

POTREBE I MOGUĆNOSTI ISKORIŠTAVANJA SIRUTKE KOD NAS*

Stjepan MAROŠEVIĆ, dipl. inž., Krunoslav PERAKOVIĆ, dipl. inž.,
RO »ZDENKA«, Veliki Zdenci

Sažetak

Sinopsis obrađuje sirutku kao sekundarnu sirovinu, velike mogućnosti potrebe njenog iskorištavanja u druge korisne proizvode, neke tehnološke varijante u svijetu i kod nas s primjerima prakse u Mljekarskoj industriji »Zdenka«. Autori akcentiraju društvenu i ekonomsku opravdanost prerade sirutke i njenih komponenti kao osnovni i prvi korak u rješavanju pitanja otpadnih voda mljekarske industrije.

Uvod

Sirutka je vrijedan nuzproizvod u proizvodnji sireva, kazeina i drugih proizvoda iz koaguliranog mlijeka. Po svojoj količini sirutka dobivena od proizvodnje sireva je najvažnija.

Sirutka nema određeni kemijski sastav, već joj se isti bitno razlikuje prema proizvodu iz kojeg je nastala, tj. ovisi o samom tehnološkom procesu izrade.

Sirutka čini oko 90% ulaznih količina mlijeka u preradi za sireve. U Jugoslaviji je to preko 1,000.000 t sirutke, od čega na industrijsku proizvodnju otpada blizu 250.000 t.

Industrijska era iskorištavanja sirutke kod nas, ove izvanredno vrijedne sekundarne sirovine, započinje proizvodnjom sirutke u prahu 1973. godine u Mljekarskoj industriji »Zdenka« — Veliki Zdenci. Do danas je na taj način proizvedeno za potrebe stočne i ljudske hrane oko 6.000 t praha odnosno iz otpadnih voda uklonjeno je 96,000.000 litara sirutke ili preračunato na sastojke oko 4.500 t laktoze, 780 t proteina, 420 t mineralnih tvari i drugih korisnih faktora.

Sve veće potrebe za osiguravanjem ljudske hrane uvjetovale su i mnogo intenzivnije traženje novih izvora, a tu važnu ulogu ima — još i danas nedovoljno iskorištena sekundarna sirovina — sirutka.

Prosječan sastav obrane sirutke (iz proizvodnje tvrdih, polutvrdih i mekih sireva):

količina suhe tvari	6,0 %
količina mlječne masti	0,01—0,05%
količina ukupnih proteina	0,7—0,8 %
količina mineralnih tvari	0,7 %

Znači, sirutka sadrži skoro jednu polovinu ukupne suhe tvari mlijeka, a pored toga i gotovo sve vitamine i mineralne tvari, a to je posebno važno.

Donedavno se sirutka tretirala kao otpadni proizvod mljekarske industrije, bacala u kanale, vodotoke ili samo djelomično iskorištavala u ishrani svinja (»mokri tov«).

* Referat pripremljen za XIX Seminar za mljekarsku industriju na Prehrambeno biotehno. loškom fakultetu u Zagrebu 5. i 6. II 1981.

Jedna litra sirutke ima vrijednost BPK 50.000 mg, a dok primjera radi navodimo — da 1 litra otpadne vode gradskih naselja ima vrijednost BPK 300 mg, tako da bi uređaj za preradu otpadne sirutke u količini od 50.000 litara/dan morao odgovarati uređaju za prečišćavanje otpadnih voda naselja veličine 80.000 stanovnika.

Smatrali smo, da ovdje treba dati još jednu paralelu o opravdanosti ulaganja u tehničko-tehnološka rješenja iskorištavanja sirutke. Ona se odnosi na vrijednost postrojenja za sušenje sirutke (60—70,000.000 Din) i vrijednost postrojenja za obradu otpadnih voda (60—80,000.000 Din) kod kapaciteta sirutke 100—150.000 litara/dan. Ova komparacija govori o potrebi potpunog izvlačenja vrijednih sirutkinih sastojaka i na druge tehnološke načine i usmjerenja proizvodnje.

