

Primjena mliječnih proteina u prehrambenoj industriji

Martinović, Slaviša

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:075941>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Slaviša Martinović

Primjena mliječnih proteina u prehrambenoj industriji

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO- TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Primjena mliječnih proteina u prehrambenoj industriji

Naziv nastavnog predmeta: Sirovine animalnog podrijetla

Predmetni nastavnik: izv. prof. dr. sc. Vedran Slačanac

Student: Slaviša Martinović (MB: 3156/09)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Vedran Slačanac

Predano: 31.5.2016.g.

Pregledano:

Ocjena:

Potpis mentora:

UNIVERSITY OF J. J. STROSSMAYERA IN OSIJEKU

FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY OSIJEK

UNDERGRADUATE STUDY FOOD TECHNOLOGY

Final work

The role of milk proteins in the food industry

Name of the lecture: Raw materials of animal origin

The mentor: Ph. D. Vedran Slaćanac, Associated Profesor

Student: Slaviša Martinović (MB: 3156/09)

Mentor: Ph. D. Vedran Slaćanac, Associated Profesor

Devilered (date) : 31.5.2016.g.

Revised (date):

Grade:

Mentor's signature:

Primjena mliječnih proteina u prehrambenoj industriji

Sažetak

Još od davnih vremena mlijeko raznih životinja (krave, koze) se koristilo za prehranu ljudi. S vremenom se došlo do otkrića proizvodnje brojnih mliječnih proizvoda koje ne bi bilo moguće proizvesti da nema mliječnih proteina. Kazein, koji predstavlja oko 80% ukupnih proteina mlijeka, glavna je sirovina za proizvodnju sira. Uz to, može se upotrebljavati i za proizvodnju ljepila, plastike itd. Ostalih 20% proteina mlijeka predstavljaju proteini sirutke, koji se zbog svoje prehrambene i nutritivne vrijednosti mogu koristiti kao sirovina za proizvodnju raznih prehrambenih proizvoda (proteinski dodaci, fermentirani napitci, albuminski sir). Sirutka je u početku bila otpad koji se bacao prilikom proizvodnje sira, ali danas ona predstavlja bogat izvor proteina (albumina i globulina) čija je prehrambena vrijednost veća i od vrijednosti proteina nekih vrsta mesa.

Ključne riječi: mlijeko, proteini, kazein, sirutka, nutritivna vrijednost.

The role of milk proteins in food industry

Summary

Ever since the ancient times the milk of various animals (cow, goat) was used for human consumption. Over time, the production of numerous milk products has been discovered, which would not be possible without milk proteins. Casein, which represents about 80% of total milk protein, is the main raw material for the production of cheese. In addition, it can also be used for the production of adhesives, plastics and so on. The remaining 20% of milk proteins are whey proteins, which are, due to their dietary and nutritional values, used as raw material for the production of various food products (protein supplements, fermented beverages, albumin cheese). Whey was initially waste that is tossed during the production of cheese, but today it is a rich source of protein (albumin and globulin) whose nutritional value is greater than the nutritional value of some meat proteins.

Keywords: milk, protein, casein, whey, nutritional value.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Kazein.....	2
2.1. Proizvodnja kazeina	2
2.2. Sastav kazeina.....	2
2.3. Upotreba kazeina u prehrambenoj industriji	3
2.4. Upotreba kazeina u drugim industrijama	4
3. Proteini sirutke	5
3.1. Sirutka.....	5
3.2. Prehrambena vrijednost proteina sirutke	7
3.3. Funkcionalna svojstva proteina sirutke.....	7
3.4. Koncentrat i izolat proteina sirutke	8
3.5. Prednosti i nedostaci sirutke	8
4. Zaključak	10
Literatura	11

1. Uvod

Mlijeko je prirodni sekret mliječne žlijezde životinja iz uzgoja dobiven jednom ili više mužnji, kojem ništa nije dodano niti oduzeto. Ova definicija odnosi se na kravlje mlijeko dok je za mlijeko i mliječne proizvode koji nisu proizvedeni od kravljeg mlijeka, obavezno navođenje od koje vrste životinje ono potječe (npr. „kozje mlijeko“). Mliječni proizvodi su proizvodi dobiveni isključivo od mlijeka, pri čemu se podrazumijeva da je dopušteno dodavanje sastojaka potrebnih za njihovu proizvodnju, pod uvjetom da isti nisu dodani kako bi djelomično ili potpuno zamijenili bilo koju mliječnu komponentu ([NN 20/09](#)).

