

## Proizvodnja sirutke u prahu u »Sireli«, Bjelovar\* (Production of Powdered Whey in »Sirela«, Bjelovar)

Ana ABRAMOVIĆ, dipl. inž., Marko PERENČEVIĆ, inž., Marija ŠĆURIC,  
dipl. inž., »Sirela«, Bjelovar

Stručni rad — Professional Paper

UDK: 637.344:66.049.1:047

Prispjelo: 20. 7. 1986.

### Sažetak

*Mogućnosti upotrebe sirutke su mnogobrojne. Autori obrađuju proizvodnju sirutke u prahu koja se odvija u dvije faze: evaporacija i sušenje. Na taj se način dobiva proizvod velike hranidbene vrijednosti vrijeme upotrebljivosti se povećava, a prijevoz je olakšan.*

*Sirutka u prahu zadovoljava kemijske i bakteriološke norme.*

### Summary

*The possibilities of usage whey are many. Authors research the production of powdered whey, which has two fases: evaporation and drying. In this manner high nutritive quality product is obtained, the time of applicability is longer and the transport is casier.*

*Powdered whey satisfies chemical and bacteriological standards.*

### 1. Uvod

Sirutka je vrlo vrijedan sporedni proizvod u sirarstvu. Prvenstveno zbog vrijednosti njezinog sastava, a i zbog svaki dan sve važnijeg pitanja očuvanja čovjekove okoline, upotrebi sirutke daje se sve veće značenje (Kirin, Valičić, 1978). Poznato je da je R. O. »Sirela« velik proizvođač sireva sa dnevnom preradom mlijeka od 200.000 litara u sireve, što osigurava znatne količine sirutke. Jedan dio sirutke se koristi kao stočna hrana na svinjogojskom gospodarstvu i kod pojedinačnih proizvođača-kooperanata, a veći se dio uparava na oko 50% suhe tvari i kao evaporat šalje na sušenje u prah.

### 2. Proizvodni proces dobivanja praha sirutke

#### Sirutka

Sirutka sadrži vrijedne sastojke mlijeka koji nisu izdvojeni djelovanjem sirišnog fermenta. Ona sadrži oko 50% suhe tvari mlijeka koju čine bjelančevine, mast, ugljikohidrati, mineralne tvari i vitamini. U tablici 1. prikazane su vrijednosti za takvozvanu »slátku« sirutku koja je nuzproizvod pri proizvodnji sireva, dobivenih uz primjenu proteolitičkih enzima.

\* Referat je održan na XXIV Seminaru za mljekarsku industriju, Opatija, 1986.

**Tablica 1. Prosječni kemijski sastav sirutke**  
**Table 1. Average Chemical Structure of Whey**

		n = 20
Suha tvar		
Dry Matter	%	5,21
Voda		
Water	%	94,78
Bjelančevine		
Proteins	%	0,51
Laktoza		
Lactose	%	3,87
Mast		
Fat	%	0,20
Pepeo		
Ash	%	0,54

Ovako dobivenu sirutku potrebno je prije uparavanja pripremiti. Pod tim se podrazumijeva pročišćavanje sirutke od zaostale sirne prašine, obiranje mlječne masti i hlađenje. Sirutka se hladi na 5 °C kako bi se zaustavilo povećavanje kiselosti uzrokovano bakterijama. Svakodnevnim praćenjem kemijskog sastava tako pripremljene sirutke dobiveni su rezultati koje prikazuje slijedeća tablica.

**Tablica 2. Kemijski sastav i fizikalna svojstva sirutke za evaporaciju**

**Table 2. Chemical Structure and Physical Properties of Whey Aimed for Evaporation**

		n = 100
Suha tvar		
Dry Matter		5,58%
Mast		
Fat		0,035%
Spg		
Density		1,0230
Kiselost		
Acid		4,5 °SH

Tehnološki proces dobivanja praha sirutke u našem slučaju sastoji se od slijedećih faza:

