

Rezultati praćenja kvaliteta mleka i mlečnih proizvoda s aspekta kontaminacije radioaktivnim cezijumom (^{134}Cs i ^{137}Cs)
(Results of Quality Assessment of Milk and Milk Products from the Viewpoint of Contamination with Radioactive Cesium (^{134}Cs and ^{137}Cs))

Dr. Radosav MITROVIĆ, Veterinarski i mlekarski institut, Beograd

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
 Prispjelo: 3. 4. 1989.

UDK: 637.06

Sažetak

U radu su izneti rezultati o izvršenoj radijaciono-higijenskoj dijagnostici radioaktivnog cezijuma ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) u mleku, mlečnim napicima (pasterizovano i sterilizovano mleko, jogurt, kiselo kravlje i ovčije mleko) i mlečnim proizvodima (kravlji i ovčiji sir, pavlaka i maslac), koji potiču iz dva proizvodna objekta locirana u beogradskom regionu.

Nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma (^{134}Cs i ^{137}Cs) u sirovom mleku u proseku je zastupljen sa $55 \pm 7,3$ Bq/l i V_i 20, od čega $A^{134}\text{Cs}$ $32,72\%$, ili $18 \pm 2,6$ Bq/l, a $A^{137}\text{Cs}$ $67,27\%$, odnosno $37 \pm 4,8$ Bq/l. U mlečnim napicima nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma su zastupljeni od $36 \pm 6,2$ do $100 \pm 7,1$ Bq/l sa V_i od 10 do 23, sa različitim procentnim učešćem koje se za $A^{134}\text{Cs}$ kreće od 32 do 42% , a za $A^{137}\text{Cs}$ od 45,23 do 68% . U mlečnim proizvodima nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma kreće se u rasponima od $31 \pm 8,8$ do $484 \pm 110,5$ Bq/kg sa V_i od 22 do 301, pri čemu je procentno učešće za $A^{134}\text{Cs}$ od 32,25 do $33,68\%$, a za $A^{137}\text{Cs}$ od 64,10 do $67,74\%$.

Utvrđeni nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma, iskazani u Bq/l i Bq/kg, različiti su po vrsti proizvoda s tolerantnim stepenom radijacionog opterećenja.

Ključne reči: mleko, mlečni napici, mlečni proizvodi, radijaciono-higijenska dijagnostika, radioaktivni cezijum.

Summary

The results of radio-hygienic assessment of radioactive cesium ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ and $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) in milk, milk drinks (pasteurized and sterilized milk, yoghurt, bovine and ovine sour milk) and in other milk products (bovine and ovine cheese, cream and butter) originating from two production facilities in Belgrade area are presented.

Average activity levels of radioactive cesium ($A^{134}\text{Cs}$ and $A^{137}\text{Cs}$) in raw milk averaged up to 55 ± 7.3 Bq/l and V_i of 20 with $A^{134}\text{Cs}$ up to 32.72% or 18 ± 2.6 Bq/l and $A^{137}\text{Cs}$ up to 67.27% or 37 ± 4.8 Bq/l. In milk drinks radioactive cesium levels varied from 36 ± 6.2 to 100 ± 7.1 Bq/l and V_i from 10 to 23 with variable share of $A^{134}\text{Cs}$ from 32 to 42% and for $A^{137}\text{Cs}$ from 45.23 to 68% . In milk products radioactive cesium activity levels varied from 31 ± 8.8 to 484 ± 110.5 Bq/kg with V_i from 22 to 301, at which the percentage share of $A^{134}\text{Cs}$ was 32.25 to 33.68% and of $A^{137}\text{Cs}$ 64.10 to 67.74% .

* Referat saopšten na XXVII simpozijumu za mljekarsku industriju, Lovran, 1989.

484 ± 110.5 Bq/kg and V_i from 22 to 301, variable share of $A^{134}\text{Cs}$ from 32.25 to 33.68% and of $A^{137}\text{Cs}$ from 64.10 to 67.74%.

