

# IZDVAJANJE SIRUTKINIH PROTEINA CENTRI-WHEY POSTUPKOM\*

Slavko KIRIN, dipl. ing., Vlasta VALINČIĆ, dipl. ing.,  
»Sirela«, Bjelovar

## Uvod

U proizvodnji sireva sirutka se javlja kao nusproizvod. Njeno iskorištavanje postaje sve aktuelnije, bilo zbog vrijednosti njezinog sastava ili zbog sve naglašenijih pitanja zaštite čovjekove okoline. Zavisno od svrhe iskorištenja i primjene dobivenih produkata, danas postoje sve savršeniji sistemi ultrafiltracije, reverzne osmoze, gelfiltracije, elektrodijalize, dehidracije i dr., kojim se dobivaju koncentrirani oblici pojedinih sastojaka sirutke ili pak njezine odvojene frakcije. Budući, da se u »Sireli«, kao isključivom proizvođaču sireva, javljaju velike količine sirutke, prišlo se riješenju iskorištenja sirutke Centri-Whey postupkom, odnosno dobivanju sirutkinih proteina. Rad na ovom području nalazi se još u pokusnoj fazi.

## Sirutka

Sirutka je zelenkasto-žuta tekućina, koja se javlja u proizvodnji sireva nakon enzimatskog ili kiselinskog izdvajanja kazeina i većeg dijela mlječne masti iz mlijeka. Znači, ona predstavlja vodenu fazu mlijeka u kojoj nakon sirenja zaostaju sastojci mlijeka koji nisu zahvaćeni enzimatskim ili kiselinskim procesima izdvajanja. Stoga se u sirutki nalazi cca 50% suhe tvari mlijeka koju sačinjavaju ugljikohidrati, mast, bjelančevine, mineralne tvari i vitamini. Budući da se u »Sireli« radi o proizvodnji sirišnih sireva, slijedeći podaci odnose se na tzv. slatku sirutku.

n = 100	
Voda	94,14%
Mast	0,05%
Laktoza	4,67%
Bjelančevine	0,56%
Mineralne tvari	0,56%
Suha tvar	5,86%

Kako je vidljivo, sirutkini proteini u sastavu sirutke zauzimaju 0,56%. Ovu vrijednost predstavljaju proteini koji se nisu izdvojili (oborili) pasterezacijom i djelovanjem enzima sirila, odnosno proteini koji najvećim dijelom spadaju u grupu laktoalbumina i laktoglobulina. Najveći postotak sirutkinih proteina otpada na laktoalbumin, odnosno njegove frakcije:  $\beta$  — laktoglobulin A,  $\beta$  — laktoglobulin B,  $\beta$  — laktoglobulin C i albumin krvnog seruma. Zbog svog aminokiselinskog sastava, sirutkini proteini spadaju u grupu biološki visokovrijednih bjelančevina koje pokazuju i neke imunitetske osobine. Stoga je njihovo iskorištavanje od prvorazrednog značaja. Jedan od načina izdvajanja i iskorištenja tih preostalih 20% bjelančevina mlijeka predstavlja i Centri-Whey postupak.

## Centri-Whey

Do izdvajanja (obaranja) kazeinskih frakcija mlijeka dolazi enzimatskim djelovanjem sirila ili zakiseljavanjem mlijeka, ili pak njihovim kombiniranim djelovanjem. Laktoalbumini i laktoglobulini mlijeka neosjetljivi su na djelo-

\* Referat održan na XVI Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1978.

vanje sirila ili kiseline, te stoga prelaze u sirutku nepromijenjeni. Njihovo izdvajanje iz sirutke, pa prema tome i iskorištenje, temelji se na njihovom svojstvu obaranja i taloženja pri visokim temperaturama, uz istodobno smanjenje pH vrijednosti sirutke do izoelektrične točke. Na ovim osnovama zasniva se Centri-Whey postupak. Ovaj postupak predstavlja patent firme »Alfa-Laval«, a osnovna mu je odlika da su tako izdvojeni sirutkini proteini prikladni za uklapanje u pojedine prehrambene proizvode.

Sam proces obuhvaća dvije faze:

- 1) Obaranje sirutkinih proteina
- 2) Odvajanje oborenih proteina

Kao proizvod ovog postupka dobije se koncentrat sirutkinih proteina i deproteinizirana sirutka, s preostalim svojim sastojcima. Kapacitet Centri-Whey postrojenja u »Sireli« iznosi 5000 l sirutke na sat.

