

Prijedlog normativa za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad

Ljubica Tratnik, I. Ostojić

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper

UDK: 637.144

Sažetak

Koncentrati proteina sirutke (KPS), pripremljeni ultrafiltracijom, dijafiltracijom slatke sirutke te ultrafiltracijom demineralizirane sirutke, korišteni su za modifikaciju proteina kravljeg mlijeka, prema uzoru na mlijeko žene uz proizvedene KPS s dodatkom obranog mlijeka, vrhnja, laktoze u prahu te mješavine odabranih biljnih ulja, predložene su mješavine za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad. Na temelju programa za kompjutersku obradu podataka, metodom linearnog programiranja, za tu svrhu analiziran je kemijski sastav, kao i udio mineralnih tvari (Ca, P, Na, K i Mg), navedenih podataka u mješavine.

Također je predložen sastav tekuće mliječne hrane za dojenčad (mješavina), sličan sastavu mlijeka žene.

Predloženom tekućom mliječnom hranom za dojenčad sa: 1,5% proteina (omjer kazein : proteini sirutke 35:65%), 7% laktoze, 0,2% mineralnih tvari te 3,7% masti (mješavina mliječne masti i odabranih ulja), bit će zadovoljen optimalni unos esencijalnih aminokiselina, masnih kiselina kao i optimalni unos energije u organizam dojenčeta.

Potrebna je jedino mala korekcija, dodatkom nekih mineralnih tvari, da se podese udjeli i potrebni omjeri (najvažnije Ca/P) koji će osigurati optimalnu resorpciju mineralnih tvari u organizmu dojenčeta.

Riječi natuknice: tekuća mliječna hrana za dojenčad, ženino mlijeko, prijedlog normativa, koncentrati proteina sirutke (KPS)

Uvod

Općenito je poznato da je mlijeko žene najbolja hrana za dojenče jer zadovoljava nutritivne i imunološke potrebe organizma dojenčeta. Međutim, prirodni sastav mlijeka žene, još do danas nije moguće reproducirati (Goldman, 1976; Bezkorovainy, 1977; Hambreus i sur., 1978; Gurr, 1981; Flynn i Power, 1982; Packard, 1982; Clark i sur., 1987; Prentice i sur., 1987). Zbog toga se, za dojenčad čije majke nemaju vlastitog mlijeka, kravlje mlijeko nastoji modificirati kako bi se što više približilo sastavu mlijeka žene (Cuthbertson, 1978; Friend i sur., 1983; Florence i sur., 1987; Kulier, 1987; Tratnik, 1992).

Mlijeko žene sadrži približno jednaku količinu proteina i mineralnih tvari, veću količinu laktoze, sličnu količinu masti, ali različite strukture i sastava masnih kiselina (veća količina nezasićenih masnih kiselina, osobito esencijalne linolne kiseline) u odnosu na kravlje mlijeko. (Department of health and Social Security, 1980).

Mlijeko žene sadrži znatno veći udio proteina, sirutke nego kazeina, gotovo u obrnutom omjeru u usporedbi s kravljim mlijekom (Hambrecht i sur., 1978). Zbog toga modifikaciju proteina kravljeg mlijeka za prehranu dojenčadi nije moguće provesti bez dodatka proteina sirutke.

Primjenom membranske metode koncentriranja — ultrafiltracije, osobito dijafiltracije sirutke, mogu se proizvesti koncentracije proteina sirutke (KPS) bez većih fizikalno-kemijskih promjena, koji su potpuno probavljivi (Porter, 1978), a u tekućem su stanju te omogućuju pripremu »tekuće« mliječne hrane za dojenčad (Lovio, 1984; Hansen, 1986).

Svrha ovoga rada je proizvesti KPS povoljnog sastava za modifikaciju proteina kravljeg mlijeka te, uz njihovu primjenu, predložiti normative za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad, a prema uzoru na sastav mlijeka žene.

