

**RADIOAKTIVNOST MLEKA U SRBIJI OD ČERNOBILJA
1986. DO FUKUŠIME 2011. GODINE***
*MILK RADIOACTIVITY IN SERBIA FROM CHERNOBYL NUCLEAR
DISASTER IN 1986. TO FUKUSHIMA ACCIDENT IN 2011.*

Gordana Vitorović, Branislava Mitrović, Gordana Pantelić, D. Vitorović,
Mirjana Stojanović, Svetlana Grdović**

Radionuklidi koji se oslobađaju u atmosferu posle nesreća na nuklearnim postrojenjima putem padavina se talože na zemljinu površinu, dospevaju u životnu sredinu i ugrađuju se u lanac ishrane ljudi. Mleko je namirnica koja je zastupljena u ishrani svih kategorija stanovništva, a posebno dece. U cilju očuvanja bezbednosti stanovništva, posle černobiljske katastrofe do danas, vršeno je višegodišnje praćenje prisustva radionuklida, antropogenog porekla (^{137}Cs) u uzorcima mleka, na skoro celokupnoj teritoriji Srbije. Pored toga, neposredno posle katastrofe na nuklearnim reaktorima u Fukušimi tokom marta i aprila 2011. godine, Laboratorija za radijacionu higijenu Fakulteta veterinarske medicine u Beogradu, sproveda je vanredni program praćenja radioaktivnosti (^{40}K , ^{131}I , ^{137}Cs) mleka krava, ovaca i koza na 13 lokaliteta na teritoriji republike Srbije. Dobijeni rezultati su pokazali da se aktivnost ^{137}Cs poreklom iz černobiljske katastrofe u mleku, na teritoriji Srbije, danas nalazi na granici detekcije. Uprkos velikoj razdaljini Japana i Srbije tragovi ^{131}I i ^{137}Cs detektovani su u uzorcima ovčijeg i kozijeg mleka u aprilu 2011. god, ali s obzirom na njihovu nisku aktivnost ne predstavljaju radijacioni rizik za stanovništvo Srbije.

Ključne reči: mleko, radioaktivnost, Srbija

Uvod / Introduction

Fisioni proizvodi, radionuklidi, poreklom iz katastrofa na nuklearnim elektranama, dospeli u atmosferu, talože se i deponuju na površini zemljišta,

* Rad primljen za štampu 04. 07. 2012. godine

** Gordana Vitorović, Branislava Mitrović, Svetlana Grdović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd; Gordana Pantelić, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd; D. Vitorović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun; Mirjana Stojanović, Institut za tehnologiju nuklearnih, mineralnih i drugih sirovina, Beograd

odakle usvojeni od strane biljaka i životinja, ulaze u lanac ishrane ljudi. Najveća radioaktivna kontaminacija životne sredine Srbije antropogenim radionuklidima desila se nakon nuklearne katastrofe u Černobilju – Ukrajina 1986. god. Pokazalo se da radioaktivne materije emitovane u atmosferu tokom katastrofe, mogu da se transportuju na velike udaljenosti, čak i između kontinenata, ostavljajući dugotrajne posledice na životnu sredinu (Drašković i sar., 1989; Vitorović i sar., 1997; Pantelić i sar., 2007; Pantelić i sar., 2009).

Katastrofa na nuklearnim elektranama *Fukushima Daiichi* u Japanu nastala je kao posledica razornog zemljotresa praćenog cunamijem. Emisija radionuklida posle oštećenja reaktora u atmosferu započela je 12. marta 2011. god. Radioaktivna kontaminacija u početku se očekivala samo u Japanu i Aziji. Međutim, transport radionuklida iznad Pacifika u pravcu Severne Amerike doveo je do toga da je kontaminacija detektovana u SAD i Evropi (Vuletić i sar., 2011). Tragovi kratkoživećih radionuklida prvo su detektovani 12. marta u Tokasaki – u Japanu, zatim u istočnom delu Rusije 14. marta (Diaz i sar., 2011). Na Islandu radioaktivnost je detektovana između 19-20. marta. Na kontinentalnom delu Evrope prisustvo ¹³¹I izmereno je u Nemačkoj 21-23. marta (Pittauerova i sar., 2011), a u Grčkoj u uzorku sakupljenog aerosola prisustvo ¹³¹I registrovano je 24-25. marta (Manolopoulou i sar., 2011). ¹³¹I u Srbiji registrovan je u aerosolu (Pantelić i sar., 2011), spanaću i mleku (Bikit i sar., 2011).