### Priprema sirutke

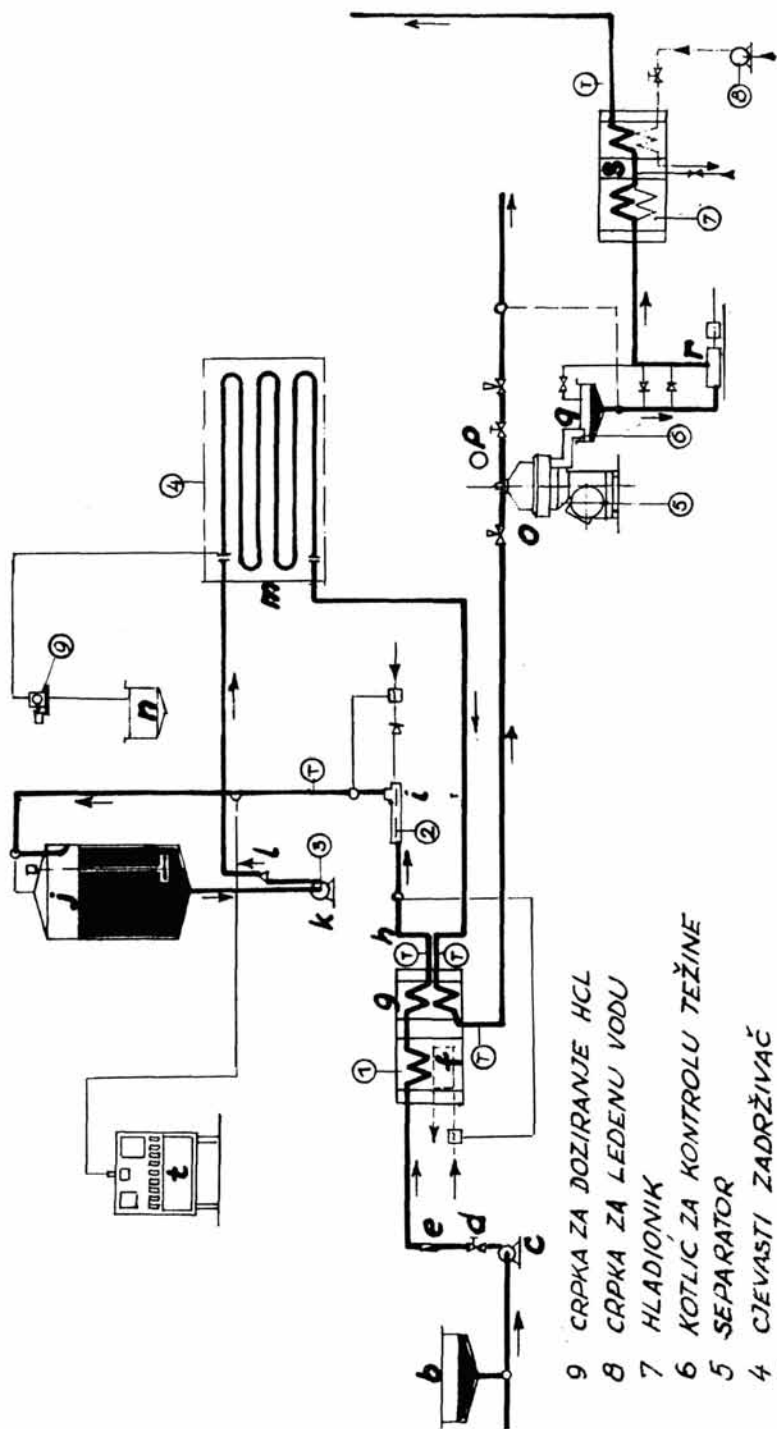
Sirutka dobivena u proizvodnji sira, sakuplja se u sabirnom bazenu. Za Centri-Whey postupak koristi se samo ona sirutka koja se odvoji prije dodavanja vode u tijeku procesa proizvodnje sira. Analize ove sirutke dale su slijedeće prosječne vrijednosti (n 240):

Mlječna mast	0,05%
Suha tvar	5,56%
Spec. tež.	1,0239
Titracijska kiselost	4,93°SH
Aktuelna kiselost	6,26pH

Iz sabirnog bazena sirutka odlazi na obiranje. Obrana sirutka hladi se u pločastom hladioniku i ohlađena do temperature 8—10°C, uskladištuje se u skladišnom tanku. Kod sirutke koja ulazi u Centri-Whey proces, treba obratiti naročitu pažnju aktuelnoj kiselosti, pa vrijednost treba iznositi 6,2—6,4 pH. U slučajevima niže vrijednosti, odnosno veće kiselosti, dolazi do smetnji ili potpunog onemogućavanja Centri-Whey procesa.

