

Modifikacija kravljjeg mlijeka pri proizvodnji mliječne hrane za dojenčad

Lj. Tratnik

Revijalni prikaz — Review

UDK: 637.144.8

Uvod

Za proizvodnju mliječne hrane za dojenčad sastav kravljjeg mlijeka može se modificirati, prema uzoru na sastav humanog (majčinog) mlijeka, kako bi se osigurao normalan rast, razvoj i zdravlje dojenčeta.

Do osnovnih postavki u ovom procesu dolazi se isključivo na osnovi procuavanja i usporedbe sastava humanog i kravljjeg mlijeka, uloge pojedinih sastojaka te nutritivnih i imunoloških potreba dojenčadi.

Pri tome se moraju uzeti u obzir preporuke i internacionalni standardi za dozvoljene količine pojedinih sastojaka u hrani za dojenčad, koja zamjenjuje majčino mlijeko.

1. Mogućnosti modifikacije glavnih hranjivih sastojaka kravljjeg mlijeka.

1.1. Proteini

Količina proteina u humanom mlijeku je 3—4 puta manja od količine proteina kravljjeg mlijeka.

Količina proteina humanog mlijeka može varirati od 1,2—1,8% (Packard, 1982), ali te vrijednosti dobivene su na osnovi određivanja ukupnog dušika (množenjem s faktorom 6,38) koji obuhvaća i neproteinski dušik (NPN). Glavni sastojci NPN su: urea, kreatin, kreatinin, ureinska kiselina, mali peptidi, amino šećeri (uglavnom glukozamin) i slobodne aminokiseline (Hambrey i sur., 1978; Packard, 1982). Količina NPN humanog mlijeka varira od 18—30% ukupne količine dušika, a količina NPN kravljjeg mlijeka od 4,9—7,5% ukupne količine dušika.

Zbog toga se omjer kazein: proteini sirutke, koji se najčešće spominje u literaturi, kravljjeg mlijeka 80%:20%, a humanog mlijeka 40%:60%, može prikazati kao omjer kazeinski dušik: dušik proteina sirutke : NPN. Taj omjer je 78%:17%:5% kravljjeg mlijeka, a 35%:40%:25% u humanom (Packard, 1982). Proteinske i neproteinske dušične komponente humanog i kravljjeg mlijeka prikazane su u tablici 1. Veći udio NPN u humanom mlijeku ima nutritivno značenje, a jedan ili više sastojaka NPN (npr. glukozamin) može poticati rast *Bifidobacterium bifidum* bakterije (Packard, 1982).

Hambreus i sur. (1978) su u svojim analizama proteina humanog mlijeka koristili novu (»valid«) metodu kvantitativnog određivanja kazeina humanog mlijeka. Oni iznose da je dobivena vrijednost od 40% za kazein, pri ranijim istraživanjima, vjerojatno učinak koprecipitacije drugih proteinskih frakcija s kazeinom, prilikom odvajanja kazeina metodom precipitacije pri pH 4,6 (Chtovrou i sur., 1985). Tako bi, prema njihovim istraživanjima, raspodjela pravih proteina između kazeina i proteina sirutke u humanom mlijeku iznosila 20:80%, a to je i mišljenje nekih drugih autora (Renner, 1983).

Humano mlijeko sadrži znatno veću količinu proteina sirutke (osobito α -laktalbumina) nego kravlje pa je i biološka vrijednost (BV) humanog mlijeka veća (Packard, 1982).

Tablica 1. Proteinske i neproteinske dušične komponente u 1 l humanog i kravljeg mlijeka (Friend i sur., 1983)

Table 1. Protein and non-protein nitrogen components in one liter of human and cow's milk (Friend et al., 1983)

Komponenta Component	Humano Human	Kravlje Cow's
Kazeini (g) Caseins	2	24
α	0,18	16–21
α_s	—	12–17
β	6	7
Kappa	0,54	3
δ	—	1
Proteini sirutke (g) Whey proteins	6	7
α -Lactalbumin (g)	3	1
β /Lactoglobulin (g)	0	4
Lactoferrin (g)	1,7	tragovi fraces
Lysozyme (mg)	400	0,13
Serum albumin (g)	0,5	0,4
Ig A (g)	1,0	0,03
Ig G (g)	0,03	0,6
Ig M (g)	0,02	0,03
Aminokiseline/Amino acids (g)	13	33
Esencijalne/Essential (g)	4	16
Taurine (mg)	42,1	1,2
Neproteinski dušik (g) Non-protein nitrogen	0,5	0,3

Dugo se smatralo da humano mlijeko ne sadrži β -laktoglobulin, međutim, nedavno je iz humanog mlijeka izoliran protein identificiran kao β -laktoglobulin, ali je prisutna količina zaista vrlo mala (Brignon i sur., 1985; Packard, 1982).