Imajući u vidu značaj mleka kao namirnice u ishrani svih kategorija stanovništva, a posebno dece, jedan od ciljeva ovog rada je da se prikažu rezultati praćenja nivoa aktivnosti ¹³⁷Cs u uzorcima kravljeg mleka na više monitoring tačaka u Srbiji, od 1986. do 2008. godine.

Padavinama i radioaktivnom kontaminacijom su posebno bile ugrožene planinske oblasti Srbije (Mitrović i sar., 2009), pa je drugi cilj rada bio da se prikažu rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti ¹³⁷Cs u mleku krava, ovaca i koza na Kopaoniku (1988. godina) i planini Maljen (2002. i 2004. godina). Treći cilj rada je bio da se ispita da li postoji uticaj nuklearne nesreće u Fukušimi u Japanu (mart-juni 2011.) na radioaktivnost mleka u Srbiji.

Materijal i metode rada / *Material and methods*

U cilju ispitivanja uticaja nesreće u nuklearnoj elektrani u Černobilju uzorci svežeg mleka krava sakupljeni su u okolini gradova Beograd, Niš, Novi Sad, Zaječar i Užice, svakog meseca od 1986. do 2008. godine. U Beogradu, Nišu, Novom Sadu i Zaječaru je analizirano 12 uzoraka godišnje, a u Užicu 2-4 uzorka godišnje. Dobijeni rezultati su prikazani kao srednje vrednosti uzoraka sakupljenih u različitim mesecima u toku godine.

Na Kopaoniku, uzorci mleka krava i ovaca su sakupljeni na više lokaliteta tokom jula 1988. godine, a na planini Maljen tokom juna 2002. i jula 2004. godine. Metodološki postupak sa mlekome je bio u skladu sa onim koji navode

Pantelić i sar. (2007; 2009) i Vitorović i sar. (2003). Posle homogenizovanja mleko je stavljano u Marineli posude i pripremano za gamaspektrometrijska merenja.

Posle nuklearne nesreće u Japanu (Fukušima) u periodu od 19.03.2011. do 26.07.2011. godine, na 13 lokaliteta Srbije, izvršeno je sakupljanje uzoraka kravljeg, ovčijeg i kozjeg mleka. Postupak sa mlekom je bio isti kao u prethodnom ispitivanju. Posle homogenizovanja i stavljanja u Marineli posude, u uzorcima mleka je metodom gamaspektrometrije određena specifična aktivnost ^{40}K , ^{131}I i ^{137}Cs (Bq/l). Na svakom lokalitetu uzimano je po tri uzorka mleka. Za merenje svih uzoraka su korišćeni HPGe detektori (Ortec, USA), relativne efikasnosti 30% i 35% sa energetsom rezolucijom 1,83KeV/1332,5 kEv ^{60}Co , a dužina merenja uzorka bila je 60.000s.

Rezultati rada i diskusija / Results and Discussion

Rezultati monitoringa specifične aktivnosti ^{137}Cs u kravljem mleku, posle nuklearne nesreće u Černobilju, u periodu 1986. do 2008. god. prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Prosečne godišnje vrednosti specifične aktivnosti ^{137}Cs u mleku na monitoring tačkama u Srbiji (Bq/l)

Table 1. Average annual values of specific activities ^{137}Cs in milk at monitoring points in Serbia (Bq/l)