Mliječni proteini se dijele u dvije glavne skupine: kazein i proteini sirutke. Kazein predstavlja 80% svih proteina u mlijeku. Prema načinu proizvodnje kazeina iz obranog mlijeka, razlikujemo dvije vrste kazeina: sirišni i kiseli. Kazein, dobiven djelovanjem sirila na obrano mlijeko, nazivom sirišni, a onaj koji se dobiva djelovanjem mliječne, solne, sumporne, octene ili neke druge kiseline na obrano mlijeko, nazivamo kiseli kazein ([Markeš, 1977.](#)).

Na proteine sirutke otpada oko 20% ukupnih proteina mlijeka, među kojima su najznačajniji albumini i globulini koji su od velikog značaja u ljudskoj prehrani zbog svoje lake probavljivosti i hranjive vrijednosti ([Sumenić-Bijeljac, 1977](#)).

Današnji način života nameće potrebu stvaranja novih mliječnih proizvoda sa boljim funkcionalnim svojstvima. Kazein i proteini sirutke danas predstavljaju jednu od bitnijih sirovina u prehrambenoj industriji. Sirutka je ta koja sadržava najviše laktoze, proteine najveće biološke vrijednosti, minerale i vitamine. Razvoj tehnologije, opreme i znanstvenih istraživanja, te otkriće novih funkcionalnih sastojaka i nove znanstvene spoznaje, otvaraju mogućnosti proizvodnje mliječne hrane koja će imati posebne fiziološke prednosti, ovisno o životnoj dobi ili zdravstvenom stanju organizma. Uglavnom su to mliječni proizvodi s manjim udjelom masti, a većim udjelom lakše probavljivih proteina, topivih mineralnih tvari i dnevno potrebnih vitamina, tzv. "light", odnosno "lagana" funkcionalna hrana. Treba spomenuti i proizvode s hidroliziranom laktozom ili proteinima za posebnu kategoriju potrošača koji pate od netolerancije laktoze ili proteina mlijeka ([Tratnik, 2003.](#)).

2. Kazein

Naziv kazein potiče od latinske riječi *caseus* što znači sir, jer je on supstanca čijim se zgrušavanjem omogućava proizvodnja sira i predstavlja osnovni protein u njemu. Kazein je najvažniji protein mlijeka ne samo zato što ga najviše ima već i zbog njegovih tehnoloških osobina. Mnoge tehnologije mlijeka zasnovane su na osnovnim osobinama kazeina - tehnologija sira, mliječno-kiselih proizvoda ([Đorđević, 1987.](#)).

2.1. Proizvodnja kazeina

Za proizvodnju kiselog kazeina upotrebljavamo samo sirovo obrano mlijeko. Kazein proizveden iz pasteriziranog mlijeka teže se rastapa i umanjuje mu se viskozitet. Mnogi tehnolozi-sirari smatraju proizvodnju kazeina posve jednostavnom. Zadovoljavaju se ako uspiju dobro obrati mlijeko i bilo kako dobiti grušu. Najvažniji dio procesa prepušta se slučaju, iako zahtijeva mnogo preciznosti. Obrano mlijeko za kiselu kazein grušamo s pomoću termofilnih kultura, mineralnih kiselina i spontano (mliječno; kiselinsko grušanje). S obzirom na uvjete većeg dijela mljekara najpovoljnije je primijeniti grušanje obranog mlijeka spontano ili solnom kiselinom. Obrano mlijeko obično sadrži od 0,05 do 0,08% masti, a za proizvodnju prvorazrednog kazeina masnoća obranog mlijeka trebala bi biti oko 0,04 do 0,05%, te je stoga najčešće potrebno vršiti separaciju masti ([Dvoržak, 1965.](#)).

2.2. Sastav kazeina

Kazein predstavlja oko 80% proteina mlijeka. Sadrži nešto manje dušika nego većina drugih proteina, što je posljedica aminokiselinskog sastava, prisustva fosfora, šećera i njihovih derivata. Sadržaj najzastupljenijih elemenata u proteinima mlijeka je sljedeći: ugljik 52,5%, kisik 22,3%, dušik 15,6%, vodik 7,1%, fosfor 0,8%, sumpor 0,7%. Kazein se sastoji od više frakcija (a, b, g) što je prikazano u **tablici 1** ([Šumić, 2008.](#)).