Humano mlijeko sadrži veću količinu cistina i triptofana (koji imaju nutritivni značaj) i to upravo zbog većeg udjela proteina sirutke (osobito α -laktalbumina) koji imaju veću količinu tih aminokiselina (Webb i sur., 1974).

Bitna je razlika veći omjer (Carić, 1985) cistin/metionin (1, 32) u humanom nego u kravljem mlijeku (0,30). Porastom omjera cistin/metionin raste iskoristivost proteina u organizmu. Taj omjer je kod sirutkinih proteina 10 puta veći nego kod kazeina (Gurr, 1981), pa je zbog njihovog većeg udjela u humanom mlijeku veća iskoristivost i proteina humanog mlijeka.

Od slobodnih aminokiselina koje pripadaju u NPN, glavni nutritivni značaj pridaje se taurinu humanog mlijeka, koji je u kravljem mlijeku prisutan u većoj količini jedino u kolostrumu (Clark i sur., 1987.; Erbersdobler i Trautwein, 1984). Taurin je esencijalna aminokiselina jer ima višestruki značaj u organizmu dojenčeta. Smatra se da je odgovoran za mentalno zdravlje dojenčeta, jer sudjeluje u razvitku mozga (Renner, 1983). Ima glavnu ulogu pri iskorištenju masti jer potiče aktivnost lipaze pankreasa (Friend i sur., 1983) te potpomaže apsorpciju hranjivih tvari u organizmu (Packard, 1982).

Dakle, količina proteina, njihov sastav te aminokiselinski sastav različiti su u humanom i kravljem mlijeku, što utječe na nutritivnu vrijednost i probavljivost proteina.

Veća probavljivost humanog mlijeka povezana je i sa svojstvima koagulacije proteina sirutke, a kazeinske micelle, koje su manje u humanom mlijeku, precipitiraju također u nježnije disperzne oblike (u meki rasptresiti gruši) te se lakše cijepaju probavnim enzimima (Carić, 1985.; Renner, 1983). Međutim, toplinskom obradom i svojstva koagulacije proteina kravljeg mlijeka postaju slična proteinima humanog mlijeka (Renner, 1983).

Smanjenje količine proteina u kravljem mlijeku i podešavanje omjera kazein : protein sirutke, po uzoru na humano mlijeko (40% : 60%) može se postići miješanjem mlijeka s različitim sirutkinim proizvodima (Packard, 1982). Time se postiže i povoljan sastav aminokiselina pa čak i količina cistina kao u humanom mlijeku, ali samo ako se količina proteina, pri sastavljanju hrane za dojenčad podesi na 1,5% (Department of Health and Social Security, 1980).

Razlog tome je manja probavljivost proizvedene mliječne hrane za dojenčad nego prirodnog majčinog mlijeka (Renner, 1983).

Međutim, pri podešavanju sastava proteina kravljeg mlijeka treba voditi računa da se ne prekorači dozvoljena količina mineralnih tvari.

Zbog toga se pri proizvodnji mliječne hrane za dojenčad može koristiti također mlijeko s umanjenom količinom mineralnih tvari (Packard, 1982), a sirutkini proizvodi moraju biti demineralizirani. Od sirutkinih proizvoda uglavnom se koristila demineralizirana (90%) sirutka u prahu, a danas se više koriste koncentratu proteina sirutke, i to najčešće dobiveni ultrafiltracijom jer su potpuno probavljivi (Porter, 1978).

Naročita vrijednost humanog mlijeka je u većoj količini imunih tvari (Goldman, 1976) koje su uglavnom proteinske prirode.

Njihova funkcija može biti dvojaka: redukcija ili inhibicija alergijskih reakcija i zaštita od virusnih ili bakterijskih bolesti (Packard, 1982).

Pored specifičnih imunih faktora — imunoglobulina (Friend i sur., 1983), od kojih je najznačajniji anti *Escherichia coli* Ig A (zaštitni faktor metaboličkih poremećaja — dijareje), postoje i nespecifični: lizozim (Hill i Porter, 1974) (enzim koji razlaže peptidoglukane membrana bakterijskih stanica i potpomaže aktivnost Ig A); laktoferin i transferin [čvrsto vežu Fe i onemogućuju bakterijama korištenje ovog elementa (Carić, 1985) što naročito ometa rast koliformnih bakterija]. Laktoperoksidaza je glavni enzim antibakterijskih svojstava kravljeg mlijeka (Friend i sur., 1983) jer se u njemu nalazi u većim količinama nego u humanom mlijeku, te proteini koji vezuju vitamine B₁₂ i folate [mogu imati ulogu (Prentice i sur., 1987; Samson i sur., 1980) intestinalnog bakteriostatika te su poput laktoferina, otporni na proteolitičku aktivnost].