Lokalitet / Locality	Godina uzorkovanja / Year of sampling								
	1986	1987	1988-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006	2007	2008
Beograd	67,06	13,34	1,54	0,15	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04
Niš	41,58	22,51	5,86	0,35	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
Novi Sad	79,61	15,41	2,46	0,07	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
Zaječar	6,86	-	0,13	0,08	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04
Užice	172,3	-	3,03	1,58	1,32	0,94	0,66	0,34	0,50
Srbija	73,48	10,26	2,60	0,45	0,31	0,22	0,17	0,10	0,13

Rezultati, prikazani u Tabeli 1 pokazuju da je 1986. god. na celoj teritoriji Srbije došlo do visoke radioaktivne kontaminacije mleka. Najveći nivo ^{137}Cs izmeren je na lokaciji Užica 172,3 Bq/l, što je za 2-3 puta veća aktivnost nego na lokalitetima Beograda, Niša i Novog Sada. To se može objasniti većom količinom padavina na području regiona Užica. Međutim, već od 1987. godine nivo aktivnosti ^{137}Cs u mleku opada za 2-3 puta. U narednim godinama nastavlja se značajan pad aktivnosti ^{137}Cs , da bi u periodu 2005-2008. godine bio na granici detekcije, što se može objasniti da je posledica proteklog vremena poluraspada i smanjenih količina radioaktivnih padavina. (Vitorović i sar., 1997).

U Tabeli 2 prikazana je aktivnost ^{137}Cs u uzorcima mleka uzorkovanih na lokalitetu planina Kopaonik (jul, 1988. godina) i Maljen (jun, 2002., jul 2004. godine).

Tabela 2. Nivo aktivnosti ^{137}Cs u mleku na lokalitetima Maljen i Kopaonik (Bq/l)
Table 2. Activity level of ^{137}Cs in milk at Maljen and Kopaonik localities (Bq/l)

Lokalitet / <i>Locality</i>	Broj uzoraka / <i>Number of samples</i>	Vrsta mleka / <i>Kind of milk</i>	Datum uzorkovanja / <i>Date of sampling</i>	^{137}Cs (Bq/kg)
Kopaonik				
Blaževo	3	Kravlje / <i>cow</i>	jul 1988.	13,4 ± 1,1
Lisina	3	Kravlje / <i>cow</i>	jul 1988.	40,8 ± 5,1
Crna Glava	3	Ovčije / <i>sheep</i>	jul 1988.	39,6 ± 2,2
Bedirevac	3	Ovčije / <i>sheep</i>	jul 1988.	79,4 ± 2,1
Gobelja	3	Ovčije / <i>sheep</i>	jul 1988.	101,1 ± 3,2
Maljen				
	5	Ovčije / <i>sheep</i>	jun 2002.	14,0 ± 2,4
Divčibare	3	Kravlje / <i>cow</i>	jul 2004.	4,5 ± 0,1
	3	Kozije / <i>goat</i>	jul 2004.	24,2 ± 1,2

Srednje vrednosti ± standardna devijacija / *Mean values ± standard deviation*

Rezultati ispitivanja radioaktivnosti mleka uzorkovanog na Kopaoniku 1988. god. pokazuju povećanu aktivnost ^{137}Cs , posebno u ovčijem mleku, što je direktna posledica taloženja ovog radionuklida, poreklom iz fisione smeše, posle nuklearne nesreće u Černobilju, 1986. godine.

Međutim, iako je od černobiljske katastrofe prošlo 18 godina, na lokalitetima planine Maljen tokom juna 2002. i jula 2004. godine, u uzorcima ovčijeg i kozijeg mleka, izmeren je, još uvek povišen nivo aktivnosti ^{137}Cs , koji se kretao u rasponu od 7,4-24,2 Bq/l. Ova, povećana radioaktivnost mleka posle černobiljskog akcidenta, na ovoj planini, može se objasniti većom količinom padavina i uticajem nadmorske visine, kao i slobodnim načinom ishrane ovaca i koza tokom cele godine na pašnjacima na ovim lokalitetima, a što je u skladu sa rezultatima koje navode Mitrović i sar. (2009). Posle najnovije nuklearne nesreće, u Japanu (Fukišima, 2010.), izvršeno je uzorkovanje mleka krava, ovaca i koza na 13 lokaliteta u Srbiji, u kojima je određivana specifična aktivnost ^{40}K , ^{131}I i ^{137}Cs . Rezultati su prikazani u dve tabele (Tabela 3 i Tabela 4), prema teritorijalnoj raspodeli uzoraka. U Tabeli 3 su prikazani rezultati koji se odnose na teritoriju Vojvodine, a u Tabeli 4, na teritoriju centralne i južne Srbije.

