišč, M., Rašić, D., Crnić, A.P., J Environ Sci Health B, 48,2, 147-152 pp., 2013.
- [14] Lazarus, M., Orct, T., Blanusa, M., Vickovic, I., Sostarić, B., Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess, 25, 3, 270-283 pp., 2008.
- [15] Berzas-Nevedo, J.J., Rodriguez Martin-Doimeadios, R.C., Mateo, R., Rodriguez Fariñas, N., Rodriguez-Estival, J., Patiño Roperero, M.J., Environ Res., 112, 58-66 pp., 2012.
- [16] Rudy, M., Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess, 27, 4, 464-472 pp., 2010.
- [17] Gasparik, J., Dobias, M., Capcarova, M., Smehyl, P., Slamecka, J., Bujko, J., Gasparik, J. Jr, J. Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng., 47, 9, 1212-1216 pp., 2012.
- [18] Jovanović L., Čajka Z., Ecologica, Vol. 22, No 79, 532-535 str., 2015.
- [19] Amici, A., Danieli, P.P., Russo, C., Primi, R., Ronchi, B., Ital J of Anim Sci 11:e65, 354-362 pp., 2012.
- [20] Kapetanov, M., Ljubojević, D., Ratajac, R., Živkov Baloš, M., Stojanov, I., Prica, N., Mihaljev Ž., Ecologica, Vol. 22, No 79, 434-437 str., 2015.

IZVOD

KONCENTRACIJA ŽIVE U RAZLIČITIM TKIVIMA DIVLJIH SVINJA SA PODRUČJA REPUBLIKE SRBIJE

U ovom radu ispitivan je sadržaj žive (Hg) u jetri, bubrezima i mišićnom tkivu divljih svinja sa područja Republike Srbije. Uzorci tkiva pripremljeni su za analizu metodom mikrotalasne vlažne digestije, a koncentracija žive određena je metodom indukovanog kuplovane plazme sa masenom detekcijom. Koncentracija žive u jetri ispitivanih divljih svinja iznosila je $0,038 \pm 0,0475$ ppm, u bubrezima $0,082 \pm 0,093$ ppm, a u mišićnom tkivu $0,009 \pm 0,012$ ppm. Rezultati ispitivanja ukazuju na to da je koncentracija žive u bubrezima divljih svinja viša nego koncentracija ovog elementa u jetri, kao i da postoje razlike između životinja, odnosno između područja Republike Srbije, obuhvaćenih ovim ispitivanjem. Zbog utvrđenog prisustva žive u tkivima divljih svinja, neophodna su dalja istraživanja kako bi se identifikovali izvori kontaminacije, a u cilju očuvanja zdravlja ljudi i životinja.

Ključne reči: živa, jetra, bubrezi, meso, divlje svinje.

ABSTRACT

CONCENTRATIONS OF MERCURY IN TISSUES OF WILD BOAR FROM DIFFERENT REGIONS OF SERBIA

The level of mercury (Hg) in the liver, kidney and muscle of free living wild boars (Sus scrofa), hunted in 16 Serbian regions was determined. The samples were prepared by microwave wet digestion. Content of Hg was determined by the method of coupled plasma with mass spectrometry on the Agilent ICP-MS 7700. Measured levels in liver and kidney were (ppm): liver Hg - 0.038 ± 0.0475 ; kidney Hg - 0.082 ± 0.093 ; meat Hg - 0.009 ± 0.012 . Results from this study have shown that Hg concentrations in the kidney of wild boar were higher than those found in the liver. The findings have shown renal and liver Hg differences between different grounds. The presence of Hg in the tissues of wild boar suggests the necessity of further research aimed at identifying the source of contamination in order to preserve the health of both humans and animals.

Keywords: mercury, liver, kidney, meat, wild boar.