- A — evaporacija
- B — kristalizacija
- C — prijenos evaporata
- D — sušenje

#### A— Evaporacija sirutke

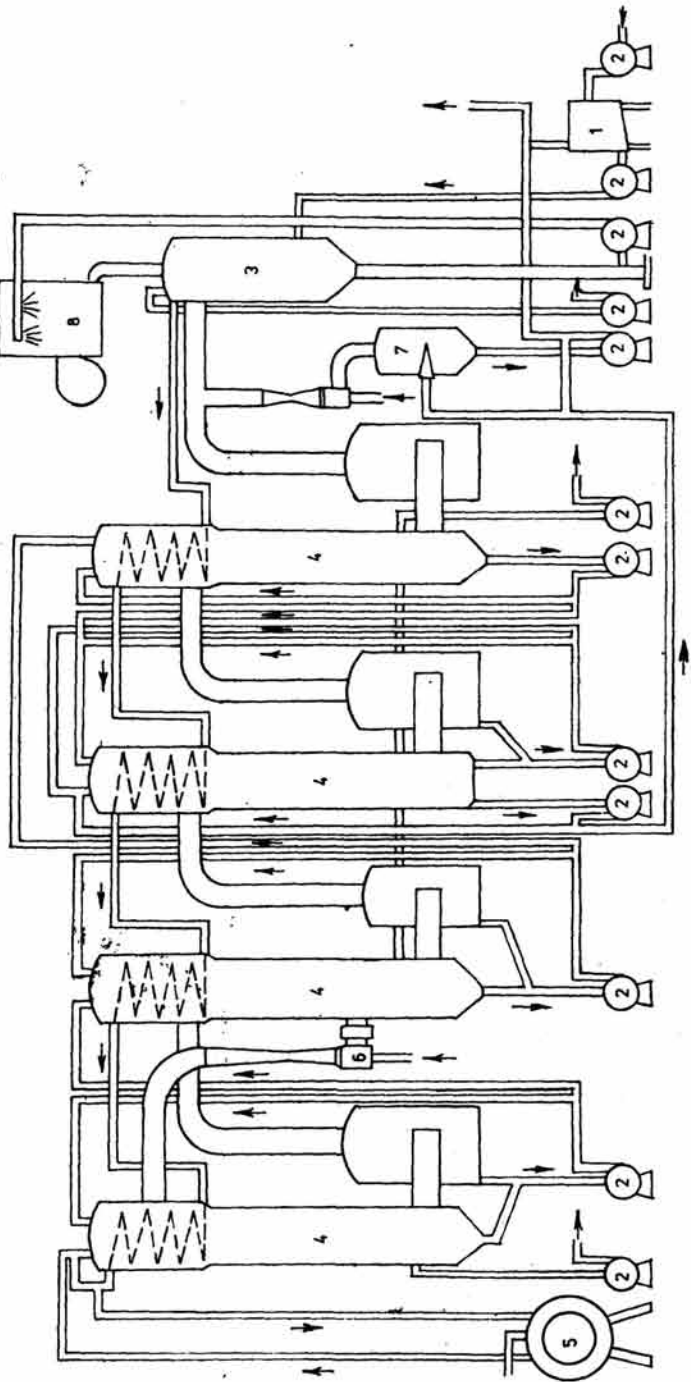
Evaporacija sirutke je tehnološki postupak kojim se povećava suha tvar zbog lakšeg i racionalnijeg provođenja slijedećih faza.

Koncentriranje se vrši u četverostepenoj uparnoj stanici. Kapacitet postrojenja je 12.500 l sirutke/sat ili 1.350 kg evaporata sa 55% suhe tvari. Proizvođač postrojenja je »Jedinstvo« iz Zagreba.

**Shema postrojenja za uparavanje sirutke**  
**Scheme of Steamed Whey Equipment**

LEGENDA :

- 1. BALANSNI KOTLIĆ
- 2. CENTRIFUGALNE PUMPE
- 3. KONDENZATOR
- 4. GRIJALICE
- 5. PASTERIZATOR
- 6. PARNI EJEKTOR
- 7. EKSPANZIJONI HLAĐNJAK
- 8. RASHLADNI TORANJ



Sirutka se uz pomoć napojne pumpe uvodi u balansni bazen koji osigurava stalno snabdijevanje sistema sirutkom. Slijedi predgrijavanje sirutke u sistemu cjevastih predgrijača smještenih u kondenzatoru i grijalicama. U kondenzatoru prima toplinu od para koje ovamo dolaze iz trećeg stupnja i ekspanzionog hladnjaka. Sirutka se ovdje zagrije od 5 °C na oko 35 °C, a para kondenzira.

Iz kondenzatora se sirutka odvodi na predgrijavanje u grijalicu, gdje preuzima toplinu otparnih, takozvanih bridovnih para, a u posljednjem stupnju predgrijavanja i od pare koja se u sistemu uvodi uz pomoć ejektora. Na kraju predgrijavanja postiže se temperatura od 70 do 72 °C.