Sadržaj ^{40}K u kravljem mleku kretao se u intervalu od 32,2 do 61,0 Bq/l, u ovčijem 28,5 do 52,5 Bq/l i u kozijem od 42,6 do 111,0 Bq/l. Nivo aktivnosti ^{137}Cs u svim ispitivanim uzorcima bio je na granici detekcije. Izuzetak su uzorci kravljeg mleka na lokalitetu Maljena gde je izmeren nivo aktivnosti ^{137}Cs od 3,5 do 1,3 Bq/l, što ukazuje na to da još uvek postoje posledice černobiljskog akcidenta (Mitrović i sar., 2009). Prisustvo ^{131}I detektovano je u ovčijem mleku na dva lokaliteta i u uzorku kozijeg mleka na jednom lokalitetu. Uzorci ovčijeg mleka

potiču sa lokaliteta Subotice i Maljena, a kozije mleko je iz Deliblatske peščare. Najveća aktivnost ^{131}I (4,1 Bq/l), izmerena je u ovčijem mleku koje je uzorkovano 2. aprila 2011.godine, poreklom iz Subotice. Svi uzorci u kojima je registrovano prisustvo ^{131}I sakupljeni su u aprilu, dok u uzorcima koji potiču iz maja i juna njegovo prisustvo nije detektovano. Ovi rezultati su posledica katastrofe na nuklearnim elektranama Fukušima, i u saglasnosti su sa rezultatima ispitivanja koja su urađena u drugim evropskim zemljama, u istom periodu (Diaz i sar., 2011, Pittauerova i sar., 2011, Manolopoulou i sar., 2011). Za razliku od ovčijeg i kozijeg mleka u uzorcima ispitanog kravljeg mleka nije izmereno prisustvo ^{131}I . To se, jednim delom može objasniti malom razlikom u ishrani krava i ovaca, odnosno koza. Naime, ovce i koze, za razliku od krava, vrlo rano počinju da se hrane na paši, tako da se u periodu april-jun 2011. god., bile u prilici da više konzumiraju potencijalno kontaminiranu, svežu biljnu hranu, za razliku od krava, koje se većim delom u tom periodu hrane konzervisanom ili suvom kabaštom hranom iz prethodne godine.

Tabela 3. Nivo aktivnosti ^{40}K , ^{131}I i ^{137}Cs na području Vojvodine (Bq/l)
Table 3. Activity level of ^{40}K , ^{131}I and ^{137}Cs in the region of Vojvodina (Bq/l)

Lokalitet Locality	Br. uzoraka / Number of samples	Vrsta mleka / Kind of milk	Datum uzorkovanja / Date of sampling	^{40}K (Bq/kg)	^{131}I (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)
Subotica	3	kravlje / cow	12.04.2011	53,3 ± 2,1	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	18.06.2011	56,6 ± 1,3	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	02.04.2011	52,5 ± 2,1	4,1 ± 1,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	18.05.2011	28,5 ± 1,3	<0,1	0,17 ± 0,02
	3	kozije / goat	02.04.2011	63,5 ± 2,2	<0,1	<0,1
Fruška Gora	3	kravlje / cow	22.03.2011.	46,7 ± 1,8	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	1.04.2011.	46,5 ± 1,7	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	18.5.2011.	32,2 ± 1,1	<0,1	<0,1
	3	kozije /goat	25.3.2011.	57,9 ± 2,1	<0,1	<0,1
Deliblatska peščara	3	kravlje / cow	3.04.2011.	49,5 ± 1,8	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	17.04.2011.	51,2 ± 1,8	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	19.06.2011.	55,1 ± 2,2	<0,1	<0,1
	3	kozije / goat	26.03.2011.	72,3 ± 2,7	<0,1	<0,1
	3	kozije / goat	10.04.2011.	69,8 ± 2,4	1,1 ± 0,4	<0,1
	3	kozije / goat	6.05.2011.	42,6 ± 2,5	<0,1	<0,1
Vršac Bela Crkva	3	kravlje / cow	27.03.2011.	42,9 ± 1,5	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	10.04.2011.	32,6 ± 1,3	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	25.06.2011.	44,1 ± 1,7	<0,05	0,07 ± 0,03
	3	kozije / goat	25.06.2011.	62,3 ± 2,2	<0,05	<0,1