Laktoza je prisutna u dva ravnotežna oblika i to kao α - i β -oblik (40 : 60).

Proteini su zastupljeni laktoalbuminom i laktoglobulinom (35 : 65). Oni su po svojoj hranjivosti u grupi najkorisnijih i to zahvaljujući izvanrednom sastavu aminokiselina, a naročito odnosu esencijalnih aminokiselina. Prema nekim podacima iz literature dnevna potreba odraslog čovjeka težine 85 kg za proteinima može se prikazati ovako:

23 g	kazeina ili
17 g	proteina jajeta ili
14 g	proteina sirutke

Vidljivo je da proteini sirutke kao sekundarne sirovine imaju jednu od najvećih poznatih efikasnosti u ishrani ljudi.

Mlječna mast koristi se nakon obiranja u proizvodnji maslaca ili drugih korisnih proizvoda.

Mineralne tvari zastupljene su elementima K, Ca, Na, Mg, kloridima, fosfatima. Kalcij i fosfor zadrže se dijelom u kazeinu sira, dok se drugi pojavljuju približno u istim količinama kao i u mlijeku.

Pratimo i prisutnost vitamina, pa tako na 100 g sirutke imamo 40 IU vitamina B₁, 0,14 mg vitamina B₂, 0,10 mg vitamina PP (nikotinamida) itd.

Prosječna kiselost sirutke kreće se oko 5°SH, te je potrebno za očuvanje njene kvalitete u daljnjoj preradi izvršavati procese pasterizacije i hlađenja.

Danas se ona i njeni sastojci uglavnom koriste za stočnu (75%) i ljudsku ishranu (25%).

Kod nas je danas najvažniji način njenog korištenja pretvaranjem u prah metodom sušenja raspršivanjem (»spraydrying«). Sirutka u prahu koristi se u Jugoslaviji ili se upravo počinje koristiti u niz drugih prehrambenih tehnologija kao:

- u proizvodnji kruha i peciva, industrijskih kolača;
- u proizvodnji keksa i sl. proizvoda, karamela;
- u proizvodnji sladoleda, jogurta, sirnih namaza;
- u proizvodnji topljenih sireva i pripravaka topljenih sireva;
- u proizvodnji tjestenina, čokolade, raznih kremova;
- u proizvodnji margarina, pašteta, mesnih narezaka;
- u proizvodnji instant-proizvoda, poslastičarskih proizvoda, napitaka, pasti, kobasica, modificiranih mlijeka;
- u proizvodnji juha, dijetetskih proizvoda itd.

U svijetu se demineralizirana sirutka u prahu koristi za proizvodnju dječje hrane i u druge specijalne svrhe.

Svojstva proizvoda kojima su dodate komponente sirutke u bilo kojoj varijanti izrazito se poboljšavaju, kako u organoleptičkom tako i u tehnološkom smislu:

- voluminoznost, trajnost, sposobnost stvaranja pjene;
- stabilnost, pojačavanje okusa, maskiranje aroma;
- sposobnost adsorpcije, mekoća boja;
- viskozitet, konzistencija;
- sadržaj fosfora i kalcija;
- sadržaj vitamina i minerala;
- sadržaj esencijalnih aminokiselina.

Postotak dodavanja u pojedinim tehnološkim postupcima i sadržaj suhe tvari sirutke u pojedinim proizvodima kreće se u praksi od 2 do čak 20%, a u pojedinim specijalnim varijantama i u specijalne svrhe i do preko 90%.

Kao pionire u iskorištenju i upotrebi sirutkinog praha u našoj industriji nabrojimo samo neke: »KOLINSKA«, »JOSIP KRAŠ«, »ZDENKA«, »SOKO-ŠTARK«, »KOEHLIN«, »PEKARSKA INDUSTRIJA« Pančevo i Beograd itd.

Na relaciji ispitivanje—upotreba danas su mnoge industrije kao: »VITAL«, »CARNEX«, »PODRAVKA«, »LEDO«, »SIRELA«, »TOPOLČANKA«, »AGROKOMERC«, »INA«, »ZDENKA«, »PLIVA«, »KRKA«, »ZVEČEVO« i dr.