Materijal i metode rada

Materijal

Za pripremu KPS upotrebljena je slatka sirutka Mljekarske industrije »Zdenka«, Veliki Zdenci; te rekonstituirana demineralizirana sirutka u prahu, demineralizirana ionskim izmjenjivačima (II) iz pokusne proizvodnje »Zdenka« i demineralizirana elektrodijalizom (ED) u PPK Mljekara »Odžačanka«, Odžaci.

Pri proračunu udjela dodatka koji ulaze u sastav mješavine (prijedlog normativa) za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad, korišteno je također obrano mlijeko, slatko vrhnje, laktoza u prahu te mješavina biljnih ulja.

Metode rada

Metoda ultrafiltracije (UF) i dijafiltracije (DF) sirutke provedena je na pilot modulu DDS-20-1,8 Lab, De Danske Sukkerfabrikker, Danska, membranama tipa GR 61 PP za slatku sirutku i membranama tipa GR 60 PP za demineraliziranu sirutku.

Za pripremu KPS, slatka i demineralizirana sirutka ugušćene su ultrafiltracijom na 1/20 od početnog volumena (UF-KPS).

Dijafiltracija slatke sirutke provedena je dodatkom demineralizirane vode na ugušćeni koncentrat (9 l vode/l dobivenog UF-KPS), a tada je nastavljen proces ultrafiltracije do maksimalno mogućeg ugušćenja sirutke (DF-KPS).

Udjeli pojedinih dodataka, koji ulaze u sastav mješavina (normativ) za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad, izračunati su kompjuterskom obradom podataka, metodom linearnog programiranja, na kompjuteru tipa PC-AT.

Kemijski sastav analiziranih uzoraka određen je sljedećim metodama: suha tvar sušenjem (105 °C); pepeo žarenjem (550 °C); laktoza metodom Schörl-Luff; proteini Kjeldahl metodom (Rawland, 1938); mineralne tvari (Ca, P, Na, K i Mg) određene su emisijom spektrofotometrijom spektrofotomom PGS-2, Carl-Zeiss, Austrija.

Rezultati rada i diskusija

Kemijski sastav proizvedenih koncentrata proteina sirutke (KPS) upotrebljenih u mješavini za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad, prikazuje tablica 1. Sastav ostalih dodataka koji su upotrebljeni za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad (obrano mlijeko, vrhnje, laktoza u prahu) nalazi se u tablici 2.

Tablica 1. Kemijski sastav proizvedenih KPS

Table 1. Chemical composition of prepared WPC

Uzorci KPS Samples of WPC	Proteini/ST Proteins/TS %	Laktoza/ST Lactose/TS (%)	Mast/ST Fat/TS (%)	Pepeo/ST Ash/TS %
UF-KPS slatke sirutke UF-WPC of sweet whey				
1	53,24	35,56	5,40	5,08
2	47,82	35,55	8,72	4,73
3	35,11	54,80	3,00	5,64
4	53,14	35,18	4,05	5,22
DF-KPS slatke sirutke DF-WPC of sweet whey				
5	76,10	8,91	4,75	3,09
6	76,25	8,32	6,60	3,23
7	68,10	17,24	6,70	2,20
8	75,19	12,50	6,70	3,45
9	67,70	20,54	6,22	3,81
10	65,42	27,40	5,52	3,86
UF-KPS demineralizirane sirutke UF-WPC of demineralized whey				
11 (II)	45,10	44,62	7,97	1,67
12 (IE)	44,23	42,96	9,78	1,45
13 (ED)	50,21	40,91	4,50	2,10
14 (ED)	40,37	49,79	6,69	2,47

Tablica 2. Kemijski sastav obranog mlijeka, vrhnja i laktoze u prahu

Table 2. Chemical composition of skim milk, cream and dried lactose

	Proteini Proteins (%)	Laktoza Lactose (%)	Mast Fat (%)	Pepeo Ash (%)
Obrano mlijeko Skim milk	3,3	4,65	0,07	0,72
Vrhnje Cream	2,3	2,93	38,00	0,50
Laktoza u prahu Dried lactose	0,1	94,40	0	0,20

Udio pojedinih mineralnih tvari (Ca, P, Na, K i Mg) u dodacima upotrijebljenim za pripremu nekih predloženih mješavina (iz tablice 9), prikazuje tablica 3.