Srednje vrednosti ± standardna devijacija / Mean values ± standard deviation

Tabela 4. Nivo aktivnosti ^{40}K , ^{131}I i ^{137}Cs na području centralne i južne Srbije (Bq/l)
 Table 4. Activity level of ^{40}K , ^{131}I and ^{137}Cs in the region of Central and South Serbia (Bq/l)

Lokalitet	Br. uzoraka / Number of samples	Vrsta mleka / Kind of milk	Datum uzorkovanja / Date of sampling	^{40}K (Bq/kg)	^{131}I (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)
Beograd Stepojevac	3	kravlje / cow	26.03.2011	52,9 ± 1,9	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	15.04.2011	58,1 ± 1,2	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	12.06.2011	58,2 ± 1,4	<0,1	<0,1
	3	kozije / goat	12.06.2011	55,8 ± 1,3	<0,1	<0,1
Beograd Avala	3	kravlje / cow	19.03.2011.	53,6 ± 1,7	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	02.04.2011.	45,1 ± 1,2	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	12.06.2011.	51,0 ± 1,1	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	14.06.2011.	56,9 ± 1,2	<0,1	<0,1
Kosmaj	3	kravlje / cow	22.03.2011.	57,7 ± 1,2	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	30.04.2011.	54,4 ± 1,1	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	12.06.2011.	39,4 ± 1,5	<0,1	<0,1
	3	kozije / goat	12.06.2011.	60,6 ± 2,1	<0,1	<0,1
Maljen Divčibare	3	kravlje / cow	23.03.2011.	52,1 ± 1,3	<0,1	1,3 ± 0,1
	3	kravlje / cow	14.04.2011.	56,2 ± 1,2	<0,1	2,6 ± 0,1
	3	kravlje / cow	12.06.2011.	52,3 ± 1,7	<0,1	3,5 ± 0,9
Malje Divčibare Brežde	3	ovčije / sheep	4.04.2011.	38,4 ± 1,1	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	09.04.2011.	32,4 ± 0,9	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	15.04.2011.	40,1 ± 1,5	1,5 ± 0,3	<0,1
	3	kozije / goat	12.06.2011.	54,5 ± 1,9	<0,1	<0,1
Rudnik	3	kravlje / cow	23.03.2011.	54,5 ± 1,9	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	21.05.2011.	47,8 ± 1,7	<0,05	<0,2
	3	kravlje / cow	21.06.2011.	37,8 ± 1,6	<0,06	<0,1
Zlatibor	3	kravlje / cow	19.03.2011.	36,1 ± 0,9	<0,05	<0,06
	3	kravlje / cow	26.03.2011.	49,9 ± 1,1	<0,04	<0,1
	3	kravlje / cow	12.06.2011.	49,3 ± 1,8	<0,1	<0,1
	3	kozije / goat	12.06.2011.	45,2 ± 1,9	<0,1	0,5 ± 0,01
Homolje Kučevo	3	kravlje / cow	06.04.2011.	66,1 ± 1,3	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	10.06.2011.	51,1 ± 1,1	<0,1	<0,1
	3	kozije / goat	06.04.2011.	66,2 ± 1,4	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	16.04.2011.	48,8 ± 1,8	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	06.06.2011.	42,7 ± 1,2	<0,1	<0,1
Kopaonik	3	kravlje / cow	23.03.2011.	53,1 ± 1,2	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	08.04.2011.	59,2 ± 1,1	<0,1	<0,1
	3	kravlje / cow	23.05.2011.	39,9 ± 0,7	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	23.05.2011.	35,8 ± 1,2	<0,1	<0,1
Stara Planina (Babin Zub)	3	kravlje / cow	26.07.2011.	42,7 ± 1,9	<0,1	<0,1
	3	ovčije / sheep	26.07.2011.	49,4 ± 1,1	<0,1	<0,1