Odvijanje Centri-Whey procesa (vidi shemu)

Obrana i ohlađena (8—10°C) sirutka iz skladišnog tanka ulazi u proces preko balansnog kotlića (b). Pomoću centrifugalne crpke (c) koja je opremljena slavinom za reguliranje (d) i regulatorom protoka (e), sirutka ulazi u izmjenjivač (f, g), gdje joj se temperatura povećava sirutkom koja dolazi iz zadrživača i iznosi 63—65°C. Termometar (h) kontrolira temperaturu, a dogrijava-nje na konačnu temperaturu (88—90°C) izvodi se pomoću posebnog parnog injektora (i). Ovako dogrijava sirutka odlazi u tank (j), gdje se uz miješanje zadržava 20 minuta. Pomoću crpke (k) i automatskog regulatora (l), sirutka se iz tanka (j) prebacuje u cijevasti zadrživač temperature (m). Prethodno joj se na početku zadrživača pomoću dozatora solne kiseline smanji pH vrijednost na 4,6—4,7. HCl se dozira crpkom iz kotlića (n). U zadrživaču, gdje temperatura iznosi 88—90°C a kiselost 4,6—4,7 pH, dolazi do obaranja sirutkinih proteina. Tako oborena sirutka odlazi na hlađenje u sektor pločastog izmjenjivača (g), odakle se prebacuje u separator sa otvorenim kotličem (o). Tu se formira koncentrat sirutkinih proteina, koji se nakon kontrole težine u kotliću (q) preko crpke (r) prebacuje u hladionik sa dva toka (s). Deproteinizira-



- 9 CRPKA ZA DOZIRANJE HCL
- 8 CRPKA ZA LEDENU VODU
- 7 HLADIONIK
- 6 KOTLIĆ ZA KONTROLU TEŽINE
- 5 SEPARATOR
- 4 CJEVASTI ZADRŽIVAČ
- 3 CRPKA
- 2 INJEKTOR PARE
- 1 IZMJENJIVAČ

## CENTRI - WHEY

na sirutka pod kontrolom manometra (p) odvodi se iz sistema. Ohlađeni koncentrat skladišti se u skladišnom tanku. Cjelokupnim procesom upravlja se preko komandnog ormara (t), na kojem se nalaze svi kontrolni instrumenti, signalni uređaji i programator. Pranje Centri-Whey postrojenja vrši se CIP — sistemom jer postrojenje sadrži i povratne vode.

### Koncentrat sirutkinih proteina

Dobiveni koncentrat sirutkinih proteina je izrazito bijela, žitka tekućina, bez mirisa i bez izrazitijeg okusa, pjeskovite strukture. Analize koje su vršene u našem laboratoriju dale su slijedeće prosječne vrijednosti (n = 40):

Suha tvar	13,69 <sup>0/0</sup>
Spec. tež.	1,0367
Titracijska kiselost	21,9 <sup>0SH</sup>
Aktuelna kiselost	4,77 plī

Kako vidimo iz ovih podataka, postotak suhe tvari koncentrata povećan je u odnosu na suhu tvar sirutke koja je ušla u proces, za oko 2,5 puta. Isto tako povećana je i titracijska i aktuelna kiselost, što je posljedica snižavanja pH vrijednosti na izoelektričnu točku i koncentracije proteina. Bakteriološke analize koncentrata pokazale su njegovu bakteriološku ispravnost. Deproteinizirana sirutka koja ostaje nakon obaranja proteina, ima također povećanu kiselost (pH = 4,65) i smanjenu suhu tvar, čija vrijednost iznosi  $\bar{x} = 5,11^{0/0}$ .

### Iskorištenje sirutke

U našim pokusnim šaržama (n = 40) obrađivali smo 20 000 l sirutke. Iskorištenje sirutke, odnosno izdvajanje proteina, prikazat ćemo na iskorištenju suhe tvari sirutke. Prosječna vrijednost suhe tvari sirutke koja je ušla u proces iznosi 5,56<sup>0/0</sup>. Nakon obaranja proteina, deproteinizirana sirutka imala je prosječnu vrijednost suhe tvari 5,11<sup>0/0</sup>. Iz ovog izlazi da je u Centri-Whey procesu izdvojeno 0,45<sup>0/0</sup> suhe tvari ulazne sirutke, odnosno da randman iznosi 8,09<sup>0/0</sup>. U našem slučaju dobiju se slijedeće vrijednosti:

Ulazna sirutka: 20 000 l x 1,0239 (sp. t. sirutke) x 55,6 = 1138 kg s. tv.

Koncentrat: uz randman izdvajanja 8,09<sup>0/0</sup> =  $\frac{1138 \times 8,09}{100} = 92$  kg.

Suha tvar koncentrata 13,69<sup>0/0</sup>

Količina dobivenog koncentrata:  $\frac{92 \times 100}{13,69} = 672$  kg : 1,0367 (sp. t.) = 648 l.

