

RASPODJELA ^{137}Cs U MESU I UNUTARNJIM ORGANIMA DIVLJE SVINJE

Božena Skoko, Gordana Marović, Dinko Babić i Ivan Vicković
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb
bskoko@imi.hr

UVOD

Divljač je dobar bioindikator stanja ekosustava jer ima sposobnost akumulacije fizijskih radionuklida nekoliko puta veću od domaćih životinja [1]. Budući da se slobodno kreće i ovisi isključivo o hrani i vodi koju nalazi, daje prostornu i vremensku informaciju o okolišu u kojem obitava [2,3].

Divlja svinja (*Sus scrofa*) nalazi se na području Hrvatske u velikom broju te se na račun svoje brojnosti dosta izlovljava. U tom smislu, konzumacija mesa i unutarnjih organa divlje svinje u slučaju veće kontaminacije fizijskim produktima može predstavljati povećan radiološki rizik za lovce i njihove obitelji kao kritičnu populaciju [2,4].

Nakon nesreće u Černobilu, prosječna koncentracija aktivnosti ^{137}Cs u mesu divljih svinja na području Hrvatske iznosila je 24 Bqkg^{-1} , a u unutarnjim organima 104 Bqkg^{-1} [1]. Na razini pojedinačnih organa, izmjerene su sljedeće koncentracije aktivnosti ^{137}Cs : jetra $7 - 9 \text{ Bqkg}^{-1}$, bubrezi $7 - 24 \text{ Bqkg}^{-1}$ te srce $7 - 90 \text{ Bqkg}^{-1}$ [2]. Istraživanje provedeno 2001. i 2002. godine (samo uzorci mesa divljih svinja) na širem području Hrvatske pokazalo je veliku varijabilnost koncentracija aktivnosti ^{137}Cs , od $0,4$ do $611,5 \text{ Bqkg}^{-1}$ [4]. Za aktivnosti ^{137}Cs u unutarnjim organima divljih svinja postoji nedostatak novijih podataka.

Cilj ovog istraživanja je proširivanje dosadašnjih spoznaja o raspodjeli ^{137}Cs u mesu i unutarnjim organima divljih svinja. Za potrebe istraživanja izmjerene su koncentracije aktivnosti ^{137}Cs u uzorcima mesa, organa (srce, pluća, jetra, slezena i bubrezi) i kosti divljih svinja s područja znanstveno-istraživačkog poligona "Šumbar". Dobiveni podaci daju ne samo uvid u trenutačno stanje kontaminacije te dinamiku kretanja ^{137}Cs unutar organizma divlje svinje, već i novi orijentir u pogledu na radiološku zaštitu biote.

MATERIJALI I METODE

11 divljih svinja odstrijeljeno je na području znanstveno-istraživačkog poligona „Šumbar“, koji se nalazi u okolici Karlovca, tijekom prosinca 2009. i kolovoza 2010. godine. Od unutarnjih organa uzorkovani su srce, pluća, jetra, bubrezi i slezena. Obzirom da divljač nije česti tip uzoraka, osim mesa prikupljeni su i uzorci kostiju od dvije životinje, iako kost nije kritični organ za bioakumulaciju ^{137}Cs . Uzorak mesa je činila muskulatura bedrenog područja, dok su uzorak kostiju činile: tibia, fibula, ulna, radius, humerus, femur. Starost životinja se kretala između 8 mjeseci i 5 godina, a težina ukupnog tijela između 50 kg i 150 kg te su uzorcima obuhvaćena oba spola. Uzorci su dostavljeni u svježem stanju te čuvani u hladnjaku na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Prikupljeni organi, meso i kosti sušeni su na $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, spaljeni na $450\text{ }^{\circ}\text{C}$, homogenizirani te pakirani u posudice volumena (50 mL, 100 mL ili 200 mL) za gamaspektrometrijsko određivanje. Zbog male mase pojedinih organa najveći broj uzoraka je spojen u zbirne uzorke po skupinama organa. Uzorci jetre podijeljeni su u dva zbirna uzorka: jedinke mlađe od godinu dana i jedinke starije od godinu dana. Meso i kosti obrađeni su zasebno po jedinkama.

Svi uzorci obrađeni su visokorezolucijskom gamaspektrometrijom akreditiranom prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025; Ge(Li) detektorom ORTEC rezolucije 1,78 keV na 1,33 MeV ^{60}Co i relativne efikasnosti od 16,8 % na 1,33 MeV; HPGe detektorom ORTEC rezolucije 2,2 keV na 1,33 MeV ^{60}Co i relativne efikasnosti od 74 % na 1,33 MeV ^{60}Co , povezanima s elektroničkim sustavom i osobnim računalom. Vrijeme mjerenja je 80 000 s ili duže, ovisno o aktivnosti uzorka.