Mogućnosti i pokušaji podešavanja imunih tvari u kravljem mlijeku navode se u poglavlju 2 ovog rada.

1.2. Mineralne tvari

Humano mlijeko sadrži prosječno 0,2% pepela, a kravlje mlijeko oko 0,7%.

Tablica 2. Mineralni sastav humanog i kravljeg mlijeka (Packard, 1982)
Table 2. Mineral composition of human and cow's milk (Packard, 1982)

Mlijeko Milk	Ca	P	Na	K	Mg	Fe	Zn
	mg/100 g tekućeg mlijeka (of fluid milk)						
Humano Human	32	14	17	51	3,0	0,03	0,17
Kravlje Cow's	119	93	49	152	13	0,05	0,38

Značajna razlika je visoka koncentracija Na i P u kravljem mlijeku. Visoka koncentracija Na može izazvati dehidrataciju organizma, a prevelika količina P može uzrokovati stvaranje netopljivog Ca-fosfata (iz kojeg organizam ne može iskoristiti Ca) i prouzrokovati hipokalcemiju (Carić, 1985). Relativno visoka količina P u kravljem mlijeku uvjetuje i manji omjer Ca/P (1,2 : 1) od odgovarajućeg u humanom (2:1) mlijeku (Packard, 1982).

Slično kao kod proteina, i kod mineralnih tvari unos i resorpcija odnosno retencija ne teku usporedo te se količina mineralnih tvari može, postupkom modifikacije kravljeg mlijeka, sniziti na samo 0,3—0,48%. Štoviše, potrebno je čak i dodavanje Fe, Cu i Mn, i to iznad količina prisutnih u majčinom mlijeku (Ergotić i Anušić, 1977). Bitno je smanjiti količinu Na (zbog najslabije selektivnosti za izlučivanje Na) i poželjno je podesiti omjer Ca/P (Gurr, 1981), čiji odnos ne smije biti manji od onog u kravljem mlijeku ni veći od onog u humanom mlijeku (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

Gornja granica za P je 60 mg/100 ml mliječne hrane za dojenčad pa je tako i gornja granica za Ca 120 mg/100 ml hrane za dojenčad (Department

of Health and Social Security, 1980). Ta visoka koncentracija Ca može biti prisutna jer je zadržavanje Ca u organizmu dojenčeta, koje se hrani industrijski proizvedenom mliječnom hranom, za 25% manje od prisutne količine (Packard, 1982). Postoji mišljenje da je optimalni omjer Ca/P u hrani za dojenčad do jedne godine života 1,5:1, a kasnije je povoljniji omjer 1:1 (Packard, 1982).

Količina Na, K i Cl te njihov omjer u mliječnoj hrani veoma su značajni za zdravlje dojenčeta. Njihova neravnoteža ili višak može biti veoma štetan (Packard, 1982) te su zbog toga utvrđene i gornje granice dozvoljenih količina u hrani za dojenčad (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

Također i omjer Na:K ne smije biti veći od 1,0, a omjer (Na + K) : Cl ne manji od 1,5 (Sarett, 1981).

Količina Fe je mala u obje vrste mlijeka, ali oblici Fe humanog mlijeka su gotovo potpuno iskoristivi u organizmu dojenčeta. Potreba sve veće količine Fe javlja se tek krajem 3. mjeseca dojenja (Packard, 1982). Međutim, uvođenje krute hrane kao izvora Fe može biti ponekad štetno ako se kombinira s dojenjem jer se tada smanjuje iskoristivost Fe iz humanog mlijeka (Saarinen i Siimes, 1979).

Dodatak bolje iskoristivih oblika Fe je još uvijek samo budućnost te su novije preporuke da se Fe ne dodaje (Packard, 1982; Sarett, 1981).

Općenito, veća količina primljenih mineralnih tvari u organizam dojenčeta opterećuje bubrege (Ergotić i Anušić, 1977) zbog relativno male sposobnosti da se izluči višak soli.

1.3. Ugljikohidrati

Glavni ugljikohidrat kravljeg i humanog mlijeka je laktoza, a u neznatnoj količini sadrže još i glukozu i galaktozu (Packard, 1982).