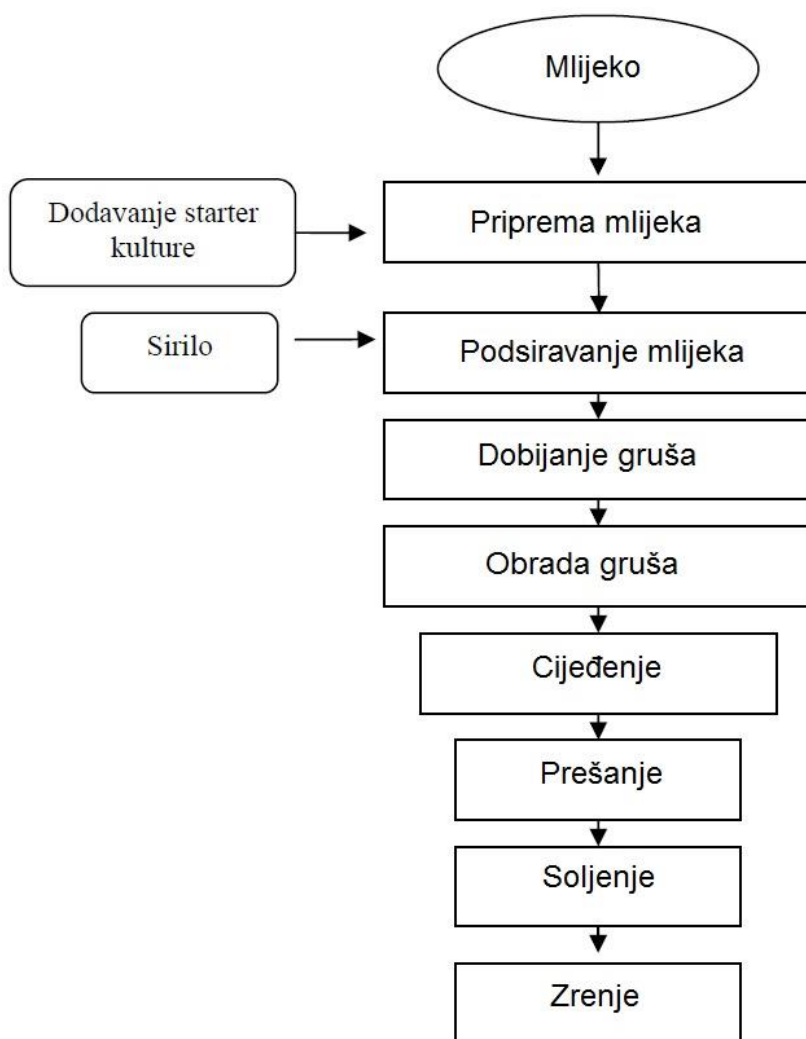
Tablica 1 Udio pojedinih frakcija kazeina (izvor: [Šumić, 2008.](#))

Kazein 81%	
α -kazein:	62%
- α S-kazein	50%
- k-kazein	12%
β -kazein	30%
κ -kazein	5%

2.3. Upotreba kazeina u prehrambenoj industriji

Glavna uloga kazeina u prehrambenoj industriji je u proizvodnji sira, budući da iz mlijeka u sir prelaze uglavnom proteini i masti. Prvi postupak u proizvodnji sira je koagulacija proteina koja se najčešće radi dodatkom kiseline i sirila koje sadrži proteolitičke enzime. Dobije se gruša koji se preša, i cijedi da bi se odvojila sirutka, a zatim reže na kockice koje se kasnije obrađuju na odgovarajući način ovisno o vrsti sira koji se želi dobiti (**slika1**). Na nekim tvrdim i polutvrdim sirevima stavlja se i oznaka sira (etiketa) na površini koja je obično izrađena od kazeina ([Šćurić, 1991.](#)).

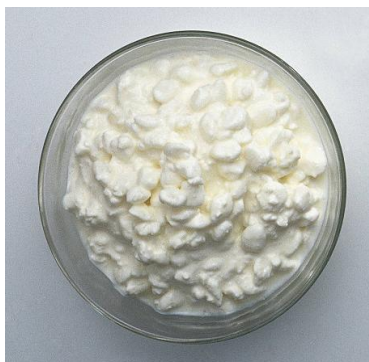
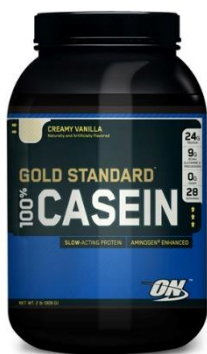
Kazein se danas koristi još kao zamjena za proteine, budući da stvara neku vrstu gela ili ugruška u želucu odakle se polagano otpuštaju potrebne aminokiseline.