Mješavinu mliječne masti i biljnih ulja (tablica 4), upotrebljenu u pripremi tekuće mliječne hrane za dojenčad, predlažu Hanser i Kurtanjek (1984) koji su optimirali, računskom Simplex metodom, sastav masnih kiselina mješavine prema uzoru na sastav masnih kiselina mlijeka žene. Predložena mješavina mliječne masti i biljnih ulja sadrži nešto više kraće lančanih masnih kiselina nego mast mlijeka žene (Hanser i Kurtanjek, 1984). To je pogodno jer se one bolje apsorbiraju u organizmu dojenčeta nego dugo lančane masne kiseline (Department of Health and Social Security, 1980). Primjenom

Tablica 3. Udjeli mineralnih tvari dodataka u neke mješavine

Table 3. Mineral substance quantity of ingredients in some mixtures

Dodaci Ingredients	Ca	P	Na (mg/100 g)	K	Mg
Obrano mlijeko Skim milk	120	95	52	165	13,5
Vrhnje Cream	67	57	29	99	7,00
Laktoza Lactose	—	20	—	—	—
Uzorci nekih KPS Samples of some WPC	(mg/l)				
4 UF-KPS UF-WPC	614,29	453,71	64,99	1524,99	122,86
5	572,86	271,43	33,57	588,57	109,29
6 DF-KPS DF-WPC	591,12	279,50	30,42	544,21	98,77
7	548,57	271,43	43,57	587,86	99,99
8	419,59	364,29	16,43	304,29	51,43

Tablica 4., Mješavina mliječne masti i biljnih ulja (za 100 kg)

**Table 4, Mixture of milk fat and vegetable oils (for 100 kg)
(Hanser i Kurtanjek, 1984)**

Mliječna mast Milk fat 45,64	Oleo ulje I Tallow oil I 3,19	Oleo ulje II Tallow oil II 22,75	Kokosova mast Coconut fat 4,13
Sojino ulje Soy oil 17,75	Palmino ulje Palm oil 4,53	Ulje palminih koštica Palm kernel oil 1,3	Omjer mast/ulje Ratio fat/oils 45,64/54,36

* Omjer ukupno zasićene masne kiseline/ukupno nezasićene (49,65/50,23)
Ratio of total saturated fatty acid/total unsaturated (49,65/50,23)

ove kombinacije mliječne masti i biljnih ulja također se zadovoljava unos važne esencijalne masne kiseline (linolna) u organizam dojenčeta, čak s malom prednošću u odnosu na unos mlijekom žene (Hanser i Kurtanjek, 1984). Pri sastavljanju mješavina za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad (tablice 6, 7 i 8) predložen je kemijski sastav mješavine (tablica 5) prema uzoru na sastav mlijeka žene. Taj sastav mješavine također zadovoljava unos energije od 67,3 Kcal ili 281,6 kJ/100 ml tekuće hrane za dojenčad (tablica 5), što je najbliže optimumu energije potrebne zdravoj dojenčadi (Committee on Nutrition, 1976).

Predloženom količinom proteina 1,5% (w/v) u mliječnoj hrani za dojenčad, prema Department of Health and Social Security (1980), postiže

Tablica 5. Predloženi sastav mješavina* za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad**

Table 5. Proposed composition of mixtures* for liquid milk food for infants**

Proteini* Proteins	Laktoza Lactose	Mast** Fat	Pepeo Ash
1,5%	7%	3,7%	0,2%
*Proteini/Proteins Omjer kazein:proteini sirutke Ratio casein: whey proteins <u>35,65</u>	**Mast/Fat Omjer mliječna mast: biljna ulja Ratio milk fat: vegetable oils <u>45,64:54,36</u>	***Energetska vrijednost hrane/100 ml Energy value of food/100 ml <u>67,3 Kcal/281,6 kJ</u>	