U humanom mlijeku pronađena je i veoma mala količina fruktoze (Sheibak i sur., 1978), a identificirani su i različiti nelaktozni oligosaharidi. Smatra se da od prisutnih glukozamini stimuliraju rast bifidobakterija (Friend i sur., 1983; Gurr, 1981). Laktoza humanog mlijeka (oko 70%) identična je laktozi kravljeg, ali je prisutna količina veća za oko 2% u odnosu na kravlje mlijeko (Packard, 1982).

U proizvodnji mliječne hrane za prehranu zdrave dojenčadi uvijek se koristi dodatak laktoze (Packard, 1982), a maksimalna količina je 8 g/100 ml (što je i maksimalna prosječna količina laktoze u humanom mlijeku). Najveća količina ukupnih ugljikohidrata može biti do 10 g/100 ml hrane (Department of Health and Social Security, 1980). Jedino prerano rođenoj djetci unos laktoze treba smanjiti za 1/2—1/3, a ostatak se može nadomjestiti jednostavnijim šećerima (glukoza ili kukuruzni sirup).

Prevelika količina laktoze može i zdravoj dojenčadi opteretiti jetru i bubrege te izazvati dijareju (Renner, 1983). Ako postoji intolerancija laktoze u dojenčadi (odsutnost β -galaktozidaze) preporučuje se upotreba hidrolizirane laktoze (Mettler, 1980).

Ostali ugljikohidrati poput glukoze, meltodekstrina i kukuruznog sirupa mogu se koristiti jer su lako probavljivi kao i laktoza (Department of Health and Social Security, 1980), ali se češće koriste u hrani za dojenčad s poremećenim metabolizmom (Carić, 1985).

Za proizvodnju laktoze može se koristiti mlijeko, sirutka, a noviji i jeftiniji je permeat koji se odvaja nakon ultrafiltracije sirutke. Hiperfiltracijom permeata sirutke dobiva se koncentrat laktoze (Sinha, 1981) koji se također

može koristiti za povećanje količine laktoze u kravljem mlijeku. Često se demineralizacija kombinira s ovim procesima u cilju proizvodnje laktoze ili laktoznog sirupa s malo pepela (Chiu i Kosikowski, 1985; Giec i Kosikowski, 1982).

U mliječnu hranu za dojenčad može se dodati i laktuloza i to 1,2–1,5% na količinu hrane (Mendez i Olano, 1979) koja stimulira rast bifidobakterija.

Laktuloza se dobiva tretiranjem laktoze (Mendez i Olano, 1979.; Olano i Martinez-Castro, 1981) s alkalnim solima (Ca-hidroksid, alkalni aluminati i tetraborati). Međutim postupkom toplinske obrade mlijeka može doći do pretvorbe laktoze (1–5%) u laktulozu (Mendez i Olano, 1979).

1.4. Masti

Od svih mliječnih sastojaka, mliječna mast najviše odstupa (kako po kemijskom sastavu tako i količini) u oba mlijeka (Packard, 1982).

Prosječne količine mliječne masti jednake su i u humanom i u kravljem mlijeku (Department of Health and Social Security, 1980), ali zbog različitog sastava masnih kiselina i različite konfiguracije triglicerida, apsorpcija mliječne masti kravljeg mlijeka znatno je smanjena (Department of Health and Social Security, 1980; Friend i sur., 1983), osobito zbog veće količine dugolančanih zasićenih masnih kiselina. Kada mast nije potpuno apsorbirana može doći do gubitka minerala iz organizma, kao i drugih nutritivnih sastojaka hrane (Sarett, 1981).

Značajan nedostatak masti kravljeg mlijeka je manjak esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, linolne i linolenske, koje se ne mogu sintetizirati u organizmu (Meduzov i sur., 1982).

Zbog toga se sastav masti u kravljem mlijeku mora podesiti po uzoru na humano mlijeko. To se može postići zamjenom mliječne masti (djelomično ili potpuno) s mješavinom biljnih ulja i životinjskih masti (Gurr, 1981; Janicki i Pordab, 1975). U tu svrhu upotrebljavaju se: ulje kukuruznih klica, suncokretovo, sojino, palmino, kokosovo, saflorovo (šafranike), oleo ulje te goveda mast (Janicki i Pordab, 1975; Sarett, 1981). Na primjer, ulje kukuruznih klica je prihvatljivije, jer ima relativno visoku količinu oleinske, a osobito linolne kiseline (Packard, 1982). Sojino, oleo i saflorovo ulje su sve polinezasićene masti, kokosovo ulje je relativno teška mast, ali osigurava izvor zasićenih masnih kiselina potrebnih za ravnotežu polinezasićenih (Packard, 1982), naročito srednje-lančanih masnih kiselina (Cristie i Clapperton, 1982). Ulje kokosa ima suviše velike količine lakrinske kiseline, a otkriveno je da ta kise-

lina povećava količinu holesterola u krvi (Waite, 1972). Ulje suncokreta ima također previše linolne kiseline, što može štetiti jer prehrana bogata polinezasićenim mastima može dovesti do nedostatka vitamina E i hemolitičke anemije dojenčadi (Packard, 1982).

