

# MODIFICIRANA MLJEKA I MLJEČNI PROIZVODI NA BAZI VEGETABILNIH I ANIMALNIH SIROVINA

Prof. dr PETRIČIĆ Ante, TRATNIK Ljubica, dipl. ing., Tehnološki fakultet, Zagreb

## I. SIROVINE

Na tržištu, u razvijenim zemljama, pojavilo se niz novih proizvoda, koji imaju zajedničke karakteristike; slični su mlijeku i mlječnim proizvodima, imaju nazive koji podsjećaju na mlijeko, ali sadrže mlijeko u ograničenoj količini ili ga uopće ne sadrže.

Nazivi pod kojima dolaze su vrlo različiti.

Prema FAO Kodeksu »Code of Principles concerning Milk and Milk Products« (1), ovi su proizvodi definirani kao »Imitation milk and imitation milk products«. To su »namirnice koje će vjerojatno navesti kupca i/ili potrošača da pretpostavlja da su mlijeko, mlječni proizvodi ili sastavljeni proizvodi, ... ali u kojima je sastojak mlijeka zamijenjen«, a (2) Kodeks sprečava da ove proizvode označuju ili iznose na način koji bi vjerojatno naveo kupca i/ili potrošača da pretpostavlja da su to robe kao ... mlijeko i mlječni proizvodi, ... time da su kupac i/ili prodavač odgovarajući obaviješteni imenom ispred kojeg stoji riječ »imitacija«, ili jasnim imenom i/ili opisom koji pokazuje pravu prirodu glavne sirovine koja je upotrebljena.«

U internacionalnom pregledu objavljenom 1969/70 **Internacionalne mljekarske federacije**, upotrebljavaju se nazivi: »Imitation products«; »Synthetic products«, (»Nadomjesci proizvodi«; »Sintetički proizvodi«).

R. Waite (2), u članku o »Umjetnom mlijeku« upotrebljava ove definicije:

»**Filled milk**«, je proizvod načinjen kombiniranjem masti ili ulja drugih nego mlječnih, sa bezmasnom mlječnom suhom tvari (obogaćeno mlijeko).

»**Imitation milk**«, proizvod koji treba da je sličan mlijeku, ali ne sadrži nikakve sastojke mlijeka (mlječni nadomjestak ili zamjenica mlijeku).

»**Synthetic milk**«, je proizvod dobiven kemijskim sredstvima. Taj je proizvod, čini se, identičan sa »imitation milk«, ali se naziv upotrebljava više u medicinskoj literaturi gdje označuje proizvod dobiven s velikom pažnjom da osigura odličnu hranjivu vrijednost i često služi za ishranu dojenčadi (sintetičko mlijeko). Pored ovih naziva upotrebljavaju se i: »vegetable milk« (biljno mlijeko), »manufactured milk« (proizvedeno (pravljeno) mlijeko), »artificial milk« (umjetno mlijeko), »replacer milk« (zamjenica mlijeka) i dr. Treba podvući, da nema nikakve općenito prihvaćene definicije za naziv ovih proizvoda. Mi smo cijeloj grupi ovih proizvoda dali naziv »modificirana mlijeka«, a kod pojedinih grupa proizvoda koristimo nazive koje su navedeni. U daljem izlaganju služit ćemo se nazivima:

1. Obogaćeno mlijeko,
2. Mlječni nadomjestak ili zamjenica mlijeka,
3. Sintetičko mlijeko.
4. Modificirana mlijeka (skupni naziv)