The reported activity levels of radioactive cesium, expressed in Bq/l and Bq/kg, varied according to the type of the product suggesting the acceptable levels of the radiation load.

Key words: milk, milk drinks, milk products, radio-hygienic diagnosis, radioactive cesium.

Uvod

Kontaminacija životne sredine radioaktivnim supstancijama postala je jedan od značajnih problema savremene civilizacije. Usled izvršenih nuklearnih eksplozija od 1945. do 1980. godine, a posle 1980. godine i serijom akcidenata na nuklearnim postrojenjima — SSSR, Engleska, Nemačka, Švedska i dr. — u slobodnu prirodu su ubačene nedopustivo velike količine radioaktivnog cezijuma koji vrlo ozbiljno ugrožava sav živi svet, a pre svega čoveka (Mitrović, 1984, 1987; Radovanović, 1979). Nagli razvoj nuklearne energetike i sve značajnije količine otpadnih radioaktivnih supstancija koje sadrže radioaktivni cezijum daju ovom problemu trajan karakter, pogotovo što mnogobrojni dosadašnji rezultati ukazuju da je genetski rizik od prisustva radioaktivnog cezijuma daleko veći od bilo kog drugog dugoživećeg produkta fisije (Hanson, 1967; Linden, 1967; Miettinen, 1963; Moiseev, 1969; Nevstrueva, 1967). Poslednjih godina, a posebno u posleakcidentalnom periodu u SSSR (Černobilj) u brojnim radijaciono-higijenskim istraživanjima posebna pažnja je posvećena radioaktivnom cezijumu — ^{134}Cs i ^{137}Cs (JDZZ, 1987; SVIVT-Yu, 1987).

Jedan od važnih zadataka veterinarske delatnosti je veterinarsko-sanitarni nadzor nad proizvodnjom i prometom mleka i mlečnih proizvoda, čiji je osnovni cilj obezbeđenje biološki ispravnog mleka i mlečnih proizvoda od zdravih životinja — muznih grla. U praksi raspoložemo mnogim metodama kontrole mleka i mlečnih proizvoda, posebno metodama radijaciono-higijenske dijagnostike, na osnovu kojih se može izvršiti odabiranje (trijaža) mleka za pojedine vidove obrade i prerade. Ovo je od posebnog značaja, jer se uspeh tehnološke obrade mleka prvenstveno zasniva na upotrebi higijenski ispravnog mleka. Stoga, higijena i tehnologija mleka moraju da čine celinu u proizvodnji higijenski ispravnog i kvalitetnog mleka i mlečnih proizvoda.

U ovom radu izneti su rezultati izvršene gamaspektrometrijske analize koja je primarna u metodološkom smislu kada je reč o radijaciono-higijenskoj dijagnostici. Imajući u vidu da je gamaspektrometrija fizičko-hemijska metoda zasnovana na merenju spektra sekundarnih elektrona, nastalih procesima absorpcije gama zračenja u materiji, čime je omogućena identifikacija i definisanje nivoa aktivnosti gama zračenja prisutnih radionuklida u mleku i mlečnim proizvodima, ovoj metodi dat je prioritet u odnosu na ostale radiometrijske i radiohemijske metode.

Metodologija rada

Na području beogradskog regiona odabrana su dva objekta u kojima se obrađuje i prerađuje mleko, i u periodu od novembra 1986. do februara 1987.

godine u njima su uzeti uzorci mleka, mlečnih napitaka i mlečnih proizvoda za radijaciono-higijenska istraživanja.

Postavljena istraživačka koncepcija imala je za cilj da se: a) ustanove nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) u navedenim uzorcima; b) izvrši odgovarajuća komparativno-statistička analiza; i na osnovu tih analiza — DATI ODGOVOR O RADIJACIONOJ ISPRAVNO-STI radijaciono-higijenski analiziranih uzoraka.

Nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma utvrđen je gamaspektrometrijskom analizom na sistemu tipa »CANBERRA« — analizator serije 90, sa detektorom RE-Ge NPN Model 7229N-7500-1818 (efikasnosti 18%, rezolucije 1,8 KeV (FWHM) i 1,33 MeV, dijametra 48 mm — niskoenergetskih karakteristika sa prozorom aktivne površine 18,1 cm²). Standardizacija sistema izvršena je ^{152}Eu u obliku gela u posudi tipa »MARINELLI« od 1/2 lit.

Statistička obrada rezultata izvršena je na računaru tipa PROGRAM-ABLE SCINTIFIC CALCULATOR — TSC 10.

Rezultati i diskusija

Rezultati istraživanja prikazani su u tabelama 1, 2, 3 i 4 radi bolje preglednosti sledećim redosledom: rezultati merenja nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim napicima i mlečnim proizvodima; rezultati statističke analize za obe grupe radijaciono-higijenski analiziranih uzoraka; rezultati komparativne analize ustanovljenih nivoa aktivnosti.

Ustanovljeni nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) iskazani su u Becqurelima po litru za mlečne napitke (Bq/l), odnosno po kilogramu za mlečne proizvode (Bq/kg).

U tabeli 1 prikazani su rezultati istraživanja nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim napicima, na osnovu kojih se može izvesti konstatacija o različitoj zastupljenosti. Navedeni nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim napicima i ustanovljena varijabilnost uslovljeni su sadržajem radioaktivnog cezijuma u sirovom mleku kao osnovnoj proizvodnoj sirovini, a potom i samim proizvodno-tehnološkim postupkom.

Nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma u sirovom mleku nalaze se u intervalu varijacije (Iv) 20. Ustanovljena srednja vrednost od 55 Bq/l nešto je veća u odnosu na nivoje aktivnosti radioaktivnog cezijuma u sirovom mleku drugih proizvodnih lokaliteta. Tako, na primer, u sirovom mleku koje je proizvedeno u SR Srbiji do kraja 1986. godine ustanovljen je u proseku nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma od 45,9 Bq/l (Brnović, 1987), što je približno vrednostima (47 i 56 Bq/l) nivoa aktivnosti ustanovljenih u ovom radu. Ove razlike u nivoima aktivnosti objašnjavaju se stepenom koeficijenta transfera radioaktivnog cezijuma u ciklusu »padavine — biljke — muzna grla — mleko« (Horšić, 1987). Dakle, utiču mnogobrojni faktori od kojih su najznačajniji: poreklo — lokalitet, kontaminiranost ekološkog područja radioaktivnim cezijumom i način ishrane — uzgoj (Mitrović, 1987). Od navedenih faktora poseban značaj ima ishrana — uzgoj, jer će od njega u bitnoj meri zavisiti i nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma u sirovom mleku, o čemu govore podaci ranijih istraživanja (Mitrović, 1977, 1981, 1987; Stanković, 1981, 1983).

Tabela 1. Pregled nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim napicima po objektima nadzora i vremenu uzorkovanja**Table 1. Survey of Radioactive cesium activity levels in milk drinks at the objects of supervision and time of sampling**

Vrsta uzorka Sample types	Objekat nadzora The objekt of supervision	Vreme uzorkovanja mesec-godina Sampling time month-year	Radijaciona veličina (Bq/l) Radiation value		
			$A^{134}\text{Cs}$	$A^{137}\text{Cs}$	$\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$
Sirovo mleko Raw milk	»A«	XI — 86	19	37	56
	»B«	XII — 86	15	32	47
	»A«	I — 87	17	35	52
	»B«	II — 87	22	45	67
Pasterizovano mleko Pasteurized milk	»A«	XI — 86	16	31	47
	»B«	XII — 86	13	25	38
	»A«	I — 87	14	23	37
	»B«	II — 87	18	29	47
Sterilizovano mleko Sterilized milk	»A«	XI — 86	14	27	41
	»B«	XII — 86	11	23	34
	»A«	I — 87	10	17	27
	»B«	II — 87	15	28	43
Jogurt	»A«	XI — 86	28	41	69
	»B«	XII — 86	27	43	70
Joghurt	»A«	I — 87	31	43	74
	»B«	II — 87	34	45	79
Kiselo mleko Bovine sour milk	»A«	XI — 86	21	41	62
	»B«	XII — 86	19	32	51
	»A«	I — 87	23	36	59
	»B«	II — 87	31	43	74
Ovčije kiselo mleko Ewe's sour milk	»A«	XI — 86	36	73	109
	»B«	XII — 86	30	61	91
	»A«	I — 87	27	69	96
	»B«	II — 87	34	71	105