REZULTATI

Sve koncentracije aktivnosti ^{137}Cs izražene su kao Bqkg^{-1} svježe mase. U Tablici 1 prikazani su rezultati mjerenja u unutarnjim organima i mesu divljih svinja. Te vrijednosti niže su od koncentracija izmjerenih neposredno nakon Černobila, što je bilo i očekivano obzirom na smanjenu kontaminaciju okoliša [2]. U odnosu na vrijednosti izmjerene 2001. i 2002. godine u uzorcima mesa divljih svinja, naši rezultati nalaze se u nižem dijelu raspona tadašnjih koncentracija aktivnosti ^{137}Cs [4].

Najmanja koncentracija aktivnosti ^{137}Cs određena je u mesu ($1,47 \pm 0,01\text{ Bqkg}^{-1}$), a najveća u bubrežima ($3,18 \pm 0,06\text{ Bqkg}^{-1}$). Dosadašnji podaci o raspodjeli ^{137}Cs u tkivima divlje svinje upućivali su da bi najveća koncentracija aktivnosti trebala biti u uzorcima srca [2]. No, veće aktivnosti

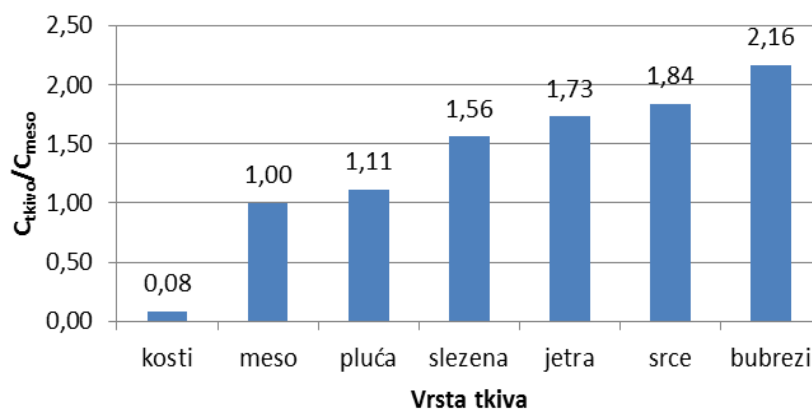
u bubrezima primjećene su ne samo u ovom istraživanju, već i kod drugih autora s drugom vrstom divljači (srna, jelen, zec, sob) [2,5,6,].

Tablica 1. Koncentracije aktivnosti ^{137}Cs u mesu, plućima, slezeni, jetri, srcu i bubrezima divlje svinje

Vrsta tkiva	^{137}Cs (Bqkg ⁻¹)
Meso	1,47 ± 0,01
Pluća	1,63 ± 0,01
Slezena	2,29 ± 0,04
Jetra	2,54 ± 0,02
Srce	2,70 ± 0,02
Bubrezi	3,18 ± 0,06

Izmjerene koncentracije aktivnosti u uzorcima razlikuju se po godišnjem dobu. Tako je u uzorku mesa iz prosinca određena koncentracija aktivnosti cezija (0,85 ± 0,01) Bqkg⁻¹, a u uzorku iz kolovoza (2,09 ± 0,01) Bqkg⁻¹. U uzorku kosti iz prosinca određeno je manje od 0,009 Bqkg⁻¹, a u uzorku iz kolovoza (0,12 ± 0,01) Bqkg⁻¹. Budući da kost nije kritični organ za akumulaciju ^{137}Cs , niske koncentracije aktivnosti u njima bile su očekivane. Niže koncentracije aktivnosti ^{137}Cs u mesu i kostima iz prosinca, u odnosu na one iz kolovoza, najvjerojatnije su uzrokovane promjenom prehrane izmjenom godišnjih doba. Za razliku od sjevernih europskih zemalja, gdje u zimskim mjesecima divljač ima povećan unos radionuklida, jer ovisi o prehrani mahovinom i lišajevima (bioakumulatorima ^{137}Cs), prehrana divljači u Hrvatskoj u zimskim mjesecima je suplementirana hranom od strane lovaca. Zbog toga je moguć pad koncentracije aktivnosti cezija u divljim svinjama tijekom zimskih mjeseci. U uzorcima jetre jedinki do godinu dana starosti izmjerene su koncentracije aktivnosti od (1,22 ± 0,22) Bqkg⁻¹, a iznad godinu dana (3,85 ± 0,02) Bqkg⁻¹. Razlika u koncentracijama vjerojatnije je uzrokovana duljinom izloženosti ceziju iz okoliša, nego s godišnjim dobom u kojem su uzorci prikupljeni [1].

Omjeri koncentracije aktivnosti ^{137}Cs su prikazani na Slici 1. Za kosti, meso i jetru ti omjeri su izračunati preko podataka iz Tablice 1.