Kako je vidljivo iz ovog prikaza, obradom 20 000 l sirutke dobili smo 648 l koncentrata. Dobiveni koncentrat sadrži 13,69<sup>0/0</sup> suhe tvari. U sastavu ove suhe tvari, najveći postotak otpada na sirutkine proteine, dok izvjesni dio odnosi se na oborene fosfate, laktozu, te ostale proteinske komponente sirutke (na pr. proteoze i jednostavne proteine). Stupanj izdvajanja proteina, odnosno suhe tvari sirutke, zavisi o postotku suhe tvari ulazne sirutke, koja varira s obzirom na laktacijski period i hranidbu muzara, primjenu pasterizacije, te o oštini separiranja oborene sirutke. Kad se želi postići veća koncentracija proteina, smanjuje se izdvajanje, odnosno iskorištenje sirutke. Budući da je u primjeni koncentrata najvažnija količina suhe tvari, mi nismo vršili analize proteina koncentrata. Proizvođač postrojenja navodi da stupanj ekstrakcije proteina iz sirutke iznosi 90—92<sup>0/0</sup>.

## Zaključak

Kako je vidljivo iz ovog prikaza, Centri-Whey postupak predstavlja jedan od načina izdvajanja i dobivanja koncentrata sirutkinih proteina, koji se u ovom obliku mogu iskoristiti u proizvodnji različitih pastoznih proizvoda, u mesnoj industriji, u proizvodnji namaza i različitih pripravaka od sira, mlječnih napitaka, u proizvodnji sirutkinih (albuminskih) sireva, te u farmaceutskoj industriji. Patent Centri-Whey predviđa uklapanje dobivenih sirutkinih proteina u mlijeko za sirenje, povećavajući mu suhu tvar, te na osnovu ovog i određenih osobina suhe tvari koncentrata, dolazi do povećanja randmana sira za 10—12%. U tom pravcu, vrše se određeni pokusi i u »Sireli«.

## Literatura

1. DAMEROW G., GERHOLD E. (1976): Umweltfreundliche Beseitigung von Molke — Gewinnung von Molkenprotein und Verwertung der enteimissten Molke durch Fermentation, *Deutsche Milchwirtschaft* 27, 25 (1976)
2. MARKES M.: Sirutka kao industrijska sirovina, *Mljekarstvo* 17 (4) (1967)
3. SABADOS, D.: Tehnologija mlijeka i mlječnih proizvoda (1970).
4. SCHULZ, M. E.: Das grosse Molkerei-lexikon, (1965).

## MIKROBIOLOŠKI KVALITET I ODRŽIVOST PASTERIZOVANOG MLEKA U RAZLIČITIM USLOVIMA

Ana ARSOV, dipl. ing.  
Biotehniška fakulteta, Ljubljana

### Uvod

Na promenu kvaliteta pasterizovanog mleka mogu uticati mnogobrojni faktori. Bitnu ulogu ima temperatura na kojoj je mleko skladišteno po pasterizaciji odnosno ambaliranju. Temperatura i vreme skladištenja mleka u mlekarima i prodavaonicama obično nisu najpovoljniji i zbog toga dolazi do promena ukusa i mirisa pasterizovanog mleka, a posebno takvog mleka, koje je bilo prerađeno iz nekvalitetnog sirovog mleka. Pasterizacija može uništiti skoro sve mikroorganizme, ali u mleku ostaju neki razgradni produkti kao posledica delovanja nekih vrsta psihotrofnih mikroorganizama; pasterizaciju mogu preživjeti i spore koje se razmnožavaju u povoljnim uslovima. Isto tako je nepoželjna i štetna kontaminacija mleka sa mikroorganizmima po pasterizaciji.

U današnje vreme potrošnja pasterizovanog mleka je u porastu. U pogledu proizvodnog programa i asortimana proizvodnje mlekarska industrija raspolaže sa prilično širokim asortimanom proizvoda, a tendencija je, da se što više osvajaju oni mlečni proizvodi koji su ne samo ekonomičniji nego i mnogo pogodniji za manipulaciju u prometu. U tom pogledu posebno je forsirana proizvodnja aseptičnih mlečnih proizvoda na osnovu kratkotrajne sterilizacije. Vitković (10) navodi da je proizvodnja pasterizovanog mleka u Jugoslaviji u prvom polugodju 1977. godine porasla za 3,4%. Ukupno otkupljene količine mleka za prvih šest meseci ove godine upotrebljene su bile za proizvodnju pasterizovanog mleka u količini 38% ili 266.844 tona, ultrapasterizovanog u količini 8% ili 47.542 tona. Prema tome kod nas je još uvek u ogromnom prioritetu proizvodnja pasterizovanog mleka.

Za taj rad smo se odlučili zbog toga da ustanovimo kakav je kvalitet konzumnog pasterizovanog mleka, kojeg svakodnevno uživa najširi krug potrošača i kakav je uticaj vremena i temperature skladištenja na mikrobiološke promene u mleku. Dufeu (4) navodi da i niske temperature kod kojih se vrši manipu-