### **Razlozi za proizvodnju**

Kao glavni razlog za uvođenje proizvodnje obogaćenog i nadomjestka mlijeka jest cijena koštanja. Sastojci za obogaćeno mlijeko su jeftiniji od onih u mlijeku. Biljna ulja (masti) stoje oko 1/3 cijene od mlječnih masti, a proteini oko 70% cijene mlječnih proteina. Iz tih razloga mlječni nadomjestci se prodaju uz nižu cijenu od mlječnih proizvoda. Kao primjer tome u prilog može se spomenuti odnos maslac/margarin. Potrošnja margarina u svijetu je u porastu — zahvaljujući nižoj cijeni koštanja i cijeni na tržištu. Ovi proizvodi s nižom cijenom su lakše pristupačni slojevima stanovništva s nižim primanjima — koji si ne mogu dozvoliti ili ne u dovoljnoj mjeri — potrošnju visokovrijednih mlječnih proizvoda. Karakterističan su primjer Filipini gdje 85% (mljekarskog) tržišta zauzima obogaćeno mlijeko. Drugi je razlog što modificirana mlijeka mogu opskrbljivati područja u svijetu gdje se ne uzgaja mlječna stoka. Oko 2/3 stanovništva svijeta živi u područjima gdje se ne uzgaja muzna stoka ili je njihova proizvodnja mlijeka neznatna. U toplim (tropskim) krajevima moguća je proizvodnja modificiranih mlijeka iz domaćih sirovina (biljne masti i proteini), umjesto skupog uvoza iz razvijenih zemalja. Prema procjenama stručnjaka (3), može se 1980. godine očekivati nedostatak od preko 15 milijuna tona ekvivalenata mlijeka u zemljama u razvoju, a modificirana mlijeka mogla bi ukloniti jaz između ponude i potražnje.

Daljnji razlog za proizvodnju modificiranog mlijeka su dijetetske potrebe nekih dobnih razreda (djece, staraca i bolesnika). Oni ne podnose neke sastojke mlijeka (mast) ili su potrebne niže koncentracije (masti, kalcija i dr.).

Tu se može još spomenuti da je trajnost ovih modificiranih mlijeka (u tekućini i prahu) veća, od prirodnog proizvoda, da postoji mogućnost velikog variranja u asortimanu, izgledu i dr. što industriji proširuje tržište i stvara mogućnosti zarade.

Prema podacima I. M. F.-e (3) u 23 vodeće mljekarske zemlje proizvode se obogaćena mlijeka i mlječni nadomjestci, za vlastite potrebe i za izvoz kako prikazuje tabela 1. Gustafson (4) iznosi rezultate pokusa provedenog (1969) u Illinoisu, o stavu potrošača prema mlječnim nadomjestcima. Od proizvoda: 1. mlijeko, 2. obogaćeno mlijeko, 3. sintetično mlijeko, potrošači su dali znatno više ocjene za proizvode pod 1. i 2. nego za 3. Između 1. i 2. razlike su sa strane potrošača ocijenjene kao neznatne.

### **Sirovine**

Sirovine koje se upotrebljavaju za proizvodnju »umjetnih mlijeka« jesu: masti (ulja) u prvom redu vegetabilne (kokosova, sojina, palmina, pamučna, suncokretova, kukuruznih klica), zatim riblje (u Chileu hidrogenirano riblje ulje),

Proteini animalni (obrano mlijeko, jestivi kazeini), kazeinati, sirutkin prah i sirutkin protein, riblji); vegetabilni (soje, orašca, pamuka, sunčanice, repice, sezama, od lišća); jednostanični (SCP-single cell proteins, od mikroorganizama), minerali, vitamini, stabilizatori, emulgatori, puferi, škrob, zaslađivači, sredstva za bojenje i dr, voda

### Masti

U modificiranom mlijeku može se mlječna mast potpuno ili djelomično zamijeniti sa mastima vegetabilnog ili animalnog porijekla. Za zamjenu mlječne masti biljnom najčešće se upotrebljava ulje kokosovog oraha, manje sojino, pamučno, suncokretovo, kukuruznih klica i dr. Može se upotrebljavati bilo ulje jedne vrste bilo u smjesi. Vegetabilno ulje ima nekih nedostataka u poređenju s mlječnom masti, međutim smatra se da se i hranjiva vrijednost mlječne masti može korigirati dodatkom manje količine vegetabilne masti.