Slika 1 Opća shema proizvodnje sira

2.4. Upotreba kazeina u drugim industrijama

Brojne su druge primjene kazeina u raznim industrijama. Nekada se kazein koristio za proizvodnju nekih vrsta plastike (dugmad). Još u drevnom Egiptu ljudi su kazein koristili za proizvodnju boja za crtanje ilustracija. Nadalje, razvoj drvne industrije kroz povijest praćen je razvojem i otkrivanjem novih tehnologija proizvodnje ljepila. Iako se danas većinom proizvode razna sintetička ljepila, kazeinsko ljepilo imalo je znatnu ulogu. Svojstva kazeinskog ljepila omogućuju njegovu upotrebu za sve stolarske radove gdje nisu potrebne specijalne preše za rad na toplo i sl. Zagrebačka mljekara je prva počela proizvoditi kazeinsko ljepilo koje se upotrebljavalo tako da se razmuti sa vodom i kao takvo može se koristiti unutar 3-4 sata, nakon čega se počinje skrućivati. Pakovalo se u količinama od 1,5 i 20 kg u vrećicama obloženim polietilenom (Filjak, 1962.).



Slika 2 Razni proizvodi od kazeina - protein u prahu; sir; plastika (izvor: <http://www.gnc.com>)

3. Proteini sirutke

Proteini sirutke čine oko 18 – 20% ukupnih proteina mlijeka. Njihova nutritivna i funkcionalna svojstva čine ih primjenjivim u raznim područjima prehrambene industrije. Mogu se koristiti kao sredstva za želiranje, za vezivanje vode, emulgiranje i stvaranje pjene. Danas je moguće proizvesti i razne dodatke hrani na bazi proteina sirutke zahvaljujući razvoju membranskih tehnika frakcioniranja. Najvažniji proizvodi proteina sirutke su koncentraci i izolati proteina sirutke ([Herceg i Režek, 2006.](#)).

3.1. Sirutka

Sirutka je sporedni proizvod u proizvodnji sira ili kazeina. U sirutku obično prelazi oko 50 % suhe tvari mlijeka u kojoj je najzastupljenija laktoza, nakon koje slijede proteini, mineralne tvari i mliječna mast (**tablica 2**). U sirutku prelaze svi ugljikohidrati mlijeka preostali nakon proizvodnje sira, od kojih je 90 % laktoze te nešto glukoze i galaktoze, oligosaharida te aminošećera ([Herceg i Režek, 2006.](#)).

Tablica 2 Sastojci suhe tvari i sadržaj proteina u sirutki (izvor: [Bird, 1996.](#))