Po definiciji, mlečni napici u širem smislu reči su proizvodi na bazi pasterizovanog ili sterilizovanog mleka, delimično obranog ili obranog, sa ili bez fermentativnih procesa, odnosno prirodnih dodataka (Pravilnik, 1985). Dakle, veliki broj faktora utiče na njihov sastav, a time i na nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma, a upravo na to ukazuju i rezultati radijaciono-higijenske analize mlečnih napitaka. Tako je, na primer, uočljiva razlika nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma između pasterizovanog i sterilizovanog mleka u odnosu na fermentisane napitke — proizvode (jogurt, kiselo mleko i ovčije kiselo mleko). Ova razlika je u prosečnoj vrednosti reda veličine 2:1 u korist fermentisanih napitaka — proizvoda. Nešto niži nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma u pasterizovanom i sterilizovanom mleku u odnosu na sirovo mleko verovatno su posledica »tehnološkog kala« — gubitka usled tehnološko-termičkih procesa, o čemu je vrlo teško dati pravi odgovor bez

šireg i sadržajnijeg istraživanja. Međutim, kada je reč o fermentisanim napicima — proizvodima i povećanim nivoima aktivnosti radioaktivnog cezijuma objašnjenje treba tražiti u koncentracionom faktoru i fizičko-hemijskim osobinama kazeinskog kompleksa. U prilog ovoj hipotezi govore i rezultati istraživanja nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma mlečnih proizvoda — kravljeg i ovčijeg sira, pavlake i maslaca.

S obzirom da se u periodu od 1986. do 1988. godine nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim napicima kretao u rasponu od 9,9 do 145,59 Bq/l (Horšić, 1987; Vertočnik, 1989) može se izvesti konstatacija da su rezultati postignuti u ovom radu u skladu sa podacima iz domaće literature.

Imajući u vidu propisane norme o MDK, koja za radioaktivni cezijum u mleku iznosi 370 Bq/l (SKZR-ZISZ, 1987), može se konstatovati da se mlečni napici sa radijaciono-higijenskog aspekta mogu koristiti bez ograničenja.

Tabela 2. Pregled nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim proizvodima po objektima nadzora i vremenu uzorkovanja

Table 2. Survey of Radioactive cesium activity levels in milk products at the objects of supervision and time of sampling

Vrsta uzorka Sample types	Objekat nadzora The objekt of supervision	Vreme uzorkovanja mesec-godina Sampling time month-year	Radijaciona veličina (Bq/kg) Radiation value		
			$A^{134}\text{Cs}$	$A^{137}\text{Cs}$	$\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$
Kravlji sir Bovine cheese	»A«	XI — 86	41	83	124
	»B«	XII — 86	43	79	122
	»A«	I — 87	35	72	107
	»B«	II — 87	10	19	29
Ovčiji sir Ewe's milk cheese	»A«	XI — 86	190	422	612
	»B«	XII — 86	182	353	535
	»A«	I — 87	160	320	480
	»B«	II — 87	100	211	311
Pavlaka Cream	»A«	XI — 86	19	31	50
	»B«	XII — 86	12	26	38
	»A«	I — 87	13	26	39
	»B«	II — 87	9	19	28
Maslac Butter	»A«	XI — 86	16	30	46
	»B«	XII — 86	9	21	30
	»A«	I — 87	9	17	26
	»B«	II — 87	7	16	23