Slika 1. Omjeri koncentracija aktivnosti ^{137}Cs u tkivima u odnosu na meso

Usporedba omjera sa Slike 1 s izračunatim omjerima iz 1986. godine (0,32 jetra, 0,6 bubreg, 1,92 srce) pokazuje da su naši omjeri za jetra i bubrege viši dok je omjer za srce približno isti [1]. Niži omjeri aktivnosti za uzorke iz 1986. godine vjerojatno su posljedica povećane koncentracije aktivnosti ^{137}Cs u mesu divlje svinje što je direktno bilo povezano s tadašnjom povećanom kontaminacijom okoliša.

ZAKLJUČAK

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da trenutačno veći dio radiološke opterećenosti sa ^{137}Cs je na vitalnim organima divljih svinja, nego na mesu i kostima. Raspodjela koncentracije ^{137}Cs u tkivima ide sljedećim redom: kosti < meso < pluća < slezena < jetra < srce < bubrezi. Podaci o radiološkoj opterećenosti vitalnih organa mogu biti značajniji za samu populaciju divljih svinja od uobičajenih uzoraka mesa koji su prvenstveno uzimani radi procjene izloženosti ljudi. Budući da su ovi uzorci uzimani u godinama prije nesreće u Fukushimi, potrebna su dodatna istraživanja koja bi dala još novih spoznaja o biološkom kretanju ^{137}Cs u okolišu.

ZAHVALA

Ovaj rad je ostvaren uz financijsku potporu MZOS (Projekt *Radioaktivnost okoliša i zaštita od zračenja*, br. 022-0222882-2335). Autori zahvaljuju Jasminki Senčar, Stjepanu Begi i Josipu Tončiću, dr.vet.med., na pomoći u istraživanju.

LITERATURA

- [1] Marović G, Lokobauer N, Bauman A. Risk estimation of radioactive contamination after the Chernobyl accident using bionindicators. *Health Phys* 1992;62(4):332-7.
- [2] Marović G. Procjena nuklearnog akcidenta pomoću bioindikatora. (disertacija). Zagreb, 1990.
- [3] Tataruch F, Kierdorf H. Trace Metals and other Contaminants in the Environment. Elsevier B.V, 2012. ISBN: 978-0-08-044177-1.
- [4] Vilić M, Barišić D, Kraljević P, Lulić S. ¹³⁷Cs concentration in meat of wild boars (*Sus scrofa*) in Croatia a decade and half after the Chernobyl accident. *J Environ Radioactiv* 2005;81:55-62.
- [5] Rissanen K, Rahola T, Aro P. Distribution of cesium-137 in reindeer. *Rangifer* 1990;10(2):57-66.
- [6] Skuterud L, Gaare E, Eikermann IM, Hove K, Steinnes E. Chernobyl radioactivity persist in reindeer. *J Environ Radioactiv* 2005;83:231-252.

DISTRIBUTION OF ^{137}Cs IN MEAT AND INTERNAL ORGANS OF WILD BOAR

Božena Skoko, Gordana Marović, Dinko Babić and Ivan Vicković
Institute for Medical Research and Occupational Health, Zagreb, Croatia
bskoko@imi.hr

Wild boar (*Sus scrofa*) is one of the most common species of game on the territory of Croatia. Similarly to other game, it can accumulate fission products more effectively than domestic animals. Therefore, it is a good biondicator for radioactive contamination of ecosystems.

The purpose of our research has been to investigate current radioactive contamination of wild boars by ^{137}Cs and its distribution inside the animal body. Therefore, during the winter of 2009 and summer of 2010, we collected samples of meat, internal organs (heart, lungs, spleen, kidney and liver) and bones from 11 animals. All the animals were from the area of the research locality "Šumbar".

The average activity concentration of ^{137}Cs found in meat samples was $(1.47 \pm 0.01) \text{ Bqkg}^{-1}$, and in bones $(0.12 \pm 0.01) \text{ Bqkg}^{-1}$. Activity concentration found in organs was (in ascending order): lungs $(1.63 \pm 0.01) \text{ Bqkg}^{-1}$, spleen $(2.29 \pm 0.04) \text{ Bqkg}^{-1}$, liver $(2.54 \pm 0.02) \text{ Bqkg}^{-1}$, heart $(2.70 \pm 0.02) \text{ Bqkg}^{-1}$, and kidney $(3.18 \pm 0.06) \text{ Bqkg}^{-1}$. We also calculated the values of the ratio of activity concentrations in internal organs and meat. Comparison of the obtained values with those for samples collected after the Chernobyl accident shows that the present ones are higher for liver and kidney, while those for heart are almost the same.

Since vital organs of wild boars are more loaded than meat and bones, the impact of radioactive contamination on health of these animals should be more closely investigated. Also, these results imply that kidney is the most accumulating organ for ^{137}Cs .