Tablica 6. Sastojci predloženih mješavina za tekuću hranu za dojenčad

Table 6. Ingredients of proposed mixtures for liquid food for infants

Mješavina Mixture %	S uzorcima UF-KPS slatke sirutke With samples of UF-WPC of sweet whey			
	1.	2.	3.	4.
Obrano mlijeko Skim milk	11,431	11,088	12,192	10,936
KPS WPC	10,562	11,549	16,153	11,402
Vrhnje Cream	4,204	4,062	4,231	4,244
Laktoza Lactose	6,094	6,044	5,614	6,122
Masna komp. Fat. comp.	2,010	2,010	2,010	2,010
Voda Water	65,563	65,009	69,437	65,138
Min. tvari Min. substance	0,000	0,000	0,000	0,000

se povoljan sastav aminokiselina, pa čak i količina cistina kao u mlijeku žene, ukoliko je omjer kazein/protein sirutke 40:60%.

Udio sastavnih dijelova predloženih mješavina za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad (prijedlog normativa), uz upotrebu KPS dobivenih ultrafiltracijom i dijafiltracijom slatke sirutke (UF-KPS i DF-KPS), prikazuju tablice 6 i 7, a uz upotrebu UF-KPS demineralizirane sirutke tablica 8.

Ove predložene mješavine za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad dobivene su na temelju programa za kompjutersku obradu podataka kojeg je sačinio I. Ostojić. Metodom linearnog programiranja na temelju podataka kemijskog sastava dodataka (tablice 1 i 2) određeni su udjeli dodataka u mješavine (tablice 6, 7 i 8). Također je uzet u obzir i predloženi sastav mješavine za pripremu tekuće mliječne hrane za dojenčad (tablica 5) uz omjer kazein : proteini sirutke, prema uzoru na mlijeko žene (Packard, 1982) te navedeni omjer mliječna mast : biljna ulja (Hanser i Kurtanjek, 1984).

Upotrebom KPS s manjom količinom proteina/suha tvar (tablica 1) povećava se njihov udio u mješavinama s obranim mlijekom i ostalim dodacima (tablice 6, 7 i 8). U tom slučaju se dodatak laktoze u mješavini smanjuje jer su to KPS s većom količinom laktoze, osobito upotrebom UF-KPS demineralizirane sirutke (tablica 8).

Da se smanji udio proteina i mineralnih tvari u mješavini, prema uzoru na udjele u mlijeku žene, potreban je dodatak vode u mješavine, osobito primjenom UF-KPS slatke sirutke (tablica 6) u kojima je znatno veći udio pepela (tablica 1).

Tablica 7. Sastojci predloženih mješavina za tekuću hranu za dojenčad

Table 7. Ingredients of proposed mixtures for liquid food for infants

Mješavina Mixture %	S uzorcima DF-KPS slatke sirutke With samples of DF-WPC of sweet whey					
	5	6	7	8	9	10
Obrano mlijeko Skim milk	16,523	16,560	16,583	16,566	16,477	16,115
KPS WPC	8,854	8,173	11,972	10,828	9,777	8,995
Vrhnje Cream	4,277	4,223	4,196	4,217	4,211	4,276
Laktoza u prahu Dried lactose	6,364	6,371	6,240	6,319	6,199	6,110
Masna komp. Fat comp.	2,010	2,010	2,010	2,010	2,010	2,010
Voda Water	61,950	62,642	58,969	60,041	61,213	62,474
Min. tvari Min. substance	0,012	0,011	0,020	0,008	0,000	0,000

Međutim, u bilo kojem slučaju potrebna je mala korekcija dodatkom pojedinih mineralnih tvari u predložene mješavine da se podese omjeri (najvažnije Ca/P) koji će osigurati optimalnu resorpciju u organizmu dojenčeta (Packard, 1982; Tratnik, 1992).