Tabela 1.

### Lista 23 zemlje u kojima se proizvode modificirana mlijeka (1970/72)

Proizvod	Broj	Zemlje
<b>Nadomjesci proizvodi*</b>		
Tekuće mlijeko	4	Australija, V. Britanija, SAD, Brazilijska (školsko mlijeko)
Kondenzirano i evaporirano mlijeko	2	(J. Ist. Azija), SAD, Nizozemska
Mlječni prah	4	Australija, V. Britanija, SAD, Japan
Sladoled	10	Belgija, Brazilijska, Kanada, Izrael, Japan, Nizozemska, Švedska, Švicarska, V. Britanija, SAD
Vrhnje	6	Australija, Irska, Japan, Finska, V. Britanija, SAD
Vrhnje za tučenje	2	Izrael, SAD
Pekarsko vrhnje	6	Danska, Z. Njemačka, Norveška, Švedska, V. Britanija, SAD
Sir	5	Japan, Švedska, SSSR, SAD, Z. Njemačka
Dječja hrana	8	Australija, Kenija, Norveška, V. Britanija, SAD, Brazilijska, Danska, Norveška
<b>Sintetički proizvodi*</b>		
Tekuće mlijeko	1	SAD
Kondenzirano i evaporirano mlijeko		V. Britanija
Vrhnje u prahu (coffee whiteners — dodaci kavi; whipped toppings — tučeni ukrasi i dr.)	12	Australija, Kanada, Danska, Kenija, Japan, Norveška, Nizozemska, Švedska, Švicarska, V. Britanija, SAD, Z. Njemačka
Sladoled	1	Izrael
Dječja hrana	1	Australija
Deserti	2	Kanada, V. Britanija

\*) Definicije prema I. M. F.

(prema Winkelmann-u)

Mlječna mast sadrži oko 64<sup>0</sup>/<sub>0</sub> zasićenih i 36<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nezasićenih kiselina, od toga samo 3—4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> višestruko nezasićenih. Danas se smatra da je potrebno da čovjek od ukupnih masnih kiselina primljenih u organizam treba 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> višestruko nezasićenih. Zbog toga se predlaže miješanje u proizvod nekog biljnog ulja bogatog višestruko nezasićenim masnim kiselinama, kao što je sojino.

Ako je u »obogaćenom mlijeku« mlječna mast zamijenjena samo kokosovim uljem takav je proizvod siromašan linolenskom kiselinom te nije prehranbeno pogodan za ishranu djece ili odraslih.

Kokosovo ulje sadrži oko 90—92<sup>0</sup>/<sub>0</sub> zasićenih masnih kiselina i oko 8—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nezasićenih, od toga samo 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> višestruko nezasićenih. Sastav masti u takovom obogaćenom mlijeku mora se poboljšati zamjenom oko 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kokosovog ulja nekim uljem koje je bogatije s nezasićenim masnim kiselinama kao što je sojino, ili od orašca i dr.

Tabela 2.

**Djelomični sastav mlječne masti mlijeka, obogaćenog mlijeka i vegetabilnih ulja**

Masne kiseline	g/100 g masti			
	Mlijeko	Obogaćeno i imitacija	Kokosovo ulje	Sojino ulje
Ukupne zasićene	64	90	92	16
Laurinska	4	45	45	0
Miristinska	12	18	18	1
Plamitinska	25	10	10	11
Stearinska	10	5	7	3
Ukupne nezasićene	36	10	8	84
Palmitooleinska	3	<1	0	1
Oleinska	30	8	7	23
Linolna	3	1	1	51
Linolenska	<1	0	0	9

(Prema: U. S. Dairy Council Digest, 1968. 39 (2), 7.)

Pored toga kokosovo ulje sadrži visok postotak laurinske kiseline za koju se smatra da povisuje koncentraciju holesterola u serumu krvi. Vegetabilna ulja ne sadrže fosfolipide, dok se oni nalaze u masti mlijeka.

