

Proučavanje radijaciono-higijenske ispravnosti mleka i mleka u prahu*

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 gama-spektrometrijske analize sirovog mleka i mleka u prahu koje je uvezeno iz Poljske i Mađarske krajem 1986. i početkom 1987. godine. Utvrđeni su nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $A^{134+137}\text{Cs}$) i izvršena je komparativna analiza s mlekom proizvedenim u našoj zemlji.

Nivo aktivnosti radioaktivnog Cs u sirovom mleku kreće se u rasponu od 30 do 67 Bq/l, u kojoj $A^{134}\text{Cs}$ učestvuje sa 11 do 22 Bq/l, a $A^{137}\text{Cs}$ sa 19 do 45 Bq/l. Nivo aktivnosti radioaktivnog Cs u mleku u prahu kreće se u rasponu od 255 do 372 Bq/kg, u kojoj $A^{134}\text{Cs}$ učestvuje od 115 do 163 Bq/kg, a $A^{137}\text{Cs}$ od 14 do 209 Bq/kg.

Rezultati pokazuju da su povišene razine aktivnosti radioaktivnog Cs, naročito u uzorcima mleka u prahu, što ukazuje na svu ozbiljnost potrebe sistematskog praćenja stepena radijacionog opterećenja ovog proizvoda i skladišnog prostora (ekspoziciona doza gama-zračenja).

Ključne reči: mleko, mleko u prahu, radioaktivni Cs.

Uvod

U ciklusu stočne proizvodnje, koja je izvor namirnica animalnog porekla, mleko predstavlja jednu od osnovnih komponenti ishrane današnjeg razvijenog društva. Povećanjem potrošnje mleka na 0,75 litara po stanovniku dnevno, postiže se stabilnost u snabdevanju organizma pravilnom hranom, što istovremeno predstavlja i zaštitu od oboljenja te vodi pravilnom razvoju populacije naroda (Micić, 1981).

Međutim, kako u našoj zemlji, zbog teškog stanja u agraru — stočarstvu, proizvodnja mleka stalno opada, mlekarska industrija je primorana da pored otkupa mleka sa »vlastitog« područja nabavlja mleko i iz drugih republika i pokrajina, s domaćeg tržišta, ali nažalost i iz drugih zemalja, ukupno oko 80 mil. litara godišnje (Deneš, 1988). Različito poreklo mleka bitno utiče na njegov kvalitet, naročito sa higijenskog aspekta, pa se ovom pitanju posvećuje posebna pažnja.

Metodologija rada

U periodu od novembra 1986. do marta 1987. godine u Jugoslaviju su interventno uvezene znatne količine sirovog mleka i mleka u prahu iz Polj-

Referat saopšten na XXVII. simpoziju za mljekarsku industriju, Lovran, 1989.

ske i Mađarske (mleko u prahu proizvedeno od oktobra 1986. do februara 1987. godine) sa ciljem da se ublaži nestašica mleka i mlečnih proizvoda na tržištu i stabilizuju proizvodni procesi u mlekarskoj industriji. Obzirom da se radi o posleakcidentalnom periodu (SSSR — Černobilj, 1986) u saradnji sa Veterinarskim inspektoratom pristupilo se kontinuiranoj radijaciono-higijenskoj kontroli sirovog mleka i mleka u prahu sa ciljem utvrđivanja stepena njihove radijacione kritičnosti. U tom smislu postavljena je istraživačka koncepcija sa zadatkom da se: a) utvrdi nivo aktivnosti radioaktivnog Cs ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) u uzorcima sirovog mleka i mleka u prahu, uvezenog i proizvednog u našoj zemlji; b) provede komparativno-statistička analiza; c) informira o stepenu radijacione kritičnosti analiziranih uzoraka.

Korišćena je standardna metodologija rada — klasično uzorkovanje, gamaspektrometrijska analiza i statistička obrada postignutih rezultata.

Uzorkovanje sirovog mleka i mleka u prahu izvršeno je na način kako je to zakonom predviđeno (Pravilnik, 1985). Nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs utvrđeni su gamaspektrometrijskom analizom na sistemu tipa »CAN-BERRA« — analizator serije 90 (Mitrović, 1989). Statistička obrada rezultata izvršena je na računaru tipa PROGRAMM-ABLE SCITIFIC CALCULATOR-TSC 10.