Prema udjelu nekih mineralnih tvari za odabrane mješavine (tablica 9), uz primjenu KPS slatke sirutke (UF-KPS i DF-KPS), također je potrebna mala

Tablica 8. Sastojci predloženih mješavina za tekuću hranu za dojenčad

Table 8. Ingredients of proposed mixtures for liquid food for infants

Mješavina Mixture %	S uzorcima UF-KPS demineralizirane sirutke With samples of UF-WPC of demineralized whey			
	11. (II/IE)	12.	13. (ED)	14.
Obrano mlijeko Skim milk	16,727	16,794	16,604	15,932
KPS WPC	15,018	12,126	17,857	14,296
Vrhnje Cream	4,021	3,922	4,205	4,117
Laktoza Lactose	5,576	5,592	5,349	5,191
Masna komp. Fat comp.	2,010	2,010	2,010	2,010
Voda Water	56,623	59,526	53,957	58,426
Min. tvari Min. substance	0,017	0,020	0,008	0,000

Tablica 9. Mineralne tvari nekih mješavina za tekuću hranu za dojenčad i mlijeka žene

Table 9. Mineral matter of some mixtures for liquid food for infants and of human milk

Mješavina s KPS uzorkom Mixture with WPC sample	Ca	P	Na (mg/100 g)	K	Mg
4 UF-KPS UF-WPC	22,94	19,21	7,66	39,46	3,17
5	28,77	21,82	12,81	36,54	3,50
6 DF-KPS	27,53	21,70	10,08	35,77	3,34
7 DF-WPC	27,77	23,75	10,04	35,00	3,15
8	29,64	22,34	10,21	37,70	3,62
Mljeko žene Human milk (Packard, 1982)	32	14	17	51	3,0

korekcija da se podese njihovi udjeli i omjeri potrebni u mliječnoj hrani za dojenčad. Tada će količina pojedinih mineralnih tvari predloženih mješavina (tablica 9) biti veća od onih u mlijeku žene (osobito količina Ca i P).

Međutim, slično kao u slučaju proteina i mineralnih tvari, unos i resorpcija, odnosno retencija u organizmu dojenčeta ne teku usporedo. Zbog toga količine pojedinih mineralnih tvari mogu biti veće od onih u mlijeku žene, osobito Ca i P (Department of Health and Social Security, 1980), ali njihov omjer ne smije biti manji od onog u kravljem mlijeku (Bezkorovainy, 1977; Clark i sur., 1987) niti veći od onog u mlijeku žene (Clark i sur., 1987).

Bitno je pri tome ne prekoračiti granice dozvoljenih količina pojedinih sastojaka u proizvedenoj mliječnoj hrani za dojenčad, u skladu s važećim prijedlozima i direktivama (Official Journal of European Communities, II. Preparatory Acts. Commission, 1992) kako bi se osigurao normalan rast i razvoj dojenčeta, te dobro zdravlje.

Zaključci

Upotrebom proizvedenih koncentrata proteina sirutke, uz dodatak obarnog mlijeka, laktoze, vrhnja i navedene mješavine biljnih ulja, postignut je sastav tekuće mliječne hrane za dojenčad sličan sastavu mlijeka žene.

Uz količinu proteina 1,5% i uz omjer kazein : protein sirutke 35 :65%, s predloženom tekućom mliječnom hranom za dojenčad, bit će zadovoljen potreban unos esencijalnih aminokiselina u organizam dojenčeta.

Postignuta je i potpuna sličnost prema sastavu masnih kiselina mlijeka žene, a zadovoljen je i optimalni unos energije u organizam dojenčeta.

Potrebno je jedino dodati neke mineralne tvari kako bi se podesili udjeli i potrebni omjeri koji će osigurati optimalnu resorpciju u organizmu dojenčeta.

Ukoliko bi se dodali i potrebni vitamini, predložena tekuća mliječna hrana za dojenčad bi se, uz mogućnost imunobiološke modifikacije, više približila prirodnom sastavu i svojstvima mlijeka žene.