U tabeli 2 prikazani su rezultati istraživanja nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim proizvodima. Uočljiva je velika razlika u nivoima aktivnosti radioaktivnog cezijuma analiziranih sireva, pavlake i maslaca. Kako su pavlaka i maslac proizvedeni izdvajanjem mlečne masti iz mleka, a sadrže znatno manje nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma — za $A^{134}\text{Cs}$ 4 do 12

puta, za $A^{137}\text{Cs}$ 3 do 15 puta u odnosu na sireve, to upućuje na pomenutu hipotezu u vezi koncentracionog faktora i fizičko-hemijskih osobina kazeinskog kompleksa. U svakom slučaju ovo je od važnosti pri preduzimanju preventivnih mera radijacione zaštite u mlekerskoj industriji u akcidentalnim situacijama, kao što je to bio slučaj sa Černobiljom 1986. godine.

Prema podacima iz domaće literature (Horšić, 1987; Vertočnik, 1989) nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim proizvodima kretali su se u različitim vrednostima, što je zavisilo od vrste, pa je tako ustanovljeno da se nivo aktivnosti radioaktivnog cezijuma u maslacu kretao od 1,3 do 1,4 Bq/kg, u sirevima od 3,4 do 7,8 Bq/kg, u kefiru u proseku od 105,75 Bq/kg itd. U odnosu na postignute rezultate u ovom radu ove vrednosti su uglavnom niže, što se može objasniti periodom proizvodnog procesa sirovog mleka, odnosno mlečnih proizvoda, i lokaliteta sa kojeg mleko kao sirovina potiče.

U odnosu na propisane norme o MDK, koje za radioaktivni cezijum u mlečnim proizvodima, namenjenim za ishranu odraslih, iznosi 600 Bq/kg (SKZR-ZISZ, 1987) možemo konstatirati da se mlečni proizvodi sa radijaciono-higijenskog aspekta mogu koristiti bez ograničenja, sa izuzetkom ovčijeg sira koji je na granici radijacione kritičnosti.

U tabeli 3 prikazani su rezultati statističke analize za obe grupe mlečnih proizvoda, koji se odnose na »MIN« i »MAX« vrednosti nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma, intervale varijacije (I_v), srednje vrednosti (\bar{X}), standardnu devijaciju ($SD \pm$), dobijene od određenog broja parametara (N). Dakle, prikazani statistički parametri rezultiraju iz serije N_4 predstavljajući prosečne vrednosti objekata nadzora i istraživačkog vremenskog perioda. Interesantno je naglasiti da se na osnovu statističkih parametara mlečni napici mogu grupisati na MANJE (sirovo mleko, pasterizovano i sterilizovano mleko) i VEĆE (jogurt, kiselo mleko i ovčije kiselo mleko) nosioce nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$). Isti je slučaj i sa mlečnim proizvodima — kravlji i ovčiji sir — VEĆI, a pavlaka i maslac — MANJI nosioci aktivnosti radioaktivnog cezijuma.

Pri konačnoj proceni radijacione kritičnosti mlečnih napitaka i mlečnih proizvoda uzimaju se u obzir vrednosti ukupnih nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma ($\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) uzoraka po objektu nadzora u trenutku radijaciono-higijenske dijagnostike. Međutim, u slučaju kada se procenjuje radijaciona kritičnost za duži vremenski period, neophodno je pored prosečnih vrednosti (\bar{X}) uključiti i ostale parametre statističke analize, pre svega standardnu devijaciju ($SD \pm$), a potom »MIN« i »MAX« vrednosti — odnosno interval varijacije — I_v (Mitrović, 1984).