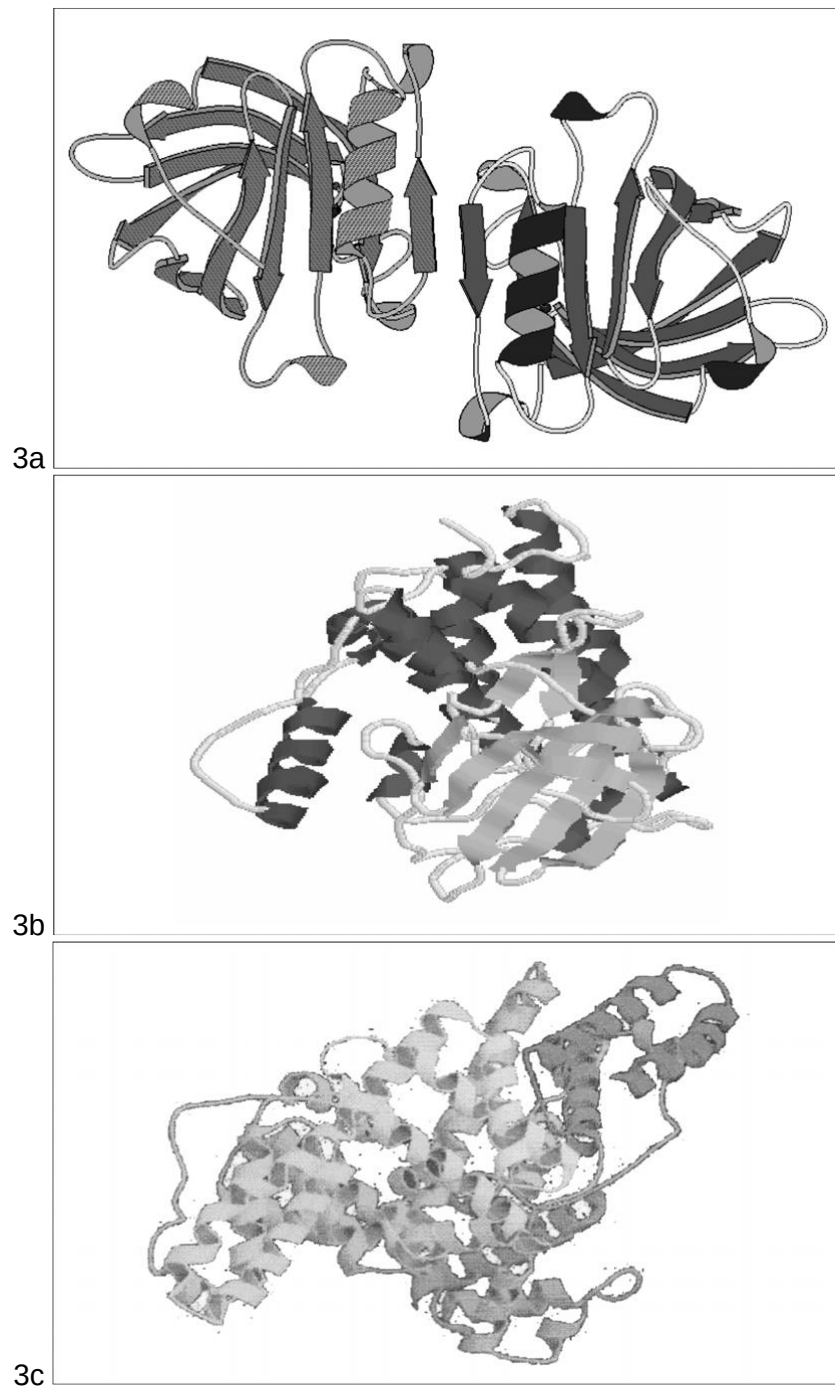
Sastojci suhe tvari	g/100mL	% od ukupne suhe tvari	Proteini sirutke	% od ukupnih proteina
Laktoza	4,66	71,7	β -laktoglobulin	50,0
Proteini sirutke	0,91	14,0	α -laktalbumin	22,0
Mineralne tvari	0,50	7,7	Imunoglobulin	12,0
Mliječna mast	0,37	5,7	Proteaze - peptoni	10,0
Ostalo	0,06	0,9	Albumin krvnog seruma	5,0
Ukupno	6,50	100,0	Ostalo	1,0

U **tablici 2** navedeni su glavni proteini sirutke. β -laktoglobulin je dimer, sastavljen od dva identična peptidna lanca koji se čvrsto drže zajedno pomoću nekovalentnih veza, s ukupno 162 aminokiseline u monomeru. U strukturi β -laktoglobulina zastupljen je dio α -uzvojne strukture i dio β -nabrane strukture te dio neodređene strukture (**slika 3a**).

α -laktalbumin ima homogenu strukturu, vrlo je kompaktan protein skoro okruglog oblika. Sastoji se od jednostrukog lanca s oko 123 aminokiseline (**slika 3b**).

Albumin krvnog seruma potječe iz krvi životinje pa je identičan sastavu i svojstvima serumu albumina (**slika 3c**).

Imunoglobulini su najtermolabilniji proteini sirutke, sadrže u sebi ugljikohidratnu komponentu (heksoze i heksozamin) pa se ubrajaju u glikoproteine ([Herceg i Režek, 2006.](#)).



Slika 3 Struktura proteina sirutke: 3a – β -laktoglobulin; 3b – α -laktalbumin; 3c – albumin krvnog seruma (izvor: [Herceg i Režek, 2006.](#))

3.2. Prehrambena vrijednost proteina sirutke

Energetska vrijednost proteina iznosi oko 4 kcal/g ili 17 kJ/g. Ona ovisi o udjelu različitih aminokiselina koje se apsorbiraju u probavnom sustavu. Veća biološka vrijednost proteina sirutke od samog mlijeka potječe od visokog sadržaja lizina i tioaminokiselina. Biološka vrijednost proteina sirutke veća je i od mnogih drugih proteina životinjskog podrijetla. Zbog toga se proteini sirutke koriste u hrani za dojenčad i u drugim namirnicama za povećanje nutritivne vrijednosti. Sve je više i istraživanja o tome koliku ulogu proteini sirutke imaju u smanjenju rizika od raka, HIV/AIDS-a, bolesti jetre, povećanju imuniteta i performansi kod sportaša ([Herceg i Režek, 2006.](#)).

