

**UKUPNA BETA AKTIVNOST, AKTIVNOST KALIJUMA-40  
I OSTALA BETA AKTIVNOST U UZORCIMA LUCERKE  
SA PODRUČJA VOJVODINE**

*Željko Ćupić\**, *Željko Mihaljev\*\**, *Ranko Kljajić\*\**, *Milica Živkov-Baloš\*\**, *Anica Ivančev\**

\* Naučni institut za reprodukciju i veštačko osemenjavanje domaćih životinja, Temerin

\*\* Naučni institut za veterinarstvo "Novi Sad", Novi Sad

**IZVOD**

Korišćenje nuklearne energije u mirnodopske svrhe dovodi do zagađivanja životne sredine radioaktivnim supstancama (Černobil, 1986). Stoga praćenje nivoa radionuklida u životnoj sredini određenog područja ima fundamentalan značaj, pošto predstavlja osnovu na kojoj se grade kriterijumi radijacione sigurnosti humane populacije. U radu su merene osnovne radijacione veličine ukupna beta aktivnost (UbA), aktivnost kalijuma-40 ( $A^{40}\text{K}$ ) i ostala beta aktivnost (ObA) u uzorcima lucerke sa 12 različitih lokaliteta u Vojvodini. Ukupna beta aktivnost se kretala u intervalu od  $288,3 \pm 21,3$  Bq/kg do  $996,5 \pm 46,4$  Bq/kg, a ostala beta aktivnost od 13,4 – 129,5 Bq/kg. Pošto veliki broj radioaktivnih rezidua, koji se mogu naći u biosferi spada u grupu  $\beta$ -emitera, merenje UbA može da posluži kao prva faza u radijaciono-higijenskoj kontroli.

***Ključne reči: lucerka, aktivnost kalijuma-40, ukupna beta aktivnost, ostala beta aktivnost***

## UVOD

Probe nuklearnog oružja i mirnodopsko korišćenje nuklearne energije, neminovno dovode do zagađivanja svih faza životne sredine radioaktivnim supstancijama. Procenjuje se da je samo poslednjom velikom havarijom černobilskog reaktora (1986 godine), u atmosferu ispušteno oko  $7 \times 10^{17}$  Bq radioaktivnosti (8). Nuklearne nesreće većih razmera dovode do radioaktivne kontaminacije zemljišta na većim prostranstvima čime je direktno ugrožena biljna proizvodnja. Biljke predstavljaju važnu kariku u lancu ishrane životinja i ljudi. Ugrađivanje radionuklida u biljke odvija se preko lišća (folijarna depozicija), odnosno resorpcijom preko korena.

Posredstvom biljaka tj. stočne hrane biljnog porekla dolazi do transfera radionuklida u organizam životinja čime je ugrožena animalna proizvodnja a time i čovek kao poslednji član lanca ishrane, jer je zračenje potencijalni uzrok somatskih i genetskih oštećenja. Zbog ovoga nameće se potreba stalne i organizovane radijaciono–higijenske (RH) kontrole različitih hraniva za životinje, među kojima lucerka zauzima značajno mesto. Lucerka je višegodišnja leguminoza koja pripada rodu *Medicago* (3). Zbog organoleptičkih svojstava, sadržaja proteina, kalcijuma, celuloze, karotina, lucerka je veoma zahvalno hranivo, bilo kao seno ili dehidrirano brašno u sastavu krmnih smeša.

U okviru radijaciono–higijenske kontrole nameće se potreba određivanja nivoa aktivnosti biološki značajnih radionuklida (BZR), prirodnih i proizvedenih. Od prirodnih radionuklida značajan je kalijum-40, koji je u prirodnom kalijumu zastupljen sa masenim udelom od 0,0119%, i čiji je doprinos u ukupnoj beta aktivnosti u svim biološkim zajednicama preko 90% (2). Od proizvedenih radionuklida to su u prvom redu  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$ , koji su zbog svojih fizičko–hemijskih karakteristika veoma toksični i doprinose radijacionom opterećenju (4).