### Proteini

Kod proizvodnje obogaćenih mlijeka i nadomjestaka mlijeka i mlječnih proizvoda upotrebljavaju se animalni i vegetabilni proteini.

### Animalni proteini

**Obrano mlijeko.** Ono se upotrebljava kao tekuće, zgsušnuto i u prahu. S prehranbenog i tehnološkog stanovišta nema nikakvih prigovora za upotrebu u svakom »modificiranom mlijeku«, također i za proizvodnju hrane za djecu.

**Jestivi kazein, kazeinati.** Jestivi kazein je proizvod dobiven odgovarajućim tehnološkim postupkom od obranog mlijeka, obaranjem kiselinama ili sirilom, ili kiselinama i sirilom. Jestivi kazeinat je proizvod dobiven sušenjem vodenih otopina pripremljenih miješanjem suhog jestivog kazeina ili svježeg jestivog kazeinskog gruša s prehranbenim alkalijama. Svjetska proizvodnja kazeina iznosila je (1973) oko 140.000 tona godišnje.

Ovi proizvodi su vrlo dobri kao sastojci modificiranih mlijeka, ali nisu mnogo pristupačni kada je prodaja i cijena sireva na tržištu povoljna. Prehrambena vrijednost kazeina i kazeinata je niža od one proteina mlijeka u koje su uz kazein uključeni i sirutkini proteini.

**Sirutkin prah i sirutkini proteini.** Povećanjem proizvodnje sireva u svijetu, ostaje sve više sirutke koja se ne koristi racionalno. Premda je sirutka vrijedan izvor proteina kojima je svijet oskudan, znatne količine sirutke odlaze u kanalizaciju.

Tabela 3.

**Procjena svjetske proizvodnje sirutke**

(u 1000 tona)

Područje	1966	1971	1972	1973
Razvijene zemlje, ukupno	31.345	37.134	39.314	39.656
SSSR	3.456	3.624	3.808	4.016
Istočna Evropa	4.968	6.088	6.090	6.300
Zemlje u razvoju, ukupno	17.344	19.344	19.736	20.723
Svijet, ukupno	57.113	66.190	68.948	70.695*

(prema Krostiz-Zagarra)

\* Napomena: u 1973. treba još dodati 3 milijuna tona sirutke od proizvodnje kazeina.

Suvremeni tehnološki procesi omogućavaju dobivanje sirutke s većom koncentracijom proteina, odvajanje frakcija sirutke i drugo.

Alfa Laval — Centriwhey proces omogućuje povećanje sadržaja proteina u odnosu na laktozu i soli. Proteine sirutke obara se toplinom i zakiseljavanjem do izoelektrične točke, zatim se denaturirane proteine koncentrira centrifugiranjem. Koncentrat koji sadrži 15 do 18% ukupne tvari može se sušiti ili dodavati mlijeku za sirenje.

Gelfiltracijom se odvaja frakcija proteina od laktoze/soli. Kada sirutka, mješavina proteina i molekula laktoze i soli, prolazi kroz gel sloj pod pritiskom, male molekule prodiru u gel sloj i tu se zadrže u sloju za trenutak, dok velike molekule brže prolaze. (Sl. 1.)

Reverzna osmoza (RO) omogućuje koncentriranje sirutke. Kod RO koristi se pritisak da se, suprotno normalno osmotskom procesu, protisne voda kroz membranu od sintetičkog polimera, a makromolekule (proteini), laktozu i soli ostaju zadržani. (Sl. 1.)

Ultrafiltracija (UF) se služi istim principom kao RO, ali se primjenjuje niži pritisak i membrana ima pore druge veličine. Kod UF velike molekule (proteini) su zadržani dok soli i voda prolaze, na taj način se odjeljuju frakcije, te su tako u jednoj frakciji koncentrirani sirutkini proteini. (Sl. 1.)