Načini tehnološke prerade

Dobivanje sirutke u prahu

Postrojenje »Anhydro«. »Zdenka«. Kapacitet 5.000 lit/sat. Proces se sastoji iz nekoliko faza:

- primarne obrade sirutke s pasterizacijom i separacijom;
- uparavanja;
- kristalizacije;
- sušenja raspršivanjem i
- pakovanja, skladištenja i otpreme.

Primarna obrada započinje filtriranjem sirutke na rotirajućem filteru (grubo odvajanje zaostalih čestica sirnog grušca), nastavlja se separiranjem (odvajanje mlječne masti i preostalih čestica kazeina — sirne prašine) i završava pasterizacijom uz hlađenje na 5°C. Na ovaj se način sprečava daljnja aktivnost korisnih mikroorganizama i njihovih enzima iz proizvodnje sira i osigurava najkvalitetnija mikrobiološka slika proizvoda.

Uparavanje se vrši na trostepenoj uparnoj stanici uz primjenu vakuuma, a izlazni produkt je koncentrat slijedećih prosječnih karakteristika

količina suhe tvari	42—48%
količina mlječne masti	0,15—0,20%
kiselost	35—38°CH

Omjer ugušćivanja suhe tvari je 1:7 do 1:8.

Koncentrat se na izlazu naglo hladi na temperaturu od 28—30°C, a zatim doprema do postrojenja za kristalizaciju, gdje se polagano hladi i vrši proces kristalizacije na temperaturi od 18—20°C kroz 8—10 sati.

Amorfna i ljepljiva laktoza, tj. β -laktoza, sve više prelazi u kristalni α -oblik i dolazi do stvaranja finih i jednoličnih kristala (proces mutarotacije — poremećaj ravnoteže sistema). Intenzitet kristalizacije pojačavamo stvaranjem nu-

kleusa ili centara (jezgri) kristalizacije dodavanjem određenih količina praškastog monohidrata — laktoze uz mikroskopsku kontrolu oblika i veličine kristala.

Tako pripremljeni koncentrat potiskuje se na toranj, gdje se raspršiva u njemu u struji vrućeg zraka (180°C) prevodi u prah.

Osušeni proizvod prenosi se i hladi pneumatskim putem preko pomoćnih ciklona do mjesta ambalažiranja.

Rentabilnost proizvodnje postaje pozitivna već kod 50.000 litara sirutke/dan.

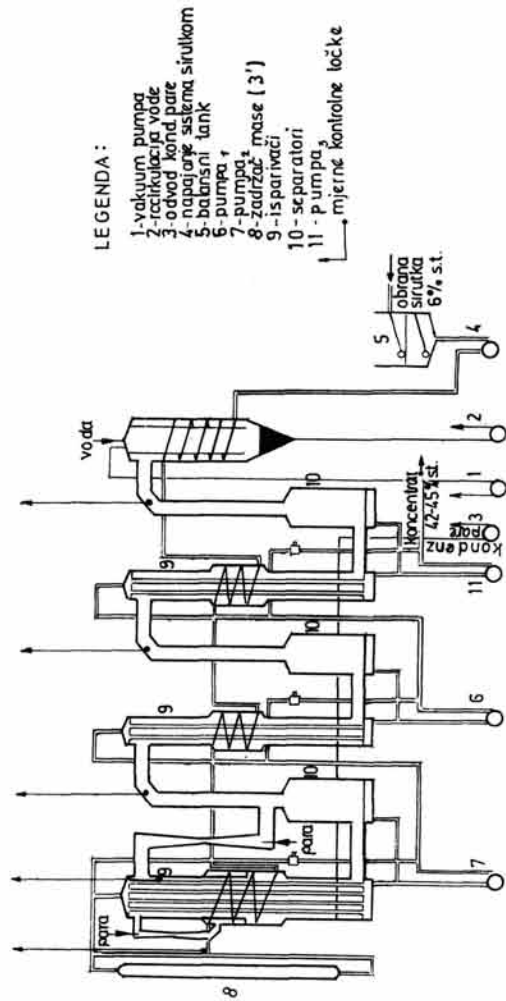
Prosječne karakteristične vrijednosti sirutke u prahu iz »Zdenke«:

količina vode	3—4 ^o / _o
količina proteina (Nx 6,38)	12,5—13,5 ^o / _o
količina mlječne masti	0,35—0,45 ^o / _o
količina laktoze	72—74 ^o / _o
količina mineralnih tvari	8—10 ^o / _o
količina kalija (K)	2,7 ^o / _o
količina kalcija (Ca)	0,8 ^o / _o
količina fosfora (P)	0,5 ^o / _o
količina željeza (Fe)	2,6 mg ^o / _o
količina vitamina A/100 g	62 IJ
količina vitamina B ₁ /100 g	0,22 mg
količina vitamina B ₂ /100 g	2,66 mg
količina vitamina PP/100 g	8,0 mg
količina vitamina C/100 g	7,1 mg
stupanj kiselosti	5—7 ^o SH

Prosječan aminokiselinski sastav:

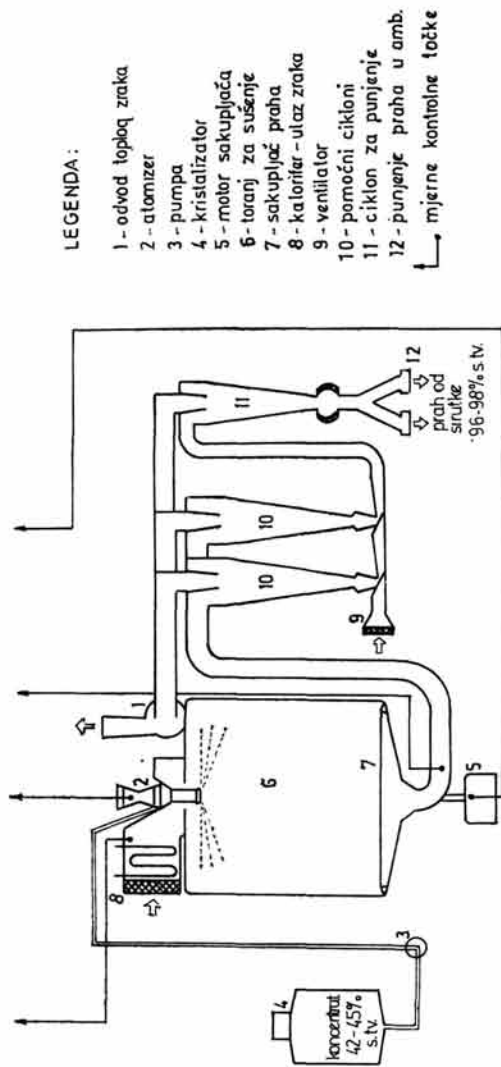
AK	g/100 g uzorka	g/16 g dušika
asparaginska kiselina	1,22	9,23
treonin	0,80	6,09
serin	0,59	4,51
glutaminska kiselina	2,17	16,47
prolin	0,67	5,50
glicin	0,24	1,77
alanin	0,61	4,60
cistein	0,28	2,09
valin	0,62	4,67
metionin	0,23	1,73
izoleucin	0,66	5,03
leucin	1,20	9,11
tirozin	0,26	2,00
fenilalanin	0,33	2,53
triptofan	1,14	8,64
histidin	0,18	1,34
arginin	0,26	2,03

Tehnološka shema faze uparavanja obrane sirutke



Izvor: Mljekarstvo 26 [1] 1976.

Tehnološka shema faze sušenja koncentrata obrane sirutke



Izvor: Mljekarstvo 26 (1) 1976.

Organoleptičke karakteristike sirutke u prahu su: bijela do bijelo-žućkasta boja, svojstven miris, slatkasto-slankast okus.

Topivost je normalna, a nasipna težina je 41—43 g/100 ml.