PROPOSAL OF STANDARDS FOR PREPARATION OF LIQUID INFANT FORMULAE

Summary

The whey protein concentrates (WPC), prepared by ultrafiltration and by diafiltration of sweet whey and by ultrafiltration of demineralized whey, are used for proteins' modification of cow's milk, according to human milk proteins pattern. From WPC prepared, skim milk, cream, lactose and mixture of some vegetable oils, some mixtures for preparation of liquid infant formulae, based on computer data processing (by linear programming method) are

proposed. For this purpose, chemical composition and mineral matter (Ca, P, Na, K and Mg) of some ingredients were determined. Composition of liquid infant formulae similar to the composition of human milk is also proposed. The proposed 1.5% of proteins (ratio of casein: whey protein 35:65%), 7% of lactose, 0.2% of mineral matter and 3.7% of fat (mixture of milk fat with some vegetable oils) for infant formulae may satisfy optimal intake of essential aminoacids, fatty acids and optimal energy intake in the infant intestines. However, some corrections are necessary: certain mineral matters have to be added in liquid infant formulae, that would adjust the ratio (the most important is Ca/P) and provide optimal resorption of mineral matters in the infant intestines.

Additional index words: liquid infant formulae, human milk, proposal of standards, whey protein concentrates (WPC)

Literatura

- BEZKOROVAINY, A. (1977): *J. Dairy Sci.* **60** (7) 1023—1034.
- CLARK, R. M., ROSS, S. A., HILL, D. W. i FERRIS, A. M. (1987): *J. Dairy Sci.* **70** (4) 776—780.
- COMMITTEE on Nutrition, American academy of Pediatrics. (1976): *Pediatrics*, **57** 278—285.
- CUTHBERTSON, W. F. J. (1978): *J. Soc. Dairy Technol.* **31** (4) 182—190.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, (1980): Report on Health and Social Subjects 18, Artificial Feeds for the Young Infant, Her Majesty's Stationery Office, London.
- FLOARENCE, E., KNIGHT, D. J. i HARRIS, W. M. (1987): *J. Soc. Dairy Technol.* **40** (2) 33—42.
- FRIEND, B. A., SHAHANI, K. M. i MATHUR, B. N. (1983): *Journal of Applied Nutrition*, **35** (2) 88—115.
- FLYNN, A. i POWER, P. (1982): *Development in Dairy Chemistry*, **3**, ured. P. F. Fox, str. 183—215, Applied Science Publishers, London i New York.
- GOLDMAN, S. A. (1976): *Symposium on human lactation, DHEW Publication No. (HSA) 79—5107*, 49—58.
- GURR, M. I. (1981): *J. Dairy Res.* **48** (3) 519—554.
- HAMBREUS, L., LONNERDAG, B., FORSUM, E. i GEBRE-MADHIN, M. (1978): *Acta Paediatr. Scand.* **67** 561—565
- HANSEN, R. (1986): *Nordeuropxisk mejeritidsskrift*, **9—10**, 320—323.
- HANSER, D. i KURTANJEK, Ž. (1984): *Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev.* **22** (3—4) 159—166.
- KULIER, I. (1987): *Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev.* **25** (1—2) 39—43.
- LOVIO, A. (1984): *Scand. J. Dairy Technol. and Know-How/NM* **1** 114—115.
- OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, II, PREPARATORY ACTS. COMMISSION (1992): Proposal for a council directive on infant formulae and follow on formulae intended for export to third countries, 92/c. 124/15.
- PACKARD, V. S. (1982): *Human Milk and Infant Formula*, ured. Stewart, G. F., Schweigert, B. S. i Hawthorn, J. Academic Press, New York.

PORTER, J. W. G. (1978): *J. Soc. Dairy Technol.* **31** (4) 199—208.

PRENTICE, A., EWING, G., ROBERTS, S. B., LUCAS, A., Mac CARTY, A., JARJOV, L. M.
A. i WHITEHEAD, R. G. (1987): *Acta. Paediatr. Scand.* **76** 593—598.

ROWLAND, J. C. (1938): *J. Dairy Res.* **9**, 42—47.

TRATNIK, LJ. (1992): *Mljekarstvo* **42** (3) 221—231.

Adrese autora — Authors' addresses:

doc. dr. Ljubica Tratnik
Prehrambeno biotehnološki fakultet, Zagreb
mr. Ivica Ostojić
Informatički centar HTV, Zagreb

Primljeno — Received:

1. 8. 1993.