Većina biljnih ulja sadrži i male količine palmitinske kiseline u poziciji 2 trigliceridne molekule (Packard, 1982), što osigurava najbolju resorpciju (Department of Health and Social Security, 1980).

Mliječna mast ipak sadrži i nešto esencijalne arahidonske kiseline koje nema u biljnim mastima (Sjöberg, 1981). Tako se kombinacijom mliječne

masti i biljnih masti i podešavanjem sastava masnih kiselina po uzoru na humano mlijeko može postići dobra resorpcija masti u organizmu dojenčeta (Ergotić i Anušić, 1977; Jensen i sur, 1978; Sjöberg, 1981).

2. Mogućnosti imunobiološke modifikacije kravljeg mlijeka

Dok se modifikacija glavnih hranjivih sastojaka kravljeg mlijeka postiže relativno lako, podešavanje »imunih tvari« (Kulier, 1987.; Packard, 1982) bilo je sve do nedavno nemoguće. Te »imune tvari« mogu se separirati, koncentrirati i konzervirati suvremenim tehnološkim postupcima, a u novije vrijeme i ugrađivati u gotove proizvode (Kulier, 1987).

Ne radi se samo o nespecifičnim imunim tvarima (lizozim, laktoferin i drugi), već i o imunoglobulinima iz kolostruma hiperimuniziranih krava na određene sojeve *E. coli* (Packard, 1982).

Osim toga, razvijen je i indirektni način pomaganja imunogenih mehanizama dodatkom bifidobakterija (Friend i sur., 1983.; Kulier, 1987) ili dodatkom tvari koje stimuliraju rast bifidobakterija (laktuloza, glukozamini) tzv. »bifidus faktori« (Packard, 1982).

Važnost bifido bakterija u crijevnom traktu je u tome, što one stvaraju kiseline koje inhibiraju rast patogenih mikroorganizama (Friend i sur., 1983), a posjeduju i antibiotska svojstva (Packard, 1982). Laktoferin indirektno pomaže rast bifidobakterija inhibirajući rast konkurentne *E. coli* (Friend i sur. 1983).

Izdvajanje laktoferina iz mlijeka nije ekonomično, no razvijen je postupak izdvajanja laktoferina iz sirutke (Packard, 1982).

Lizozim se sintetizira u mliječnoj žlijezdi, ali su količine prisutne u mlijeku veoma male te se izdvaja iz bjelanjka jajeta (Kulier, 1987).

Dodan hrani za dajenčad, lizozim reducira pH fecesa i omogućuje nagli razvitak bifidobakterija. Liofilizirani lizozim dodaje se neposredno prije pakiranja gotove hrane (Kulier, 1987).

Izvor za proizvodnju laktuloze u prahu je laktoza (obrada laktoze s alkalnim solima). Laktuloza se može dodati u hranu za dojenčad i to 1,2—1,5% na količinu hrane (Packard, 1982). Jeftinija je u obliku sirupa (Kulier, 1987).

Izvor glukozamina je cistin koji se ekstrahira iz ljuske raka (Packard, 1981).

Prvo adaptirano mlijeko uz dodatak liofilizirane kulture bifidobakterija (za dojančad staru do 3 mjeseca) je sovjetska formula »Maljutka« (Meduzov i sur., 1982), a zatim češka formula »Lakton« (Kulier, 1987).

Dječjoj hrani i hrani za dojenčad u SSSR dodaju se i liofilizirane kulture drugih mikroorganizama (*Lactobacillus acidophilus*) da bi se u crijevima spriječio rast enteropatogene mikrobne populacije (*E. coli* i *E. aerogenes*), uzročnika dijareje (Meduzov i sur., 1982).

Čiste liofilizirane kulture *L. acidophilus* mogu se dodati u hranu neposredno prije pakiranja, a nakon sterilizacije (Packard, 1982).

U SSSR-u se proizvodi i fermentirana hrana (Meduzov i sur., 1982) za dojenčad (Maljutka i Maljiš), gdje se fermentacija modificiranog mlijeka za dojenčad na temperaturi 37—40°C i do kiselosti 40—50°T, provodi uz dodatak 2—3% čiste kulture *L. acidophilus* (do porasta ne manje od 10⁷ bakterija u 1 ml).

