

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА  
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



**ЗБОРНИК  
РАДОВА**

**XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
Сребрно језеро  
27- 29. септембар 2017. године**

**Београд  
2017. године**

**SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION OF  
SERBIA AND MONTENEGRO**



# PROCEEDINGS

**XXIX SYMPOSIUM DZZSCG  
Srebrno jezero  
27- 29. September 2017**

**Belgrade  
2017**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
27-29.09.2017.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Др Борислав Грубор

Уредници:

Др Јелена Станковић Петровић  
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-144-3

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Јелена Станковић Петровић, Гордана Пантелић

Штампа:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351  
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2017.

## AKTIVNOST $^{137}\text{Cs}$ U MLEKU I MLEČNIM PROIZVODIMA U SRBIJI TOKOM 2016. GODINI

**Dubravka VUKOVIĆ<sup>1</sup>, Mihajlo VIĆENTIJEVIĆ<sup>1</sup>, Gordana PANTELIĆ<sup>2</sup>**

1) Naučni Institut za Veterinarstvo Srbije, Beograd, Srbija, [dubakaiva@gmail.com](mailto:dubakaiva@gmail.com),

[vicamihajlo@yahoo.com](mailto:vicamihajlo@yahoo.com)

2) Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd, Srbija,

[pantelic@vinca.rs](mailto:pantelic@vinca.rs)

### SADRŽAJ

Jednu od osnovnih mera za rano otkrivanje i kontrolu prisustva radioaktivnih materija u mleku i mlečnim proizvodima predstavlja stalni radijaciono-higijenski nadzor i radijaciono-higijenska ekspertiza. U radu su izneti rezultati rada Laboratorije za radijacionu higijenu - »LABRAH» pri Naučnom institutu za veterinarstvo Srbije u Beogradu. Tokom 2016. godine sprovedena je radijaciono-higijenska kontrola gama-spektrometrijskom analizom zračenja nad ukupno 349 uzoraka mleka i mlečnih proizvoda pri unutrašnjoj i graničnoj kontroli. Mala aktivnost radionuklida veštačkog porekla  $^{137}\text{Cs}$  pokazuje, da je efektivna doza za stanovništvo od tog radionuklida unetog ingestijom, značajno ispod preporučene godišnje granice primljene doze za pojedinca iz stanovništva (0,1 mSv/god), što znači da su ispitivani uzorci bili ispravni sa radijaciono-higijenskog aspekta.

### 1. UVOD

Korišćenje nuklearne energije posle drugog svetskog rata je dovelo do pojave kontaminacije životne sredine radionuklidima veštačkog porekla. Posle akcidenta u Černobilju 1986. godine došlo je do neravnomerne kontaminacije severne Zemljine hemisfere koja je i danas prisutna. Naročito su problematični dugoživeći radionuklidi kao što je  $^{137}\text{Cs}$  sa dugim vremenom poluraspada od 30,05 godine.

Glavni putevi ekspozicije stanovništva ispoljili su se kroz spoljašnje ozračivanje od radionuklida deponovanih na tlu i unutrašnje ozračivanje konzumiranjem kontaminirane hrane jer su mleko i zeleno povrće imali aktivnost veću od nivoa koji se danas prihvataju kao dozvoljeni za životne namirnice [1, 2]. Akcident u Fukušimi 2011. godine je doveo do ispuštanja velike količine radioaktivnih elemenata, ali su u Evropi detektovane minimalne količine radionuklida [3, 4].

Prilikom radioaktivnih padavina posebno su ugrožene pašne životinje - muzna grla (krave, ovce, koze), odnosno životinje za čiju je ishranu potrebna zelena masa. Resorpcija radioaktivnog cezijuma iz digestivnog trakta životinja se značajno smanjuje kod životinja koje se hrane suvom kabastom hranom. Pašna ishrana dovodi do veće kontaminacije muznih grla u poređenju sa stajskom ishranom, što je izraženo kod preživara (naročito ovaca) koji sa travom unose i manje količine zemlje. Životinje koje pasu u brdsko planinskim predelima su više kontaminirane od onih iz ravničarskih predela (i do 30 puta) i zbog veće količine padavina.