3.3. Funkcionalna svojstva proteina sirutke

Funkcionalna svojstva proteina sirutke određuju cjelokupno ponašanje proteina u hrani tijekom proizvodnje, skladištenja i potrošnje. Iako su proteini sirutke visokovrijedni kao nutritivni dodatak, većinom se koriste zbog svojih funkcionalnih svojstava (**tablica 3**).

Tablica 3 Upotreba koncentrata proteina sirutke u proizvodnji hrane (izvor: [Jovanović i sur., 2005.](#))

Funkcionalna svojstva	Prehrambeni proizvod
Vezivanje vode; hidratacija	Meso, napitci, kruh, kolači, kobasice
Želiranje, viskoznost	Preljevi za salate, juhe, umaci, meso
Emulgiranje	Dječja hrana, salame, preljevi za salate
Stvaranje pjene	Tučeni preljevi, hrskavi keksi, deserti

Preduvjet za osiguranje funkcionalnih svojstava je topivost polidisperznih proteinskih sustava sirutke. Topivost se gubi denaturiranjem topline (na 70 °C denaturiraju imunoglobulini, a na 100 °C ostali). Nadalje, proteini sirutke posjeduju sposobnosti vezivanja vode, što utječe na konzistenciju namirnice i njenu stabilnost. Ova osobina je važna kod pripreme fermentiranih mliječnih napitaka i u pekarskoj industriji za održavanje svježine pekarskih proizvoda. Međutim, kada se suspenzija proteina sirutke u vodi miješa, inkorporira se zrak i stvara se pjena stabilne strukture. Formiranje pjene ovisi o sposobnosti otvaranja proteinskih lanaca te usmjeravanju na međupovršinu tekućina – zrak.

Sposobnost želiranja proteina sirutke koristi se u raznim industrijama za dobivanje novih tipova proizvoda na mliječnoj osnovi. Proteinski gelovi su sastavljeni od trodimenzionalne mreže koja sadrži veliku količinu vode. S druge strane, proteini sirutke djeluju

kao dobro emulgirajuće sredstvo. Ovo svojstvo se zasniva na proteinskom smanjenju površinske napetosti između hidrofobnih i hidrofilnih komponenata u hrani. Sposobnost emulgiranja ovisi direktno o topivosti, pa tako svi faktori koji utječu na smanjenje topivosti, smanjuju i sposobnost emulgiranja ([Herceg i Režek, 2006.](#)).

3.4. Koncentrat i izolat proteina sirutke

Koncentrat proteina sirutke je prah dobiven sušenjem retentata nakon ultrafiltracije sirutke. Sadrži do 60% proteina sirutke u suhoj tvari i dobiva se isključivo ultrafiltracijom. Ukoliko se želi postići veći udio proteina, onda se mora primijeniti proces dijalizacije. Primjena je raznolika: albuminski sir, humanizirano mlijeko, sladoledi sa povećanom bezmasnom suhom tvari itd.

Tablica 4 Postupci koji se primjenjuju pri proizvodnji proteina sirutke (izvor: [Fox, 2003.](#))