Rezultati i diskusija

Rezultati istraživanja su prezentirani tabelarno.

U tabelama 1 i 2 navode se nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ i $\Sigma A^{134+137}\text{Cs}$) iskazani u Bq/l za sirovo mleko, odnosno u Bq/kg za mleko u prahu, i ustanovljeni statistički parametri iz serije N5 koji predstavljaju prosečne vrednosti po vrsti uzoraka i istraživački vremenski period.

Ustanovljene vrednosti radioaktivnog Cs u sirovom mleku su višestruko veće u odnosu na predakcidentalni period (Mitrović, 1987; SKZR-ZISZ, 1987/a; Stanković, 1981). Iskazano prosečnim vrednostima (\bar{X}), koje su ustanovljene statističkom analizom, može se konstatovati da je aktivnost radioaktivnog Cs sirovog mleka iz Mađarske najmanja. U uzorcima sirovog mleka koje potiče iz Poljske i onim proizvedenim u našoj zemlji određene su približno ujednačene vrednosti nivoa aktivnosti radioaktivnog Cs. Nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs jasno ukazuju na uticaj hronične faze černobiljskog akcidenta. Na to upućuju nivoi aktivnosti ^{134}Cs , koji je sastavni deo fisione smeše, pod čijim se uticajem našao i nalazi se veći broj evropskih zemalja, među kojima i naša zemlja, o čemu svedoči veći broj radova objavljenih na naučnim skupovima. (JDZZ, 1987, 1989; SVIVT-Yu, 1987, 1988).

U odnosu na norme o MDK propisane za radioaktivni Cs u mleku, koje iznose 370 Bq/l (SKZR-ZISZ, 1987) može se konstatovati da je sirovo mleko, korišćeno u našoj zemlji u periodu od novembra 1986. do marta 1987. godine, imalo tolerantan stepen radiokritičnosti.

Tabela 1. Pregled nivoa aktivnosti radioaktivnog Cs u sirovom mleku različitog porekla sa statističkim pokazateljima**Table 1. Survey of Radioactive Cs activity levels in raw milk of different origin including statistical parameters**

Vrsta uzorka Statistički parametri Sample types Statistical parameters	Vreme uzorkovanja mesec — godina Sampling time month — year	Radijaciona veličina (Bq/l) Radiation value		
		A ¹³⁴ Cs	A ¹³⁷ Cs	ΣA ¹³⁴ + ¹³⁷ Cs
Sirovo mleko iz Poljske Raw milk from Poland	XI — 86	17	36	53
	XII — 86	15	29	44
	I — 87	18	39	57
	II — 87	16	33	49
	III — 87	19	41	60
N		5	5	5
Min		15	29	44
Max		19	41	60
Iv		4	12	16
\bar{X}		17	35	52
SD ±		1,41	4,2	5,6
Sirovo mleko iz Mađarske Raw milk from Hungary	XI — 86	13	26	39
	XII — 86	16	32	48
	I — 87	11	19	30
	II — 87	11	23	34
	III — 87	14	27	41
N		5	5	5
Min		11	19	30
Max		16	32	48
Iv		5	13	18
\bar{X}		13	25	38
SD ±		1,9	4,3	6,1
Sirovo mleko iz Jugoslavije Raw milk from Yugoslavia	XI — 86	19	37	56
	XII — 86	15	32	47
	I — 87	17	35	52
	II — 87	22	45	67
	III — 87	18	38	56
N		5	5	5
Min		15	32	47
Max		22	45	67
Iv		7	13	20
\bar{X}		18	37	55
SD ±		2,3	4,3	6,6

Ustanovljene vrednosti nivoa aktivnosti radioaktivnog Cs mleka u prahu izuzetno su visoke u odnosu na nivoe aktivnosti radioaktivnog Cs u sirovom mleku i mleku u prahu u predakcidentalnom periodu (SKZR-ZISZ, 1987/a). Tako visoki nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs mleka u prahu logična su posledica ne samo radijaciono-higijenskog kvaliteta sirovog mleka korišćenog za njegovu proizvodnju već i proizvodno-tehnološkog procesa. Pošto je mleko