Dakle, na osnovu rezultata statističke analize, imajući u vidu prethodno navedene norme, možemo zaključiti, za obe grupe radijaciono-higijenski analiziranih uzoraka, da se mogu koristiti bez ograničenja.

U tabeli 4 prikazani su rezultati komparativne analize radijacionih veličina ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) ustanovljenih u analiziranim uzorcima mlečnih napitaka i mlečnih proizvoda. U ovoj analizi korišćeni su posmatrani odnosi (PO) i procentno učešće ($U^0/\%$) kao značajni pokazatelji parametara radijacione sigurnosti (PRS).

Tabela 3. Pokazatelji statističke analize nivoa aktivnosti radioaktivnog cezijuma u mlečnim napicima i proizvodima
 Table 3. Statistical parameters of Radiocesium activity levels in milk drinks and milk products

Vrsta uzorka Sample types	N	Radijaciona veličina (Bq/kg) Radiation value (Bq/kg)																
		Aktivnost ¹³⁴ Cs Activity ¹³⁴ Cs				Aktivnost ¹³⁷ Cs Activity ¹³⁷ Cs				Ukupna A ¹³⁴ + A ¹³⁷ Cs Total A ¹³⁴ + A ¹³⁷ Cs								
		MIN	MAX	IV	SD±	MIN	MAX	IV	SD±	MIN	MAX	IV	SD±					
Mlečni napici Milk drinks																		
Sirovo mleko Raw milk	4	15	22	7	18	2,6	32	45	13	37	4,8	47	67	20	55	7,3		
Pasterizovano mleko Pasteurized milk	4	13	18	3	15	1,9	23	31	8	27	3,1	37	47	10	42	4,7		
Sterilizovano mleko Sterilized milk	4	10	15	5	12	2,0	17	28	11	24	4,3	27	43	16	36	6,2		
Jogurt Joghurt	4	27	34	7	30	2,7	41	45	4	43	1,4	69	79	10	73	3,9		
Kiselo mleko Bovine sour milk	4	19	31	12	23	4,5	32	43	11	38	4,3	51	74	23	61	8,2		
Ovčije kiselo mleko Ewe's sour milk	4	27	36	9	32	3,5	61	73	12	68	4,4	91	109	18	100	7,1		
Mlečni proizvodi Milk products																		
Kravlji sir Bovine cheese	4	10	43	33	32	13,1	19	93	64	63	25,8	29	124	95	95	38,9		
Ovčiji sir Ewe's milk cheese	4	100	190	90	158	35,2	211	422	211	326	76,1	311	612	301	484	110,5		
Pavlaka Cream	4	9	19	10	13	3,6	19	31	12	25	4,2	28	50	22	39	7,8		
Maslac Butter	4	7	16	9	10	3,4	16	30	14	21	5,5	23	46	23	31	8,8		

Tabela 4. Posmatrani odnosi (PO) ^{137}Cs i ^{134}Cs , i njihovo učešće u ukupnoj aktivnosti radioaktivnog cezijuma ($\Sigma A^{134} + ^{137}\text{Cs}$)**Table 4. Observed relations (OR) of ^{137}Cs and ^{134}Cs , and their share in the total Radioactive cesium ($\Sigma A^{134} + ^{137}\text{Cs}$)**