Kalorična vrijednost kreće se od 350—360 cal/100 g.

pH vrijednost je između 5,3—5,5.

Rekonstituiranje sirutke u prahu vrši se u omjeru 1 : 16.

Početkom 1981. godine proradit će u Mljekarskoj industriji »Zdenka« nova četverostepena uparna stanica »JEDINSTVO« Zagreb (dakle, domaća proizvodnja) s kristalizacijom i sušenjem sirutke i drugih proizvoda kapaciteta 11.300—12.000 litara/sat dotoka ulazne sirovine. Na taj način će se i dalje najpotpunije pratiti rast količina sirutke i prerađivati čak i sirutku drugih mljekarskih organizacija (dviije varijante: uparavanje sve do sušenja ili samo sušenje dostavljenog koncentrata nakon uparavanja).

Iz tekuće sirutke može se danas izvući:

- mlječna mast;
- laktoza;
- proteinske komponente;
- mineralne tvari;
- vitamini.

Nadalje, na ovoj vrijednoj sekundarnoj sirovini mogu se provoditi različiti tehnološki zahvati, koji rezultiraju dobivanjem i alkohola (etanola), kvassca, te izvršiti različite kombinacije s drugim visoko vrijednim namirnicama ili sirovinama.

Interesantna je kombinacija s proteinsko i mineralno bogatim komponentama, kao npr.: malomasnim sojinim brašnom, pšeničnim klicama, mineralno bogatim preparatima i dr. (akcija »HRANA 5« preko Zavoda za ekonomiku domaćinstva SR Srbije i dr.).

Dobivanje laktoze

Potrebe za laktozom rastu iz godine u godinu, a za sada se pretežno koristi u farmaceutskoj industriji, za proizvodnju dječje hrane i posebnih djetetskih pripravaka.

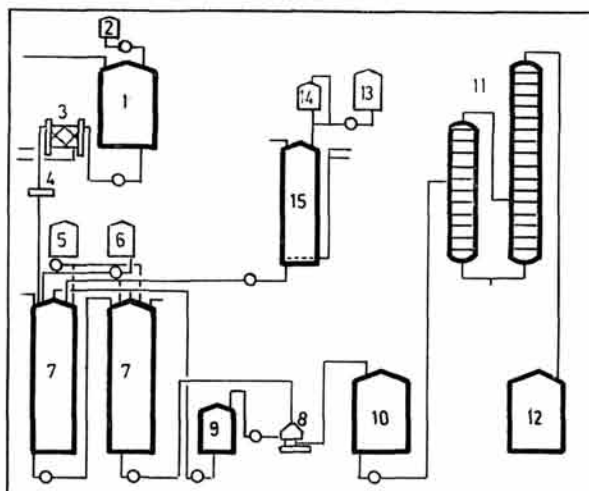
Sirova laktoza može se dobiti na dva osnovna načina:

- 1) bez prethodnog uklanjanja sirutkinih proteina i
- 2) iz deproteinizirane sirutke.

Kod prvog načina nakon demineralizacije sirutka se upari na višestepenom vakuum-uparivaču na oko 65% suhe tvari. Dobiveni koncentrat odvodi se na kristalizaciju (30 sati) i rekristalizaciju uz odvajanje sirove laktoze, te odvodi tako dobivena forma na sušenje. Prinos sirove laktoze je ovdje oko 60—65%. Melasa (oko 44% suhe tvari od čega laktoze 30%, proteina i soli) može da se suši i tako dobivamo delaktoziranu sirutku.