Tabela 2. Pregled nivoa aktivnosti radioaktivnog Cs mleka u prahu različitog porekla sa statističkim pokazateljima**Table 2. Survey of Radioactive Cs activity levels in milk powder of different origin including statistical parameters**

Vrsta uzorka Statistički parametri Sample types Statistical parameters	Vreme uzorkovanja mesec — godina Sampling time month — year	Radijaciona veličina (Bq/l) Radiation value		
		A ¹³⁴ Cs	A ¹³⁷ Cs	ΣA ¹³⁴⁺¹³⁷ Cs
Mleko u prahu iz Poljske	XI — 86 XII — 86	163 148	204 199	367 347
Milk powder from Poland	I — 87 II — 87 III — 87	128 130 120	164 166 156	292 296 276
N		5	5	5
Min		120	156	276
Max		163	204	367
Iv		43	48	91
\bar{X}		138	178	315
SD ±		15,5	19,7	35
Mleko u prahu iz Mađarske	XI — 86 XII — 86	120 121	148 147	268 268
Milk powder from Hungary	I — 87 II — 87 III — 87	118 115 116	140 140 142	258 255 258
N		5	5	5
Min		115	140	255
Max		121	148	268
Iv		6	8	13
\bar{X}		118	143	261
SD ±		2,3	3,4	5,5
Mleko u prahu iz Jugoslavije	XI — 86 XII — 86	152 163	201 209	353 372
Milk powder from Yugoslavia	I — 87 II — 87 III — 87	150 149 137	203 200 178	353 349 315
N		5	5	5
Min		137	178	315
Max		163	209	372
Iv		26	31	57
\bar{X}		150	198	348
SD ±		8,3	10,5	18,5

u prahu proizvedeno sušenjem mleka, koncentracioni faktor radioaktivnog Cs je vrlo izražen, što je od bitnog značaja za nivoe aktivnosti. Iskazano prosečnim vrednostima (\bar{X}), koje su ustanovljene statističkom analizom, može se konstatovati da su u mleku u prahu proizvedenom u našoj zemlji određeni najviši nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs. Mleko koje potiče iz Poljske ima

nešto niže nivoie aktivnosti radioaktivnog Cs, za faktor 1,10, u odnosu na mleko u prahu proizvedeno u našoj zemlji, a iz Mađarske za faktor 1,3. Bitno je naglasiti da ustanovljeni nivoi aktivnosti u globalu za radioaktivni Cs jasno ukazuju na tolerantan stepen radijacione kritičnosti, obzirom da je propisana norma za MDK 600 Bq/kg (SKZR-ZISZ, 1987). Pri tome, svakako treba imati u vidu i mogućnost rekonstitucije mleka u prahu, što praktično predstavlja radioizotopno razblaženje kao jedan od načina preventivnih mera radijacione zaštite. Međutim, potrebno je istaći činjenicu da su ustanovljeni nivoi $A^{134}\text{Cs}$ i $A^{137}\text{Cs}$ u radijaciono-higijenski analiziranim uzorcima mleka u prahu znatno niži u odnosu na vrednosti iz akutne faze černobiljskog akcidenta (JDZZ, 1987, 1989; SKZR-ZISZ, 1987), što ukazuje na tendenciju opadanja. Međutim, imajući u vidu $T_{1/2}$ ^{137}Cs (29 godina) naredni period mora biti ispunjen značajnim aktivnostima u smislu sistematskog praćenja i izučavanja radioaktivnog Cs radi smanjenja genetskog rizika, kao što je to činjeno i u prošlom periodu (Linden, 1967; Miettinen, 1963; Moiseev, 1969; Nevestrujeva, 1967).

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja izvedeni su sledeći zaključci:

- Ustanovljeni nivoi aktivnosti radioaktivnog Cs radijaciono-higijenski analiziranog sirovog mleka i mleka u prahu nalaze se u okviru tolerantnog stepena radijacione kritičnosti;
- Nije ustanovljena značajna razlika nivoa aktivnosti radioaktivnog Cs između radijaciono-higijenski analiziranih uzoraka sirovog mleka i mleka u prahu poreklom iz uvoza i onog proizvedenog u našoj zemlji;
- Sirovo mleko i mleko u prahu poreklom iz uvoza mora da bude pod stalnom radijaciono-higijenskom ekspertizom zbog opšte radijacione situacije u biosferi.