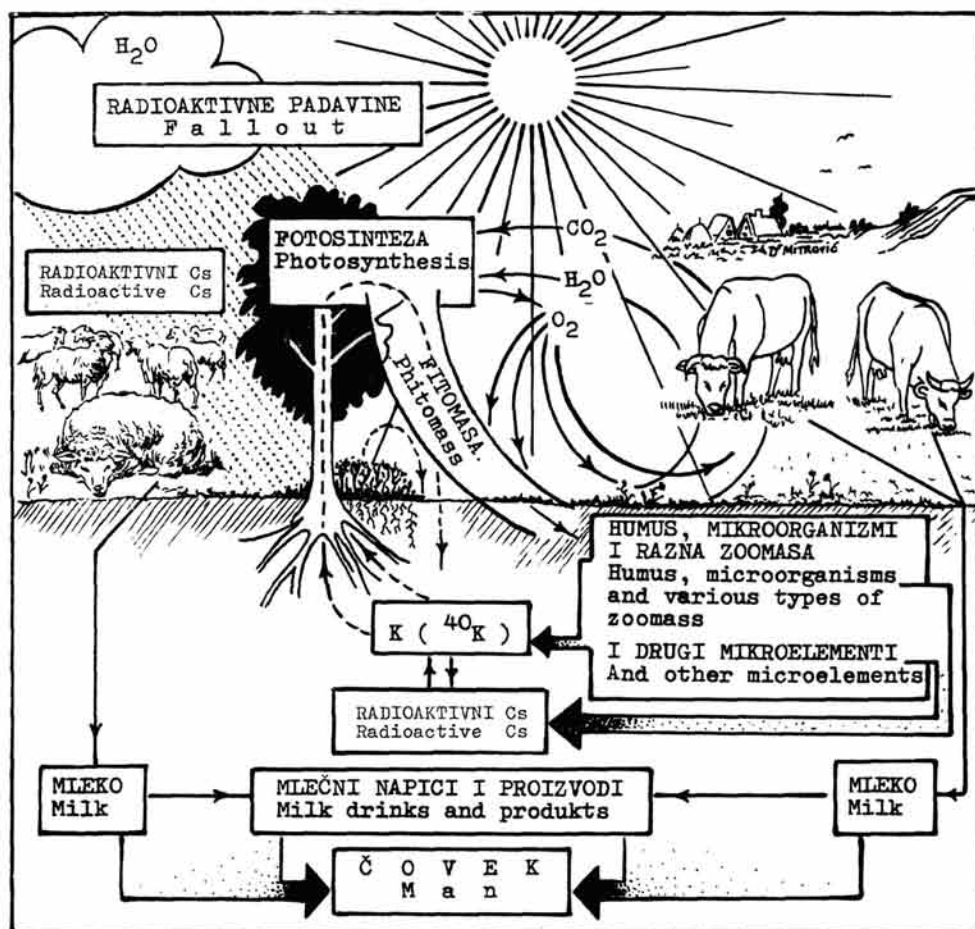
Vrsta uzorka Sample types	PO $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$ OR $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$	% učešće u $\Sigma A^{134} + ^{137}\text{Cs}$ % share in $\Sigma A^{134} + ^{137}\text{Cs}$	
		Cs—134	Cs—137
Mlečni napici Milk drinks			
Sirovo mleko Raw milk	2,05	32,72	67,27
Pasterizovano mleko Pasteurized milk	1,26	35,71	45,23
Sterilizovano mleko Sterilized milk	2,00	33,33	66,66
Jogurt Joghurt	1,43	41,09	58,90
Kiselo mleko Bovine sour milk	1,65	37,70	62,29
Ovčije kiselo mleko Ewe's sour milk	2,12	32,00	68,00
Mlečni proizvodi Milk products			
Kravlji sir Bovine cheese	1,96	33,68	66,31
Ovčiji sir Ewe's milk cheese	2,06	32,64	67,35
Pavlaka Cream	1,92	33,33	64,10
Maslac Butter	2,10	32,25	67,74

Posmatrani odnosi $A^{137}\text{Cs}/A^{134}\text{Cs}$ ($\text{PO}^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$) mlečnih napitaka kreće se od 1,26 do 2,05, a mlečnih proizvoda od 1,92 do 2,10, što znači da je $A^{137}\text{Cs}$ u odnosu na $A^{134}\text{Cs}$ veća za navedene vrednosti. Varijabilnost je uglavnom uslovljena vrstom analiziranog uzorka i odnosom ^{137}Cs i ^{134}Cs u fisionoj smeši (JDZZ, 1987).