Nakon ove faze postoji mogućnost dodatnog zagrijavanja uz pomoć cjevastog pasterizatora, čime se želi osigurati bakteriološka pravilnost gotovog proizvoda. Kod ugušćavanja sirutke ne upotrebljava se međutim, cjevasti grijač, jer nije poželjno sirutku zagrijavati iznad 70 °C.

Ovako zagrijana sirutka uvodi se u prvi stupanj, gdje se slijeva u tankom sloju naniže niz sistem cijevi prema dnu grijalice i prelazi u separator. U separatoru se odvoji dio pare koja se koristi kao sredstvo za predgrijavanje, a sirutka se odvodi u slijedeći stupanj. Svaki slijedeći stupanj ima niži pritisak i nižu temperaturu. U slijedećim stupnjevima postupak se ponavlja. Kod svakog stupnja provodi se recirkulacija, što znači da se sa dna separatora dio medija vraća ponovno na vrh cjevnog registra, a dio se odvodi u slijedeći stupanj. Time se pospješuje ugušćivanje.

Na izlazu iz prvog stupnja sirutka ima oko 8% suhe tvari, u drugom stupnju postiže se 14% suhe tvari, u trećem stupnju sirutka ima oko 22% suhe tvari. Na izlazu iz posljednjeg stupnja postiže se oko 50% suhe tvari. Iz četvrtog stupnja medij se prebacuje u ekspanzioni hladnjak koji evaporat hladi na temperaturu kristalizacije.

Postotak suhe tvari mjerili smo refraktometrom na izlazu iz ekspanzionog hladnjaka. Ukoliko se ne postigne željeni postotak suhe tvari, evaporat se vraća u balansni bazen, a ukoliko je postotak suhe tvari zadovoljavajući, evaporat se prebacuje u kristalizator. Slijedeća tablica prikazuje prosječne vrijednosti kemijskog sastava našeg evaporata.

**Tablica 3. Prosječni kemijski sastav evaporata**

**Table 3. Average Chemical Structure of Evaporate**

Suha tvar	
Dry Matter	50,58%
Mast	
Fat	0,63%
Bjelančevine	
Proteins	4,65%
Laktoza	
Lactose	41,46%
Pepeo	
Ash	3,90%
Kiselost	
Acid	38,64 °SH

## B — Kristalizacija

Ova tehnološka faza provodi se u kristalizatorima s namjerom da se provede laktoza iz amorfne u kristalni oblik te tako omogućiti sušenje koncentrata sirutke i smanje hidroskopska svojstva praha.

U prezasićenoj otopini laktoze njezini  $\alpha$  i  $\beta$  oblik nalaze se u ravnoteži i spontana kristalizacija se teško odvija. Da bi se zahvatila što veća količina laktoze kristalizacijom, potrebno je stvoriti određene uvjete za to. Koncentrat sirutke treba što brže ohladiti na 30 °C; postotak suhe tvari treba biti optimalan jer viskozitet utječe na brzinu kristalizacije; treba dodati već oblikovane kristale laktoze kao podstrek za kristalizaciju (Đorđević, 1982). Za vrijeme punjenja kristalizatora dodali smo 0,2% praha sirutke. Kristali laktoze iz praha sirutke ponašaju se kao inicijalne jezgre kristala koja se  $\alpha$  oblikom laktoze tvore kristale. Time se narušava ravnoteža  $\alpha$  i  $\beta$  oblika te jedan dio  $\beta$  oblika prelazi u  $\alpha$  oblik i tako se osigurava neprekinutost kristalizacije, (Čarić, i sur. 1979). U toku kristalizacije temperatura se postupno snižava na 18 °C. Kristalizacija se provodi u gore navedenim uvjetima 8 — 10 sati uz stalno miješanje.

## C — Prijenos koncentrata

Nakon kristalizacije sirutka se prenosi na sušenje. Problem koji nastaje kod prijenosa evaporata je taloženje kristala na dno prijenosne posude. To se nastoji spriječiti samim postupkom kristalizacije (manji kristali) i punjenjem prijenosne posude do najviše 75% zapremnine, kako bi se osiguralo makar i najmanje miješanje u toku prijenosa. Usprkos tome često dolazi do djelomičnog taloženja u prijenosnoj posudi, a takav je talog neupotrebljiv u daljnjoj preradi.