Cezijum koji se unese u organizam prati metabolizam kalijuma i nalazi se u svakoj ćeliji, tako da je on organotropan radionuklid. Prilikom svakodnevne ingestije cezijuma kod muznih grla oko 10% se izlučuje mlekom, što je razlog da se obrati posebna pažnja na mleko i mlečne proizvode [5].

## 2. MATERIJAL I METOD

Laboratorija za radijacionu higijenu u Naučnom institutu za veterinarstvo Srbije, koja je akreditovana za ispitivanje radioaktivnosti u hrani, vrši gamaspektometrijska ispitivanja sadržaja radionuklida u namirnicama i hrani za životinje. U 2016. godini su analizirani uzorci mleka i mlečnih proizvoda kao što su: sveže mleko, mleko u prahu, surutka u prahu, sir, sladoled i jogurt, ukupno 349 uzoraka. Najveći broj je bio iz uvoza i to iz: Makedonije, BiH, Mađarske, Poljske, Holandije i Nemačke.

Uzorci su mereni na visokorezolucionom čistom germanijumskom poluprovodničkom detektoru (HPGe) firme ORTEC, relativne efikasnosti 30% i rezolucije 1,80 keV na energiji od 1332,5 keV. Uzorci su mereni u Marineli posudama zapremine 1 litar.

Energetska kalibracija i efikasnost detektora je određena pomoću standarda u istoj geometriji, matriks smola sa mešavinom radionuklida, Češkog metrološkog instituta. Vreme merenja uzoraka iznosilo je 3600 s, a po potrebi su vršena i duža merenja. Osnovno zračenje je mereno 60000 s.

## 3. REZULTATI

U tabeli broj 1. prikazane su minimalne i maksimalne vrednosti aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  poređane po vrsti uzorka. U najvećem broju uzoraka (mleko, sir, jogurt i sladoled) aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  je bila manja od 1 Bq/kg, što je mnogo manje od vrednosti 15 Bq/kg, za mleko i mlečne proizvode koje propisuje naš pravilnik o maksimalno dozvoljenim granicama za  $^{137}\text{Cs}$  [6].

U mleku u prahu i surutki u prahu izmerene vrednosti aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u manjem broju uzoraka su bile veće od 1 Bq/kg. Najveća izmerena aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  u mleku u prahu je bila 4,03 Bq/kg, dok je kod surutke u prahu maksimalna izmerena aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  iznosila 3,97 Bq/kg. Najveća izmerena vrednosti aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u uzorcima mleka u prahu i surutke u prahu su takođe mnogo manje od dozvoljene vrednosti 150 Bq/kg za mleko u prahu date u istom pravilniku.

Aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  izmerene u uvoznim uzorcima odgovaraju rezultatima merenja uzoraka mleka i mlečnih proizvoda tokom monitoringa u životnoj sredini. Izmerene vrednosti aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u mleku i mlečnim proizvodima u Srbiji poslednjih godina su manje od 1 Bq/kg [7], kao i u uzorcima koji su skupljani i mereni na području planine Golija [5].

**Tabela 1. Aktivnost Cs-137 u mleku i mlečnim proizvodima u 2016. godini**

Vrsta uzorka	Broj uzoraka	Aktivnost $^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	
		min.	max.
mleko	88	< 0,06	0,73
mleko u prahu	115	< 0,13	4,03
surutka u prahu	38	< 0,14	3,97
sir	54	< 0,11	1,07
jogurt	30	< 0,14	< 0,71
sladoled	24	< 0,21	< 0,66

Veće vrednosti  $^{137}\text{Cs}$  uglavnom se javljaju kod koncentrovanih mlečnih proizvoda, gde dolazi do smanjenja zapremine i težine odstranjivanjem vode. Obzirom na neravnomernu kontaminaciju u pojedinim planinskim predelima, na Tari i Maljenu, imamo primer gde su vrednosti za mleko i mlečne proizvode bili veći [8].