A STUDY OF RADIO-HYGIENIC CORRECTNESS OF MILK AND MILK POWDER

Summary

The results of gamma spectrometry in raw milk and milk powder imported from Poland and Hungary between the end of 1986. and beginning of 1987. are reported in this paper. The activity levels of radioactive Cs ($A^{134}\text{Cs}$, $A^{137}\text{Cs}$ and $A^{134+137}\text{Cs}$) were established and compared to those of milk produced in our country.

Activity levels of radioactive Cs in raw milk varied from 30 to 67 Bq/l, $A^{134}\text{Cs}$ share from 11 to 22 Bq/l, and $A^{137}\text{Cs}$ from 19 to 45 Bq/l. Activity levels of radioactive Cs in milk powder varied from 255 to 372 Bq/kg, $A^{134}\text{Cs}$ share from 115 to 163 Bq/kg, and $A^{137}\text{Cs}$ from 140 to 209 Bq/kg.

Results have shown increased activity of radioactive Cs, especially in milk powder samples, suggesting necessity of systematic control of radiation load in this product and its storage facilities (the expositional gamma irradiation dose).

Key words: milk, milk powder, radioactive Cs.

Literatura

- DENEŠ, S.: Ekonomski položaj mljekarstva u sklopu privrednih kretanja, XI. međunarodni sejem mleka, mlečnih proizvoda, opreme za mljekarstvo in reprodukcijskoga materijala — »MLEKO '88« — Maribor, Zbornik, 21—31, 1988.
- JDZZ: Zbornik radova, XIV. simpoz. jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja, Novi Sad, 1987.
- JDZZ: Zbornik radova, XV. simpoz. jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja, Priština, 1989.
- LINDEN, K., M. GUSTAFSON: Relationships and seasonal variation of Cs-137 in Lichen, reindeer and man in northern Sweden 1961. to 1965. Radioecological Concentration Processes, 193, 1967.
- MICIC, G.: Magistarski rad — teza, Veterinarski fakultet, Beograd, 1981.
- MIETTINEN, J. K.: Cs-137 and potassium in people and diet—a study of Finish Lapps. Ann. Acad. Sci. Fennicae, Series A, II Chemica 120, 1963.
- MITROVIĆ, R. et al: »Mljekarstvo«, 37 (10), 291—297, Zagreb, 1987.
- MITROVIĆ, R.: Savremeni postupci praćenja kvaliteta mleka i mlečnih proizvoda sa aspekta radijaciono-higijenske dijagnostike, XVII. simpoz. za mljekarsku industriju, Lovran, 1989.
- MOISEEV, A. A., et al: Radioactivity in the Lichen-reindeer-reindeer herding man foodchain in the North of the USSR, 5th R.I.S. — Simposium, Helsinki, 1969.
- NEVESTRUEVA, A. A.: The Nature of Sc-137 and Sr-90 transport over the lichen-reindeer-man foodchain, Radioecological Concentration Processes, 209, 1967.
- PRAVILNIK o kvalitetu mleka, proizvoda od mleka, sirila i čistih kultura, Izd. »Mlekosim«, Poslovna zajednica mljekarske industrije, Beograd, 1985.
- SKZR-ZISZ: Savezni komitet za rad, zdravstvo i socijalnu zaštitu, Radioaktivnost životne sredine u Jugoslaviji, Podaci za 1985. godinu, Beograd, 1987/a.
- SKZR-ZISZ: Savezni komitet za rad, zdravstvo i socijalnu zaštitu, Nivoi radioaktivne kontaminacije čovekove sredine i ozračenost stanovništva Jugoslavije 1986. godine usled havarije nuklearne elektrane u Černobilju, Beograd, 1987/b.
- STANKOVIĆ, S., et al: Sadržaj Cs-137 u nekim produktima veterinarskog nadzora Podrinjsko-kolubarskog regiona, XI. jugosl. simpoz. JDZZ, Portorož, 1981.
- SVIVT-Yu: Zbornik radova, VI. kongres veterinarara i veterinarskih tehničara Jugoslavije, Zagreb, 1987.
- SVIVT-Yu: Zbornik radova, XII. savjetovanje veterinarara i veterinarskih tehničara Jugoslavije, Primošten, 1988.