Početna ispitivanja uzoraka lucerke sa područja Vojvodine, imala su za cilj određivanje ukupne beta aktivnosti, aktivnosti kalijuma-40 i ostale beta aktivnosti, kako bi se dobio uvid u radijaciono opterećenje ove biljne kulture, imajući u vidu činjenicu da leguminoze akumuliraju stroncijum-90 više nego trave (7).

## MATERIJAL I METODE RADA

Uzorci lucerke uzeti su sa 12 različitih lokacija u Vojvodini. Uzorkovanje je izvršeno u periodu juli – septembar, 2004 godine. Sveža lucerka je sečena 4 – 5 cm iznad zemljišta u količini 2 – 3 kg. Uzorci lucerke su zatim sušeni na vazduhu, nakon čega su usitnjeni, mleveni i mineralizovani metodom suvog spaljivanja na temperaturi od  $450^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$ . U vazdušno osušenim uzorcima određena je vlaga na temperaturi od  $105^{\circ}\text{C}$ .

Ukupna beta aktivnost, određena je iz mineralnog ostatka nakon suvog spaljivanja uzorka (5). Radiometrija ukupne beta aktivnosti obavljena je na antikoincidentnom uređaju za merenje niskih beta aktivnosti, tipa OMNI GUARD, firme Tracerlab (USA), čija je osnovna aktivnost manja od 1 imp/min. Efikasnost mernog uređaja određena je metodom standardnog izvora. Kao standardni etaloni izvor korišćen je  $^{40}\text{K}$  u KCl, pri čemu 1 mg KCl pokazuje aktivnost od 0,834 rasp./min (1).

Sadržaj kalijuma u uzorcima određen je metodom emisije spektrofotometrije na aparatu Spektar AA-10, firme Varian, pri talasnoj dužini od 766,5 nm uz korišćenje cezijuma kao jono-supresora. Nivo  $A^{40}K$  u uzorcima lucerke utvrđen je na osnovu ukupnog kalijuma, koristeći vrednost masene aktivnosti kalijuma od 26,53 Bq/g K. Ostala beta aktivnost određena je iz razlike ukupne beta aktivnosti i nivoa aktivnosti kalijuma-40.

Izmerene aktivnosti, kao i sadržaj kalijuma dati su po kilogramu vazdušno suve materije. Dobijene vrednosti merenja su statistički obrađene, a između ukupne beta aktivnosti i aktivnosti kalijuma-40, urađen je t-test.

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Rezultati merenja dati su u tabeli 1, iz koje je vidljivo postojanje tri grupe uzoraka obzirom na statističku značajnost razlika između vrednosti UbA i  $A^{40}K$ . Dok kod uzoraka označenih sa 1, 3, 4, 8, 9 i 12 nema statističke značajnosti, uzorci sa lokacija koje su označene sa 2, 5 i 6 odnosno 7, 10 i 11, pokazuju statističku značajnost za nivo  $p < 0,05$ , odnosno za nivo  $p < 0,01$  respektivno. Treba posebno istaći uzorak sa lokaliteta 11, gde vrednost za ObA iznosi 129,5 Bq/kg. Doprinos kalijuma-40, u ukupnoj beta aktivnosti je u najvećem broju uzoraka iznad 90%, što je u skladu sa literaturnim podacima (2). Takođe vrednosti dobijene za UbA (288,3  $\pm$  21,3 Bq/kg – 996,5  $\pm$  46,4 Bq/kg), odnosno za ObA (13,4 – 129,5 Bq/kg) se slažu sa rezultatima ispitivanja drugih autora(5).