#### 4. ZAKLJUČAK

Aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  u svim analiziranim uzorcima mleka i mlečnih proizvoda bila je u dozvoljenim granicama, što znači da je bila radijaciono-higijenski ispravna.

Nivoi aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u životnoj sredini, a samim tim i u mleku i mlečnim proizvodima, je u stalnoj tendenciji opadanja tako da možemo konstatovati da je blizak nivou od pre 1986. godine.

Mleko je proizvod, osnovna životna namirnica, naročito mlađe populacije, koje je potrebno da bude pod stalnom radijaciono-higijenskom kontrolom, obzirom na opštu radijacionu situaciju u svetu (Černobilj 1986. godine, Fukušima 2011).

#### 5. ZAHVALNICA

Ovaj rad je deo istraživanja u okviru projekta "Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača"- evidencioni broj projekta: TR 31034, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

#### 6. LITERATURA

- [1] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, *Safety Series No. 115*, IAEA, Vienna, 1994.
- [2] G. K. Pantelić, M.M. Janković, J. D. Krneta Nikolić, D. J. Todorović, M. M. Rajačić, N. B. Sarap. Akvcidenti i monitoring radioaktivnosti, Monografija *Černobilj 30 godina posle*, Beograd, 26.04.2016, 19-42.
- [3] D. Vuković, M. Vićentijević i G. Pantelić. Gamaspektrometrijska kontrola hrane za ljude i životinje nakon akcidenta u Černobilju, monografija *Černobilj 30 godina posle*, Beograd, 26.04.2016, 136-144.
- [4] J.Nikolić, G. Pantelić, D. Todorović, M. Janković, M. Eremić-Savković. Monitoring of Aerosol and fallout Radioactivity in Belgrade After the Fukushima Reactors Accident. *Water Air Soil Pollut.* 223 (2012) 4823-4829.
- [5] M. Vicentijevic, V. Vukovic, D. Zivanov. Investigation of the effect of specific activity of Cs-137 in the production of cheese from mountain Golija, *Romanian Biotechnological Letters*, Vol.17, No.2, 2012, 7065-7072
- [6] Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalul drugoj robi koja se stavlja u promet. Službenii glasnik RS, br.86/2011.
- [7] S. Bogojević, I. Tanasković, V. Arsić, J. Ilić, Radioaktivnost životne sredine republike Srbije u periodu 1985-2015. godine, monografija *Černobilj 30 godina posle*, 92-109, 2016.
- [8] B. Mitrović, J. Ajtić, S. Grdović, V. Andrić, M. Lazić, B. Vranješ, Radiocezijum u životnoj sredini planinskih regiona na teritoriji republike Srbije, monografija *Černobilj 30 godina posle*, 127-133, 2016.

**$^{137}\text{Cs}$  ACTIVITY IN THE MILK AND DAIRY PRODUCTS IN  
SERBIA DURING 2016**

**Dubravka VUKOVIĆ<sup>1</sup>, Mihajlo VIĆENTIJEVIĆ<sup>1</sup>, Gordana PANTELIĆ<sup>2</sup>**

1) Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia, [dubakaiva@gmail.com](mailto:dubakaiva@gmail.com),  
[vicamihajlo@yahoo.com](mailto:vicamihajlo@yahoo.com)

2) Unirversity of Belgrade, Institute of Nuclear Science "Vinča", Belgrade, Serbia,  
[pantelic@vinca.rs](mailto:pantelic@vinca.rs)

**ABSTRACT**

*One of the basic measures for early detection and control of the presence of radioactive materials in milk and dairy products is constant radiation-hygienic monitoring and radiation-hygienic expertise. The paper presents the results of the Laboratory for Radiation Hygiene - "LABRAH" at the Scientific Institute for Veterinary Medicine in Belgrade. During 2016, radiation-hygienic control with gamma-spectrometric radiation analysis was conducted over a total of 349 samples of milk and dairy products at internal and border control. A small activity of  $^{137}\text{Cs}$  of artificial origin shows that the effective dose for the population from this radionuclide introduced by ingestion is significantly below the recommended annual dose limit for the individual from the population (0.1 mSv/year), which means that tested samples were correct from the radiation-hygienic aspect.*