Sirovina za dobivanje koncentrata imunoglobulina je kolostrum hipertuniziranih krava (u prvom i drugom mjesecu poslije partusa) (Packard, 1982).

Proces priprave: izolacija, koncentriranje, sterilizacija mikrofiltracijom te liofilizacija koncentrata imunoglobulina, razvijen je u švicarskoj tvornici »Nestlé« (Packard, 1982). Dobiveni se prah lako miješa s ostalim sastojcima u prahu, topljiv je u tekućem mlijeku pa se lako ugrađuje u mliječnu hranu za dojenčad (Kulier, 1987).

Bez obzira što u kravljem mlijeku ima pretežno Ig G imunoglobulina (a ne Ig A kao u humanom), njegovo zaštitno djelovanje je podjednako djelotvorno, osobito zajedno s ostalim zaštitnim tvarima (Packard, 1982).

Iz navedenog slijedi da se neke mogućnosti imunobiološke modifikacije mlijeka već koriste u svijetu, a neke tek istražuju.

3. Zahtjevi i preporuke pri proizvodnji mliječne hrane za dojenčad

Mliječna hrana za dojenčad može također varirati u sastavu (uostalom kao i humano mlijeko), ali samo u dopuštenim granicama prema »Preporuka Internacionalnog Standarda (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976) ili prema zahtjevima Pravilnika o uvjetima u pogledu zdravstvene ispravnosti (Sl. list, 4., 1985). Pri proizvodnji mliječne hrane za dojenčad treba obratiti pozornost na propisanu vrstu dopuštenih sirovina i dodataka (aditiva) u količini, obliku i omjeru pogodnom za dobru resorpciju u organizmu dojenčeta (Pravilnik ... Sl. list 4., 1985.; Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976). Mliječna hrana za dojenčad mora sadržavati energetske, gradivne i zaštitne tvari da se zadovolje fiziološke potrebe dojenčeta. Također mora zadovoljiti i u pogledu mikrobiološke ispravnosti (Pravilnik ... Sl. list 4., 1985).

Hrana za dojenčad na bazi mlijeka, od ukupno unesene energije, mora osigurati od proteina 7%—16%, od masti 30%—54%, od linolne kiseline 2%—3% i ostatak kalorija od ugljikohidrata (Packard, 1982). Energetska vrijednost gotove hrane za dojenčad treba biti u granicama od 270—315 kJ/100 ml tekuće hrane (Department of Health and Social Security, 1980.; Flofrence i sur., 1987), a 670 kcal/l tekuće hrane je najbliže optimumu energije potrebne za zdravu dojenčad (Comitte..., 1976).

Osnovna sirovina za proizvodnju mliječne hrane za dojenčad je obrano mlijeko, odabrane kvalitete i to niske kiselosti i malog broja mikroorganizama. Nakon pasterizacije, najčešće srednjim režimom (Carić, 1985) pasterizacije (75°C/20"), obranom mlijeku dodaje se veći dio potrebnih sastojaka: mješavina mliječne masti i biljnih ulja (koja se prethodno zagrije iznad temperature topljenja), sirutkini proizvodi (demineralizirana sirutka u prahu ili koncentrat proteina sirutke), laktoza ili drugi ugljikohidrati, vitamini topljivi u masti, emulgatori i stabilizatori. Kao emulgatori najčešće se koriste lecitin, mono- i digliceridi, a kao stabilizator najčešće karagenan, za održavanje disperzije proteina (Packard, 1982). Tada slijedi homogenizacija smjese (pod pritiskom 14,7—19,6 Pa), dodatak potrebnih vitamina topljivih u vodi i minerala koji se prethodno otope u vodi (Carić, 1985). Kada se dodaju i minerali u tragovima, obično se dodaju soli sulfata (Packard, 1982). Voda za rekonstituciju dodataka ili aditiva u prahu ili voda dodana pri sastavljanju mliječne hrane za dojenčad mora biti posebno tretirana.

Potrebno je iz vode ukloniti organske i anorganske onečišćivače i toksične tvari, a posebno je važno ukloniti nitratre (Packard, 1982).

Takoder je potrebno podesiti pH mliječne hrane za dojenčad prema pH vrijednosti humanog mlijeka (koja je nešto viša od pH kravljeg mlijeka) radi bakteriostatskog učinka na specifične *E. coli* (Harrison i Peat, 1972). Podešavanje pH provodi se dopuštenim aditivima za to navedenih u listi aditiva (Pravilnik... Sl. list 4., 1985; Renner, 1983). Oni se dodaju prema iskustvu proizvođača, ali treba paziti da se ne prekorači količina Na i K (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

Hranjiva vrijednost proteina mora odgovarati najmanje 85% hranjive vrijednosti kazeina (određene PER metodom). Esencijalne aminokiseline mogu biti dodane da poboljšaju proteinsku kvalitetu (bazirano na količini u humanom mlijeku) isključivo u prirodnom L-obliku (osim metionina, koji može biti i u DL-obliku) (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976; Pravilnik ... Sl. list 4., 1985).