Elektrodijaliza je postupak kod kojeg se koriste ionske selektivne membrane za dijalizu. Služi da se uklone minerali (ionske grupe) od sirutke. Primjenom direktne struje katione i anione sirutke uklanjaju selektivne membrane u otpadnu vodu.

Pokusi provedeni u Laboratoriju za tehnologiju mlijeka Tehnološkog fakulteta sa RO i UF pokazuju da se ultrafiltracijom može ugustiti sirutka na oko 15% suhe tvari. Takva sirutka se može koristiti za povećanje bezmasne suhe tvari nekih mlječnih proizvoda.

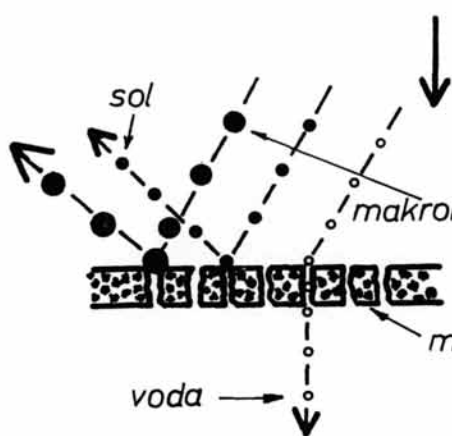
### MODEL GEL FILTERA



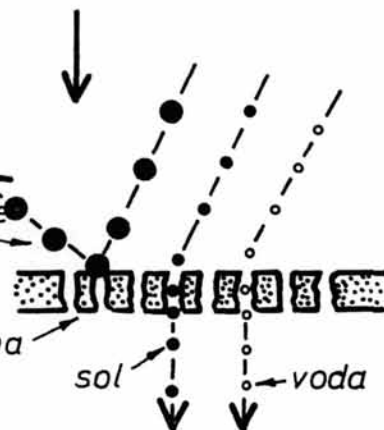
*smjesa molekula proteina,  
laktoze i soli*

*proteinske molekule prolaze  
mnogo brže*

### REVERZNA OSMOZA



### ULTRAFILTRACIJA



Slika br. 1

**Ribljji proteini.** U toku su ispitivanja u Chile-u, Francuskoj i SAD za do-  
nivanje proteinskih koncentrata od ribe. Koncentracija proteina je povećana  
uklanjanjem vode, i nekad, ulja, kostiju i drugih tvari. Riblji proteinski kon-  
centrati sadrže do 10% vlage, više od 60% proteina, do 20% pepela te manje  
količine ostalih sastojaka (ulja, fluora i dr.). »A klasa« ribljeg proteinskog  
koncentrata je stabilan proizvod, bez mirisa, svijetle boje, s nešto malo lipida.  
Dobiva se ekstrakcijom sa izopropanolom ili etilen diklorid izopropanolom  
»B klasa« je slabije kvalitete, ima miris, nešto više lipida, proizvodi se u  
obliku praha, pasta ili tekućine.

### **Vegetabilni proteini**

**Soja.** Sojino zrno (*Glycine maxima*) sadrži više proteina (oko 35%) nego  
većina leguminoza. Najveći proizvođači soje su SAD i Kina. Soja se u Kini i  
Japanu (kao sojin gruš — tofu) i u Indoneziji (kao tempeh fermentirani pro-  
izvod) koristila odavno. Za modificirana mlijeka najvažniji su koncentrati  
(50% proteina) i izolati (90% proteina) soje.

**Orašac.** Sjemenka orašca (*Arhachis hypogaea* L.), sadrži više ulja nego soja  
ali manje proteina (oko 27%). Najvažniji su proizvođači zemlje Dalekog Istoka  
i SAD. U Indiji se proizvodi napitak »Miltone« (ranije »Lactone«) i »Milpro«.  
Potencijalnu opasnost kod upotrebe orašca predstavlja plijesan *Aspergillus*  
*flavus*. Kod nepravilne manipulacije, uskladištenja na temperaturama od  
10—45°C i vlažnosti preko 75%, može se razviti na orašču ova plijesan, koja  
proizvodi aflatoksin. Koristi se kao koncentrat (45—55% proteina) i izolat (sa  
90—95% proteina).