Srednje vrednosti ± standardna devijacija / Mean values ± standard deviation

Zaključak / Conclusion

Izmerena aktivnost ^{137}Cs poreklom, iz černobiljskog akcidenta, u mleku domaćih životinja na teritoriji Srbije danas se nalazi na granici detekcije.

Uprkos velikoj udaljenosti Japana i Srbije, tragovi ^{131}I detektovani su u uzorcima ovčijeg i kozijeg mleka u aprilu 2011. godine. Ali, s obzirom na izmerenu nisku aktivnost, njegovo prisustvo nije predstavljalo radijacioni rizik za stanovništvo Srbije.

Upoređivanjem ove dve katastrofe, rezultati ispitivanja pokazuju da je černobiljska dovela do veće radioaktivne kontaminacije životne sredine Srbije.

ZAHVALNOST / SPECIAL THANKS:

Istraživanje je izvršeno zahvaljujući sredstvima projekata TR 31003 i TR 34013 Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj republike Srbije./

This research was carried out due to project funds obtained by Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia

Literatura / References

1. Bikit I, Mrđa D, Todorović N, Nikolov J, Krmar M, Vesković M, Slivka J, Hansman J, Forkapić S, Jovančev N. I-131 ponovo u životnoj sredini. Zbornik radova, XXVI Simpozijum DZZ SCG Tara, 2011: 113-9.
2. Diaz D J, Jaffe D, Kaspar J, Knecht A, Miller M, Robertson G, Schubert S. Arrival time and magnitude of airborne fission products from the Fukushima, Japan, reactor incident as measured in Seattle, WA, USA. *Journal of Environmental Radioactivity* 2011; 102:1032-8.
3. Drašković M., Bošnjak H, Vučićević D, Mičić G, Draganović B, Benderać R. Radiajacioni gama-fon i njegov značaj za stočarsku proizvodnju na Kopaoniku. *Veterinarski glasnik* 1989; 43(12): 1113-236.
4. Manolopolou M, Vagena E, Stoulos S, Ioannidou A, Papastefanou C. Radioiodine and radiocesium in Thessaloniki, Northern Greece due to the Fukushima nuclear accident. *Journal of Environmental Radioactivity* 2011; 102(8): 796-7.
5. Mitrović B, Vitorović G, Vitorović D, Pantelić G, Adamović I. Natural and anthropogenic radioactivity in the environment of mountain region of Serbia. *Journal of Environmental Monitoring* 2009; 1: 383-8.
6. Pantelić G, Javorina LJ, Vitorović G, Vuletić V, Tanasković I, Eremić-Savković M. Two decades of ^{137}Cs Activity Measurements in Cattle Feed and Milk in Serbia. IRPA Regional Congress for Central and Eastern Europe - Regional and Global Aspects of Radiation Protection Brasov, Romania, 24-28 September 2007: 1-7.
7. Pantelić G, Vuletić V, Eremić-Savković M, Javorina LJ, Tanasković I. Radioekološki monitoring u Srbiji. *Arhiv veterinarske medicine* 2009; 59-69.
8. Pantelić G, Todorović D, Nikolić J, Janković M. Kontrola radioaktivnosti vazduha u Beogradu – posledice Fukušime. Zbornik radova, XXVI Simpozijum DZZ SCG Tara, 2011: 129-32.
9. Pittauerova D, Hettwig B, Fischer W. Fukushima fallout in Northwest German environmental media. *Journal of Environmental Radioactivity* 2011; 102(9): 877-80.
10. Vitorović G, Grubić G, Sinovec Z. Organizacija rada veterinaru i mere zaštite na radioaktivno kontaminiranom području. *Praktikum iz radijacione higijene*, Beograd, Grafopan, 1997.
11. Vuletić V, Vitorović G, Mitrović B, Pantelić G, Andrić V. Radioaktivnost mleka u Srbiji u 2011. godini. Zbornik radova XXVI Simpozijum DZZ SCG Tara, 2011: 124-8.