Mliječna hrana za dojenčad treba sadržavati linolnu kiselinu (u obliku glicerida) i to ne manje od 300 mg/100 kcal (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

Osim bakteriološke ispravnosti dodaci trebaju biti prirodni i zadovoljiti boju, okus, miris, te ne smiju biti tretirani ionizirajućim ili ultravioletnim zračenjem, konzervansima i sl. (Pravilnik... Sl. list 4., 1985.; Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

Tekuća hrana za dojenčad na bazi mlijeka mora biti sterilizirana (Packard, 1982). Da se izbjegnu neki nedostaci pri skladištenju, poput stvaranja taloga ili čak gela, mora se osigurati prikladan sastav, homogenizacija i odgovarajuća toplinska obrada hrane (Packard, 1982).

S nutritivnog stajališta prednost ima metoda UHT (ultra high temperature) sterilizacije (Meduzov i sur., 1982.; Packard, 1982) kod koje su gubici nutritivne vrijednosti hrane (i vitamina) kao i reakcije posmedivanja (reakcije lizina i reducirajućih šećera) minimalne (Packard, 1982). Opće je pravilo da se za UHT sterilizaciju koriste temperature od 135—150°C, kroz nekoliko sekundi do 1 sekunde ili manje (Packard, 1982). Pri kraćem vremenu, potrebno je koristiti više temperature, da se postigne sterilnost hrane. To je UHT-ST (ultra high temperature — short time) sterilizacija. Međutim, zbog tendencije da se pojave nedostaci teksture (talog ili gel) neophodno je zadržavati proizvod oko 2,5 sekunde čak i uz više temperature. Istraživanja utjecaja UHT-ST sterilizacije pokazuju da uzrokuje također izrazite promjene veza proteina sirotke i veće količine hidroksimetilfurfurala u hrani za dojenčad (Mulchandani i sur., 1979).

Zbog toga je povoljnije primijeniti UHT sterilizaciju, ali uz intenzivno predgrijavanje (Mulchandani i sur., 1979) da se uništi aktivnost nekih enzima jer je pojava gela obično uzrok veće aktivnosti enzima pri dužem skladištenju.

Pravilno sterilizirana hrana može se čuvati 6 mjeseci do godinu dana bez mikrobiološkog kvarenja ili promjene teksture (Packard, 1982).

Pakiranje gotove hrane mora biti u hermetičkoj ambalaži (u struji dušika ili CO₂) (Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

U svakom slučaju, gotova hrana za dojenčad na bazi mlijeka mora zadovoljiti organoleptičku, nutritivnu i mikrobiološku kakvoću, te osigurati dobru probavljivost za dojenčad (Pravilnik... Sl. list 4., 1985.; Recommended International Standards for Foods for Infants and Children, 1976).

Ipak, treba naglasiti da, uz sve dosadašnje mogućnosti i pokušaje, modifikacijom kravljjeg mlijeka za prehranu dojenčadi moguće je samo što više približiti se sastavu humanog mlijeka.

Prirodni sastav majčinog mlijeka nije moguće reproducirati.