Tabela 1. Sadržaj kalijuma, aktivnost kalijuma-40, ukupna beta aktivnost i ostala beta aktivnost u uzorcima lucerke sa različitih lokaliteta Vojvodine

Lokalitet br.	Sadržaj K (g/kg)	$A^{40}K$ (Bq/kg)	UbA (Bq/kg)	ObA (Bq/kg)	Doprinos $^{40}K$ (%)	Statistička značajnost
1	18,30	485,4 $\pm$ 32,6	503,4 $\pm$ 27,9	18,0	96,4	$p > 0,05$
2	18,19	482,6 $\pm$ 29,4	535,7 $\pm$ 27,2	53,1	90,1	* $p < 0,05$
3	23,76	630,4 $\pm$ 37,0	667,2 $\pm$ 34,6	36,8	94,5	$p > 0,05$
4	17,88	474,4 $\pm$ 29,8	487,8 $\pm$ 28,6	13,4	97,2	$p > 0,05$
5	14,16	375,7 $\pm$ 17,7	421,9 $\pm$ 28,0	46,2	89,0	* $p < 0,05$
6	24,05	638,0 $\pm$ 34,1	707,0 $\pm$ 35,4	69,0	90,2	* $p < 0,05$
7	10,48	278,0 $\pm$ 15,3	355,3 $\pm$ 24,2	77,3	78,2	** $p < 0,01$
8	10,01	265,6 $\pm$ 15,3	288,3 $\pm$ 21,3	22,7	92,1	$p > 0,05$
9	18,88	500,9 $\pm$ 38,1	534,3 $\pm$ 29,0	33,4	93,7	$p > 0,05$
10	11,14	295,5 $\pm$ 17,8	371,0 $\pm$ 24,9	75,5	79,6	** $p < 0,01$
11	32,68	867,0 $\pm$ 49,9	996,5 $\pm$ 46,4	129,5	87,0	** $p < 0,01$
12	15,50	411,2 $\pm$ 30,6	441,6 $\pm$ 25,5	30,4	93,1	$p > 0,05$

Primetne varijacije u sadržaju kalijuma u uzorcima navode na zaključak da inkorporacija radionuklida iz zemljišta u biljke u velikoj meri zavisi od pedoloških karakteristika, načina korišćenja zemljišta kao i primene agrotehničkih mera. Poznato je da fosfatna đubriva sadrže

značajne količine teških elemenata – potomaka radioaktivnog raspada prirodnog urana i samim tim doprinose povećanju radioaktivnosti u životnoj sredini (6).

Da bi se ustanovilo koji radionuklidi i u kom odnosu učestvuju u vrednosti ostale beta aktivnosti, neophodno je odrediti sadržaj ostalih  $\beta$ -emitera.

## ZAKLJUČAK

U šest uzoraka lucerke utvrđena je statistička značajnost ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ), između ukupne beta aktivnosti i aktivnosti kalijuma-40. Vrednosti ostale beta aktivnosti ukazuju na prisustvo i drugih beta aktivnih radionuklida osim  $^{40}\text{K}$ . Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za dalja ispitivanja, kada je u pitanju radijaciono-higijenska kontrola hraniva za životinje biljnog porekla.

## LITERATURA

1. Đurić Gordana, Petrović B.: Praktikum iz radijacione higijene za studente veterinarskog fakulteta. Naučna knjiga, Beograd, 1976.
2. Eisenbud M.: Environmental Radioactivity. Academic Press, New York, 1973.
3. Glamočić D.: Ishrana preživara – Praktikum. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2002.
4. International Atomic Energy Agency: Measurement of Radionuclides in Food and the Environment, Vienna, 1989.
5. Mitrović R., Petrović B., Kordić Branka, Popović Snežana: Značajne radijacione veličine u izučavanju radioaktivne kontaminacije životne sredine severoistočnog dela SR Srbije bez SAP. Vet. glasnik 44 (6), 473-478, 1990.
6. Petrović B., Đurić Gordana: Elementi radioekologije u stočarskoj proizvodnji (autorizovana skripta za poslediplomske studije na Veterinarskom fakultetu u Beogradu – II dopunjeno izdanje), Veterinarski fakultet, Beograd, 1984.
7. Radovanović G. R.: Translokacija  $^{137}\text{Cs}$  u glavnim fazama ciklusa animalne proizvodnje pod uslovima hronične kontaminacije životne sredine. Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Beograd, 1974.
8. UNSCEAR Publ.: Radiation – Doses, Effects, Risks. Nolit, Beograd, 1986.