**Pamuk.** Najveći je proizvođač SAD, zatim SSSR, Kina, Indija, Pakistan,  
Egipat i dr. Pamučno sjeme sadrži oko 20% proteina. U nekim dijelovima sje-  
mena (jezgrice — glands), nalazi se pigment gossypol, toksični polifenol kojeg  
treba prije upotrebe ukloniti.

**Sunčanica, repica, kokosov orah, sezam.** Daljnje sirovne za dobivanje pro-  
teina su sjemenke sunčanice, repice, sezama, kokosov orah i dr. koji sadrže  
proteine u manjem procentu.

**Lisni proteini.** Rad na ekstrakciji proteina iz lišća za ljudsku prehranu  
prvi su započeli R. E. Slade i suradnici, 1930, u V. Britaniji. Danas su već raz-  
rađeni postupci VEPEX u Mađarskoj i Švedskoj i PRO-XAN u SAD za komer-  
cijalnu proizvodnju proteina iz lišća. Kao sirovina se najviše koristi zelena  
lucerna sa 17—20% proteina i cerealije (pšenica). Preradom se dobiva stočni i  
jestivi protein.

**Jednostanični proteini (JSP).** Pojedini mikroorganizmi (osobito kvasci) uz-  
gajani na hranjivim podlogama bogatim ugljikohidratima mogu proizvoditi bio-  
masu bogatu proteinima. Ova se masa može koristiti u prehrani ljudi i stoke.  
A. Champagnant (6) je 1965 godine počeo pokuse proizvodnje proteina uzgojem  
mikroorganizama na pročišćenim naftinim frakcijama. Daljnji radovi u zapad-  
noj Evropi i SSSR-u su doveli do industrijske proizvodnje biomase putem mi-  
kroorganizama na različitim supstratima (parafin, metanol, etanol, metan, plin-  
sko ulje i dr.) sa 65—75% surovih proteina.



### Prehrambena vrijednost proteina nekih namirnica

Proteini su neophodni za ljudsku ishranu, i zato se njihovim proučavanjem bave mnogi stručnjaci i instituti. Prehrambena vrijednost proteina može se ocijeniti po učešću esencijalnih aminokiselina u njihovom sastavu. »FAO/WHO Komitet za potrebe energije i proteina« dao je dva pokazatelja prema kojima se može ocijeniti vrijednost proteina u namirnicama. Ti su pokazatelji nazvani PER i NPU.

PER (Protein efficiency ratio — odnos efikasnosti proteina) je odnos dobitaka na težini životinje u rastu prema količini utrošenih proteina. NPU (Net-protein utilization — netto iskorištenje proteina) obuhvaća u jednom indeksu probavnu vrijednost proteina i njegovu biološku vrijednost. Taj indeks označuje omjer između primljenog i zadržanog N iz hrane. Pokazalo se da proteini različitih biljaka nadopunjavaju jedni druge, te mješavina dva ili više proteina daje više prehrambene vrijednosti nego pojedini proteini za sebe. Vrijednosti proteina različitih namirnica prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4.

#### Iskorištenje i hranjiva vrijednost iskazana pokazateljima NPU i PER za različite namirnice

Namirnica	NPU	PER
Kokošja jaja	93,5	3,9
Mlijeko	81,6	3,1
Sirutka	83,9	—
Riblje brašno	65,8	3,4
Soja zrno	61,4	2,3
Orašac	42,7	1,7
Pamučno brašno	52,7	2,3
Sunčanica sjeme	58,1	2,1

(Prema: FAO, Nutritional Studies 24/1970)

(nastavak u sljedećem broju)