Literatura

- BRIGNON, G., CHTOUROU, A. i RIBADEAU-DUMAS, B. (1985): *J. Dairy Res.* **52**, 249—254.
- COMITTE ON NUTRION, American academy of Pediatrics. (1976); *Pediatrics*, **57**, 278—285.
- CARIĆ, M. (1985): Tehnologija mleka 1, Koncentrovani i sušeni proizvodi, Naučna knjiga, Beograd.
- CHRISTIE, W. W., CLAPPERTON, J. L. (1982): *J. Soc. Dairy Technol.* **35** (1) 22—24.
- CHIU, C. P., KOSIKOWSKI, F. W. (1985): *J. Dairy Sci.* **68**, 16—22.
- CHTOVROU, A., BRIGNON, G. i RIBADEAU-DUMAS, B. (1985): *J. Dairy Sci.* **52**, 239—247.
- CLARK, R. M., ROSS, S. A., HILL, D. W. i FERRIS, A. M. (1987): *J. Dairy Sci.* **70** (4) 776—780.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, (1980): Report on Health and Social Subjects 18, Her Majesty's Stationery Office, London.
- ERGOTIĆ, E., ANUŠIĆ, J. (1977): Bebiron 75, tiskani materijali »Plive«, tvornice farmaceutskih i kemijskih proizvoda, Zagreb.
- ERBERSDOBLER, H. F. i TRAUTWEIN, E. (1984); *Milchwissenschaft* **39**, (12) 722—723.
- FLOFRENCE, E., KNIGHT, D. J. i HARRIS, W. M. (1987): *J. Dairy Sci. Technol.* **40** (2) 33—42.
- FRIEND, B. A., SHAHANI, K. M. i MATHUR, B. N. (1983): *Journal of Applied Nutrition*, **35** (2), 88—115.
- GIEC, A. i KOSIKOWSKI, F. V. (1982): *J. Dairy Sci.* **65**, 396—399.
- GOLDMAN, S. A. (1976): Sysposium on human lactation, DHEW Publication No. (HSA) 79—5107, 49—58.
- GURR, M. I. (1981): *J. Dairy Res.* **48** (3) 519—554.
- HAMBREUS, L., LONNERDAC, B., FORSUM, E. i GEBRE-MEDHIN, M. (1978): *Acta Paediatr. Scand.* **67**, 561—565.
- HARRISON, V. C., PEAT, G. (1972): *Brit. Med. J.* **4**, 515—518.
- HILL, I. i PORTER, P. (1974): *Immunology* **26**, 1239—1250.
- JANICKI, J. i PORDAB, Z. (1975): *Die Nahrung*, **19**, (2) 129—142.
- JENSEN, R. G., HAGERTY, M. M. i McMAHON, K. E. (1978): *Amer. J. Clin. Nutr.* **31**, 990—1016.
- KULIER, I. (1987): *Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev.* **25**, (1—2), 39—43.
- MENDEZ, A. i OLANO, A. (1979): *Dairy Sci. Abstr.* **41** (9) 521—535.
- MEDUZOVA, B. C., BIRIOKOVA, Z. A. i IVANOVA, L. N. (1982): Proizvodstvo detskih močnih produktov, Legkaja i piščevaja promišlenost, Moskva.
- METTLER, A. E. (1980): *J. Dairy Sci. Technol.* **33** (2), 67—72.
- MULCHANDANI, R. P., JOSEPHSON, R. V. i HARPER, W. J. (1979): *J. Dairy Sci.* **62**, (10), 1537—1545.

- MULCHANDANI, R. P., JOSEPHSON, R. V. i HARPER, W. J. (1979): **J. Dairy Sci.** (10), 1527—1536.
- OLANO, A. i MARTINEZ-CASTRO, I. (1981): **Milchwissenschaft**, **36**, (9) 535—536.
- PACKARD, V. S. (1982): *Human Milk and Infant Formula*, Stewart, G. P., Schweigert, B. S. i Hawthorn, J. Academic Press, New York.
- PORTER, J. W. G. (1978): **J. Soc. Dairy Technol.** **31** (4) 199—208.
- PRAVILNIK o uvjetima u pogledu zdravstvene ispravnosti dijetnih namirnica koje se mogu stavljati u promet (1985): Službeni list SFRJ br. 4, str. 120.
- 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.
- RENNER, E. (1983): *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*, 2.2 Milk Protein 90—153 i 2.3. Lactose, 155—161, Volkswirtschaftlicher Verlag, München.
- RECOMMENDED INTERNATIONAL STANDARDS FOR FOODS FOR INFANTS AND CHILDREN (1976); Joint, FAO/WHO, Food Standards Programme, CAC/RS 72/74
- SAARINEN, U. M. i SIIMES, M. A. (1979): **Pediatr. Res.** **13**, (3) 143—147.
- SAMSON, R. R., MIRTLE, C. i McCLELLAND, D. B. L. (1980): **Acta Paediatr. Scand.** **69**, 517—523.
- SARETT, H. P. (1981): *The Modern Infant Formula*, u: *Infant and Child Feeding*, ured Bond, J. T., Filer, L. J., Leveille, G. A., Thomson, A. M. i Weil, W. B., Academic Press, New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, 99—117.
- SINHA, N., (1981): **Indian Dairy**, **33**, (5) 323—327.
- SJÖBERG, L. B. (1981): *Infant Foods*, IDF Bulletin Document, 157, 67—71.
- WAITE, R. (1972): **J. Soc. Dairy Technol.** **25** (2) 92—95.
- WEBB, B. H., JOHNSON, A. H. i ALFORD, J. A. (1974): *Fundamental of Dairy Chemistry* The AVI Publishing Company, Inc., Westport.