## D — Sušenje

Sušenje se provodi sistemom raspršivanja koncentrata u tornju u struji vrućeg zraka. Koncentrat se uvodi u toranj uz pomoć centrifugalnog raspršivača sa diskom koji omogućuje postizavanje finih ravnomjerno raspoređenih čestica mikronskih veličina. Temperatura ulaznog zraka koji se ubacuje u toranj iznad zone raspršivanja je 175 do 178 °C, a izlaznog od 80 °C, (Prohaska i Marošević, 1976). Dobiveni prah se mehaničkim ili pneumatskim putem odvodi iz tornja na hlađenje i spremanje u vreće.

## 3. Sirutka u prahu kao proizvod

Prerada prirodne sirutke u prah suvremeni je način konzerviranja te hranjive tvari i osjetno produžava njezin rok upotrebljivosti. Osniva se na uklanjanju slobodne i vezane vode do te mjere da onemogućiti rast i razvoj mikroorganizama.

Tako dobiven prah sirutke upotrebljava se u konditorskoj industriji i u tvornicama stočne hrane, ali bi njegova primjena mogla biti daleko veća u prehrambenoj industriji, (Ostojić i Pucarević, 1983).

Sirutka u prahu mogla bi se koristiti u farmaceutskoj i pekarskoj industriji, u proizvodnji sladoleda te kao komponenta u proizvodnji topljenih sireva.

**Tablica 4. Bakteriološka kakvoća sirutke u prahu prema kriterijima Pravilnika o uslovima u pogledu mikrobiološke ispravnosti ... (Pravilnik Sl. list SFRJ br. 45/83).**

**Table 4. Bacteriological Quality of Powdered Whey Toward Criteria of »Rules about Microbiological Accuracy«**

n = 100

Vrsta Type	Negativan nalaz Negative Finding	Pozitivan nalaz Positive Finding
1. <i>E. coli</i> u 0,1 g <i>E. coli</i>	100	—
2. Koagulaza pozitivni stafilocoki u 0,1 g Coagulase Positive <i>Staphylococcus</i>	100	—
3. Sulfito reducirajući klostridiji 0,1 g Sulfat Reduced <i>Clostridium</i>	92	8
4. <i>Proteus</i> vrste u 0,1 g <i>Proteus spec.</i>	100	—
5. Ukupan broj bakterija ( $< 50.000/g$ ) Total Bacteria	95	5

Iz navedene tablice vidljivo je da je u 8% slučajeva postojala sumnja u prisutnost klostridija, a u 5% slučajeva je ukupan broj bakterija bio veći od 50 tisuća u 1 gramu.

Kemijski sastav i fizikalna svojstva sirutke u prahu istraživani su uobičajenim metodama u laboratoriju »Sirele« i u laboratoriju Veterinarskog instituta u Križevcima. Dobiveni rezultati dati su u slijedećoj tablici.

**Tablica 5. Kemijski sastav i fizikalna svojstva sirutke u prahu**

**Table 5. Chemical Structure and Physical Properties of Powdered Whey**

Voda	3,04%
Water	
Bjelančevine	12,46%
Proteins	
Laktoza	80,16%
Lactose	
Mast	0,18%
Fat	
Pepeo	8,12%
Ash	
Kiselošt	6,44 °SH
Acid	
Topivost	98,09%
Solubility	

Svi istraživani uzorci ovako dobivenog praha imali su uobičajena organoleptička svojstva u skladu sa Pravilnikom o kvaliteti mlijeka i proizvoda od mlijeka, sirila i čistih kultura (Sl. list SFRJ br. 51/82.).

#### 5. Literatura

- CARIĆ, M., MILANOVIĆ, S., GAVARIĆ, D. (1979): Neki aspekti industrijske prerade sirutke, **Mljekarstvo** 10, 232.
- DORĐEVIĆ, J.: Mleko — Hemija i fizika mleka, Beograd, 1982.
- KIRIN, S., VALINČIĆ, V. (1978): Izdvajanje sirutkinih proteina centri-whey postupkom, **Mljekarstvo** 8, 170.
- OSTOJIĆ, M., PUCAREVIĆ, M. (1983): Proučavanje kemijskog sastava i fizičkih osobina dehidriranih proizvoda, **Mljekarstvo** 11, 323.
- PROHASKA, J., MAROŠEVIĆ, S. (1976): Dobivanje praha od sirutke metodom raspršivanja, **Mljekarstvo** 1, 14.
- Pravilnik o uvjetima u pogledu mikrobiološke ispravnosti kojima moraju udovoljavati živežne namirnice u prometu, Sl. list SFRJ br. 45/83.
- Pravilnik o kvaliteti mlijeka, proizvoda od mlijeka, sirila i čistih kultura — Sl. list SFRJ br. 51/82.