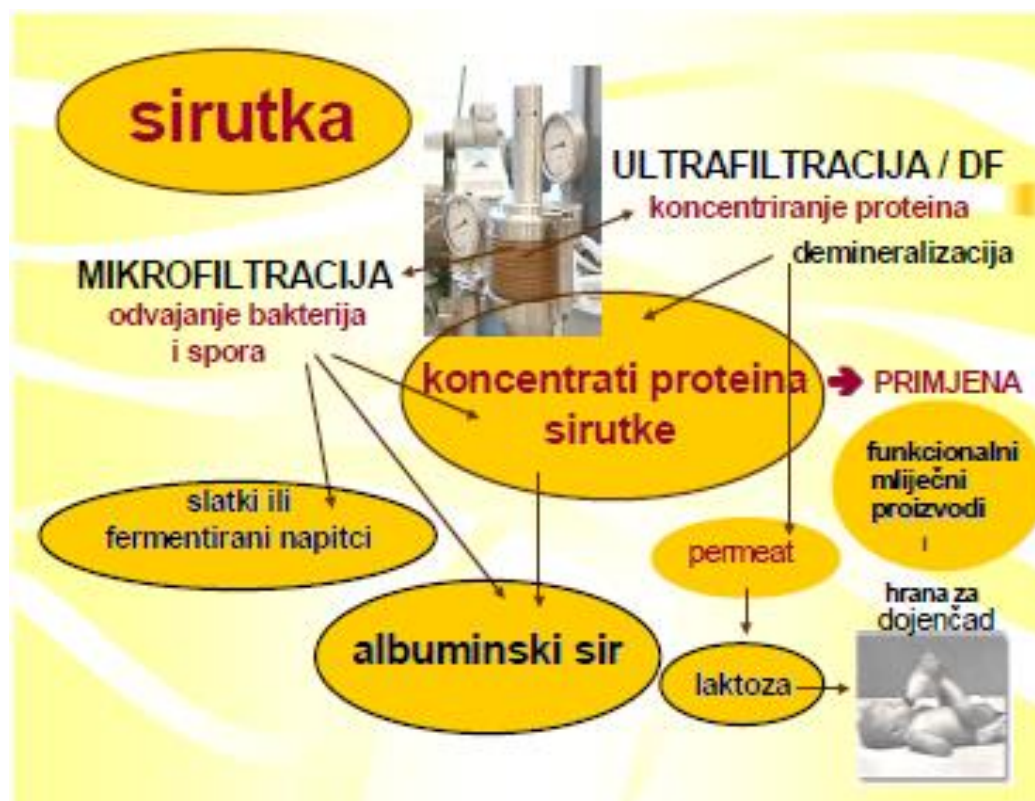
Membransko frakcioniranje	Ultrafiltracija, reverzna osmoza, elektrodijaliza, dijaliza, mikrofiltracija
Taloženje	Metafosfati, karboksimetilceluloza, poliakrilna kiselina, željezo alkohol
Fizikalne i kromatografske separacije	Gel filtracija, ionska izmjena, elektroflotacije, termička precipitacija, ultracentrifugiranje

Izolat proteina sirutke dobiva se primjenom postupka ionske izmjene, pri čemu u izolatu zaostane više od 90% proteina sirutke u suhoj tvari i to je glavni razlog proizvodnje izolata, jer se proteini kao takvi mogu koristiti kao dodatak prehrani ili kao sirovina za proizvodnju nutritivno obogaćenih proizvoda ([Herceg i Režek, 2006.](#)).

3.5. Prednosti i nedostaci sirutke

Još 460. g. p.n.e. Hipokrat je isticao vrijednost sirutke u terapijama protiv tuberkuloze, kožnih bolesti, žutice i dr. Danas je sve više zastupljena za dobivanje raznih proizvoda na bazi mliječnih proteina. Sirutka je, zapravo, sporedni proizvod u tehnološkom procesu proizvodnje sira ili kazeina pa je vrlo promjenjivog sastava. Obično u sirutku prelazi oko 50% suhe tvari mlijeka, i to uglavnom proteini sirutke, laktoza, mineralne tvari i vitamini B skupine. Vitamin C se razgradi već tijekom proizvodnje sira (kielina, temperatura). Biološka vrijednost proteina sirutke puno je veća od one koju ima kazein, a α -laktalbumin ima aminokiselinski sastav blizu

biološkog optimuma. Sirutka je dobra podloga za rast bakterija, pa se od nje proizvode razni fermentirani napitci (Tratnik, 2003.).



Slika 4 Primjena sirutke (izvor: [Tratnik, 2003.](#))

Proizvodi uz dodatak sirutkinih proteina najčešće se odnose na aromatizirane napitke, aromatizirane proteinske pločice i razne dijetetske pripravke. Posljednjih godina sve više se za proizvodnju prehrambenih proizvoda koristi proces ekstruzije. Ovaj proces se, između ostalog, koristi za dobivanje direktno ekspanziranih proizvoda, dakle onih koji se nakon mehaničko-termičke obrade u ekstruderu odmah, ili nakon kraćeg dosušivanja, pakiraju i šalju na tržište. Jedna od takve vrste hrane je „Snack“ hrana. Za proizvodnju „Snack“ hrane koriste se najčešće dvopužni korotirajući ekstruderi u kojima se sirovina podvrgava visokim temperaturama obrade uz kratko vrijeme zadržavanja unutar ekstrudera te intenzivnu ekspanziju uz nagli pad tlaka. Najčešće se kao osnovne sirovine za ovu vrstu proizvoda koriste kukuruzno, pšenično, raženo i rižino brašno, koje sadrži maksimalno do 9% proteina. Razvojem tehnologije ekstruzije posebna se pozornost poklanja obogaćivanju ekstrudiranih proizvoda različitim vrstama proteina u koje spadaju i proteini sirutke, te se posebno u smjesu za ekstruziju dodaju u određenim postocima koncentri proteina sirutke (Brnčić, 2008.).