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživačkog rada rezultata može se zaključiti da su uzorci mleka, mlečnih napitaka i proizvoda:

- tolerantne radijacione kritičnosti, jer se ustanovljeni nivoi aktivnosti radioaktivnog cezijuma nalaze u okvirima propisanih normi o MDK;
- dostigli nivoa $A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $A^{134+137}\text{Cs}$ u sklopu opšte radijacione situacije u posleakcidentalnom periodu (Černobilj '86);



Slika 1. Put radioaktivnog Cs kao fisijonog produkta

Figure 1. Radioactive Cs route as a fission product

— i da moraju biti pod stalnom radijaciono-higijenskom kontrolom, obzirom da su u biosferi prisutne značajne količine radioaktivnog cezijsa.

LITERATURA

- BRNOVIĆ, J.: XIV Simp. JDZZ, Novi Sad, Zbornik, 95—98, 1987.
- HANSON, W. C.: Cs-137 in Alaskan Lichens, Caribon and Eskimos, Health Phys. 13, 383, 1967.
- HORŠIĆ, E. et al.: Komparativni prikaz nivoa radioaktivnosti animalnih proizvoda nekih proizvodnih područja u BiH za period 1985.—1986. godina, XIV Simp. JDZZ, Novi Sad, Zbornik, 115—113, 1987.
- JDZZ: Zbornik radova, XIV simpozijum jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja, Novi Sad, 1987.

- LINDEN, K., M. GUSTAFSSON: Relationships and seasonal variation of Cs-137 in Lichen, reindeer and man in northern Sweden 1961. to 1965. Radioecological Concentration Processes, 193, 1967.
- MIETTINEN, J. K.: Cs-137 and potassium in people and diet—a study of Finnish Lapps. Ann. Sci. Fennicae, Series II Chemica 120, 1963.
- MITROVIĆ, R.: »Veterinaria«, 26, 4, Sarajevo, 1977.
- MITROVIĆ, R.: XI jug. simp. JDZZ Portorož, 1981.
- MITROVIĆ, R.: Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Beograd, 1984.
- MITROVIĆ, R.: »Mljekarstvo«, 37(10), 291—297, Zagreb, 1987.
- MOISEEV, A. A., et al.: Radioactivity in the Lichen-reindeer-reindeer herding man foodchain in the North of the USSR, 5th R. I. S. — Symposium, Helsinki, 1969.
- NEVSTRUEVA, M. A.: The Nature of Cs-137 and Sr-90 transport over the lichen-reindeerman foodchain, Radioecological Concentration Processes, 209, 1967.
- PRAVILNIK o kvalitetu mleka, proizvoda od mleka, sirila i čistih kultura, Izd. »Mlekosim«, Poslovna zajednica mlekarske industrije, Beograd, 1985.
- RADOVANOVIĆ, R., et al.: Projeekat A/3 — Istraživanje zaštite od jonizujućih i nejonizujućih zračenja, Tema 4 — Radionuklidi u životnoj sredini, Inst. za medicinu rada i radiološku zaštitu, Završni elaborat, poglavlje VI, 1—21, Beograd, 1979.
- SAVEZNI KOMITET za rad, zdravstvo i socijalnu zaštitu: Nivo radioaktivne kontaminacije čovekove sredine i ozračenost stanovništva Jugoslavije 1986. godine usled havarije nuklearne elektrane u Černobilju, Elaborat /Rezime/, str. 4, Beograd, 1987.
- STANKOVIĆ, S.: XI jug. simpozijum JDZZ, Portorož, 1981.
- STANKOVIĆ, S.: XII jug. simpozijum JDZZ, Ohrid, 1983.
- SVIVT-Yu: Zbornik, VI kongres veterinarara i veterinarskih tehničara Jugoslavije, Zagreb, 107—121, 1987.
- VERTOČNIK, A. et al.: Radioaktivnost hrane uvežene u SR Hrvatsku u periodu 1986.—1988. godina, XV simp. JDZZ, Priština, Zbornik, 7—10, 1989.