ENGLISH

MILK RADIOACTIVITY IN SERBIA FROM CHERNOBYL NUCLEAR DISASTER IN 1986. TO FUKUSHIMA ACCIDENT IN 2011.

Gordana Vitorović, Branislava Mitrović, Gordana Pantelić, Duško Vitorović, Mirjana Stojanović, Svetlana Grdović

Radionuclides, which are commonly released into the atmosphere after accidents on nuclear plants, by atmospheric precipitation fall onto the earth, are deposited in the soil, and consequently contaminate the environment, getting into the food chain. Considering that milk represents a kind of food that is consumed by all people, especially children, with the aim to protect the population after Chernobyl accident, from then to today, constant long-term monitoring of antropogenic radionuclide (^{137}Cs) presence in milk samples has been carried out, at almost complete territory of Serbia. Beside that, immediately after the nuclear accidents in Fukushima power plants, during March and April 2011, laboratory for radiation hygiene at the Faculty of veterinary medicine in Belgrade, carried out a special monitoring of radioactivity (^{40}K , ^{131}I , ^{137}Cs) in dairy cow, sheep and goat milk, at 30 localities in Serbia. The obtained results showed that the activity of ^{137}Cs , as a consequence of Chernobyl accident, in milk at the territory of Serbia was below limit detection. Despite a large distance between Japan and Serbia, traces of ^{131}I and ^{137}Cs were detected in sheep and goat milk samples in April 2011, but considering their low activity, they do not represent a radiation risk for population in Serbia.

Key words: milk, radioactivity, Serbia

РУССКИЙ

РАДИОАКТИВНОСТЬ МОЛОКА В СЕРБИИ С АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС, В 1986 ГОДУ, ДО АВАРИИ НА АЭС ФУКУСИМА, В 2011 ГОДУ

Гордана Виторович, Бранислава Митрович, Гордана Пантелич, Душко Виторович, Мирьяна Стоянович, Светлана Грдович

Радионуклиды, выбрасывающиеся в атмосферу после аварий на АЭС, в результате дождей, осаждаются из воздуха на земную поверхность. Таким образом поступают в окружающую среду и включаются в пищевую цепь людей. Молоко – пищевой продукт, который человек, особенно дети, употребляет в повседневной жизни. В целях сохранения безопасности населения после аварии на Чернобыльской АЭС до настоящего времени проводили наблюдения за содержанием антропогенных радионуклидов (^{137}Cs) в пробах молока почти на всей территории Сербии. Кроме того, сразу же после аварии на Фукусиме, в марте и апреле 2011-ого года, в лаборатории радиационной гигиены на Факультете ветеринарной медицины в Белграде, проводили внеочередные измерения радиоактивности ^{40}K , ^{131}I , ^{137}Cs молочных коров, овец и коз в 13 населённых пунктах на территории Республики Сербии. Результаты показали, что активность ^{137}Cs , являющихся следствием Чернобыльской аварии, в молоке, на территории Сербии, все еще находится в пределах обнаружения. Несмотря на большое расстояние между Японией и Сербией, следы ^{131}I и ^{137}Cs были обнаружены в пробах молока овец и коз в апреле 2011-ого года, но в связи с их низкой активностью, не являются радиационным риском для населения Сербии.

Ключевые слова: молоко, радиоактивность, Сербия