4. Zaključak

Mlijeko je sirovina koja se, i bez ikakve prerade, može koristiti u prehrani ljudi, i ujedno predstavlja bogat izvor proteina, minerala i vitamina. Proteini mlijeka imaju sve veću ulogu u prehrambenoj industriji. Iako kazein predstavlja oko četiri petine ukupnih proteina mlijeka i glavna je sirovina za proizvodnju sira, ipak su proteini sirutke u zadnje vrijeme u središtu zanimanja brojnih industrija zahvaljujući njihovoj prehrambenoj i nutritivnoj vrijednosti. Najčešće se koriste kao dodaci u prehrani za poboljšanje nutritivne vrijednosti, ali i za emulgiranje, želiranje itd. Sirutka, iako nekad nusproizvod kod proizvodnje sira, danas predstavlja sirovinu za proizvodnju proteina sirutke, ali i raznih fermentiranih mliječnih napitaka. Osim toga, danas se sve više prehrambena industrija okreće ka funkcionalnoj hrani, pa tako postoje razni proteinski prahovi za sportaše, dijetetski pripravci, nutritivno obogaćena dječja hrana i dr. Funkcionalna hrana 2. generacije, tj. fermentirana hrana s živim korisnim mikroorganizmima (probiotici) također je temelj suvremene mljekarske industrije, gdje se proizvodi u najvećim količinama u usporedbi s drugim granama prehrambene industrije. Stoga se može reći da je suvremena mljekarska industrija danas interdisciplinarno područje usko vezano uz nutricionizam, a izolati i koncentрати mliječnih proteina (osobito proteina sirutke), zauzimaju ovdje važno mjesto.

Literatura

1. Bird J: The application of membrane systems in the dairy industry. *J. Soc. Dairy Technol.* **49**:16-23, 1996.
2. Brnčić M, Karlović S, Bosiljkov T, Tripalo B, Ježek D, Cugelj I, Obradović V: Obogaćivanje ekstrudiranih proizvoda proteinima sirutke. *Mljekarstvo* **58**:275-295, 2008.
3. Dvoržak L: Proizvodnja kiselog kazeina. *Mljekarstvo* **15**:201-202, 1965.
4. Đorđević J: *Mleko*. Naučna knjiga. Beograd, 1987.
5. Filjak D: Kazeinsko ljepilo – novi proizvod Zagrebačke mljekare. *Mljekarstvo* **12**: 14-15, 1962.
6. Herceg Z, Režek A: Prehrambena i funkcionalna svojstva koncentrata i izolata proteina sirutke. *Mljekarstvo* **56**:379-396, 2006.
7. Jovanović S, Barać M, Maćej O: Serum proteini – osobine i mogućnost primjene. *Mljekarstvo* **55**:215-233, 2005.
8. Markeš M: Kazein. *Stručni rad*. Prehrambeno-tehnološki institut Zagreb, 1977.
9. Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima, *Narodne novine* 20/2009.
10. Sumenić-Bijeljac S: Izučavanje proteina sirutke i karakteristike njihove disperzije u odnosu na ukupne proteine- *Mljekarstvo* **27**: 11-19, 1977.
11. Šćurić M: Proizvodnja sira feta. *Mljekarstvo* **41**:329-333, 1991.
12. Šumić Z: Kazein. *Seminarski rad*, Novi Sad, 2008.
13. Tratnik Lj: Uloga sirutke u proizvodnji funkcionalne mliječne hrane. *Mljekarstvo* **53**:325-352, 2003.
14. Proizvodnja sira <http://agronomija.rs/2014/proizvodnja-sira/> (03.06.2016.)
15. Kazein
16. http://www.gnc.com/graphics/product_images/pGNC1-3380567dt.jpg (03.06.2016.)