Kod drugog načina ultrafiltracijom sirutke (razdvajanje faza na membranama) ili eventualno »centri-whey«-postupkom, dobiva se pored proteinskog koncentrata (retentata) i permeat prosječnog sastava:

količina ukupne suhe tvari	5,06—5,08%
količina ukupnih proteina	0,21%
količina čistog proteina	0,03%
količina ost. duš. tvari	0,18%



PROIZVODNJA ETANOLA

1. TANK ZA PUNJENJE PERMEATA SIRUTKE
2. KISELINSKI KONTEJNER
3. PLOČASTI IZMJENJIVAČ TOPLINE
4. KONTROLNI DIO
5. SREDSTVA PROTIV PLENJENJA
6. KEMIKALIJE
7. FERMENTORI
8. SEPARATOR
9. KVASAC
10. UBLAŽIVAČ
11. DESTILACIJA
12. TANK ZA ALKOHOL
13. REZERVOAR SUBSTRATA
14. PROPAGACIJA
15. PROPAGACIJA

količina laktoze	4,40%
količina mineral. tvari	0,45%

Odnos koncentrata i permeata je 1 : 27.

Dobiveni permeat hladi se na 12°C, te se prebacuje na postrojenje za hiperfiltraciju (HF-postrojenje), gdje se dobiva ugušćeni permeat slijedećeg prosječnog sastava:

količina ukupne suhe tvari	20,27%
količina ukupnih proteina	0,84%
količina ost. duš. tvari	0,72%
količina čistog proteina	0,12%
količina laktoze	17,94%
količina mineral. tvari	1,49%

Ugušćeni permeat se demineralizira na postrojenju za izmjenu iona, gdje se odstranjuju pored minerala i dušikovi spojevi.

Ovakvo obrađeni demineralizirani ugušćeni permeat ide na uparnu stanicu, koncentrira se do 65% suhe tvari. Dalje slijedi kristalizacija kroz 30 sati uz sporu brzinu miješanja na temperaturi od 15—20°C.

Slijedi ispiranje kristalića laktoze pomoću demineralizirane vode (dekan-tacija) i provodi se proces sušenja ili ponovnog otapanja (rekristalizacija) u koliko želimo imati najveći mogući postotak čistoće spoja (tzv. farmaceutska laktoza).

Iza faze sušenja proizvod se skladišti. Suha se laktoza pakuje na razne načine: vreće, limenke, plastične vrećice itd.

Sastav takove laktoze je 95,8 do 98,8% laktoze, nešto minerala i dušičnih tvari i vode.

Da bi se obradilo 100.000 litara sirutke za 20 sati UF-postrojenje mora imati kapacitet dotoka od 5.000 litara/sat (5 modula, površine 130 m² u membranama), a ostala postrojenja direktno proporcionalna kapacitetu UF-linije.

Sastav proteinskog praha dobivenog u jednoj od faza upotrebom ultrafiltracije prema literaturi je slijedeći:

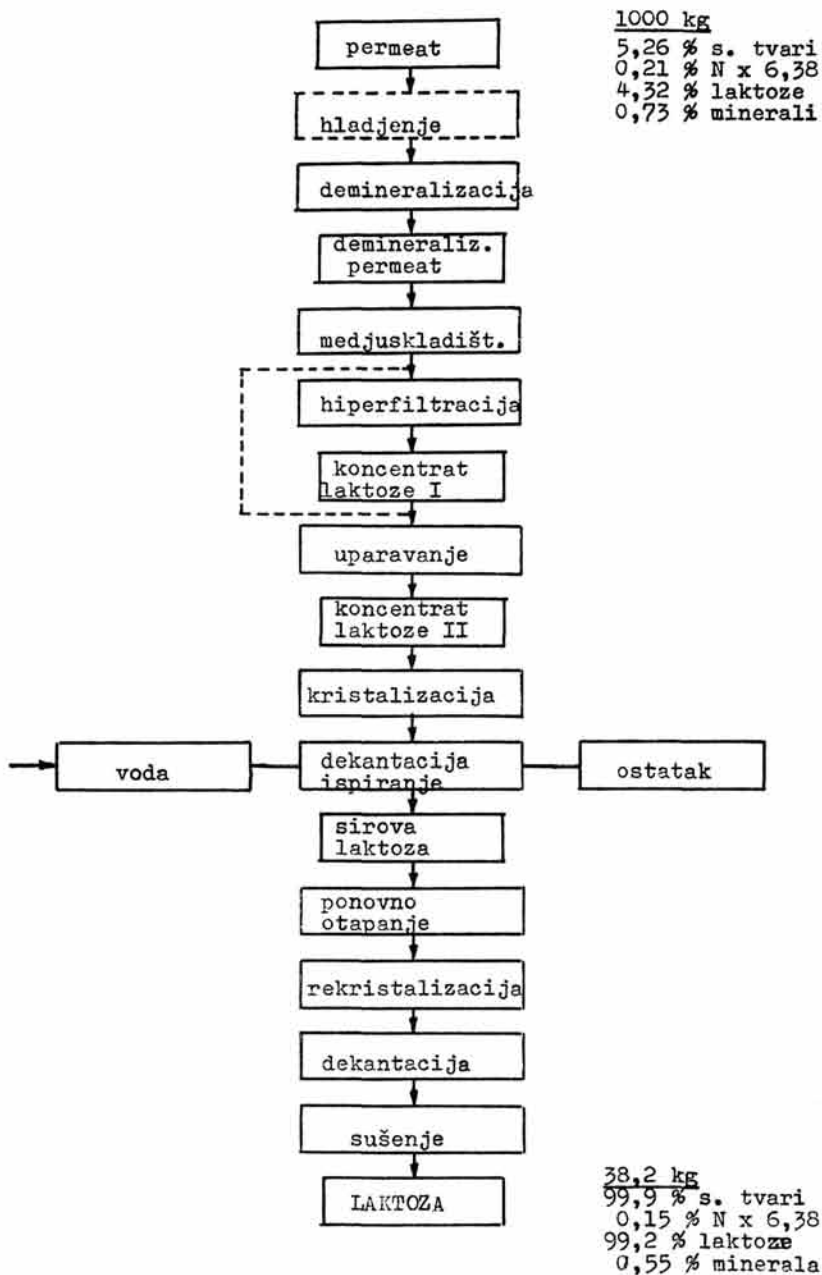
količina suhe tvari	96 %
količina ukupnih proteina	80,8%
količina čistih proteina	80,4%
količina dušičnih tvari	0,4%
količina laktoze	9,8%
količina mineral. tvari	1,8%
količina mlj. masti	3,6%

Izolacija proteina

Već smo prije naveli da u procesu dobivanja laktoze iz demineralizirane sirutke posebnim tehnološkim putem vodimo i proteinsku komponentu kao nuzproizvod, te je tu jedno od mjesta početka dobivanja ovog vrlo korisnog i traženog sastojka.

Kod spomenute metode ultrafiltracije koncentrat (retentat) je slijedećeg prosječnog sastava (stupanj ugušćivanja 1 : 5):

količina suhe tvari	9,5%
količina ukupnih proteina	3,5%
količina laktoze	4,5%
količina miner. tvari	1,0%
količina mlj. masti	0,5%



proizvodnja laktoze (jedan od načina)

- iz UTP permeata iz slatke sirutke -

Takav je koncentrat idealna zamjenica za obrano mlijeko kod ishrane mladih životinja (teladi) (efikasan odnos proteina), a isto tako može biti zamjena za određenu količinu mlijeka kod sirenja. Od 1.000 litara sirutke na ovaj se način može proizvesti 200 litara zamjenice za obrano mlijeko. Taj se koncentrat može i dalje ugušćivati i dodavati u proizvodnji raznih vrsta mekih sireva (npr. u proizvodnji camemberta u »Zdenki«). Randman je do 10% veći. Koliko je nama poznato još nije definitivno utvrđeno do kojih granica se kazein može zamjenjivati proteinima sirutke u proizvodnji tvrdih, polutvrdih i mekih sireva.

U »Zdenki« se ovakav koncentrat povremeno upotrebljava u proizvodnji pojedinih vrsta topljenih sireva.

Mi smo na postrojenju ultrafiltracije »DDS« (Danska) ugušćivali sirutku višim odnosima ulaznog i izlaznog produkta, a dobiveni retentat sušili na tornju »Anhydro« metodom raspršivanja (»spray«) i dobili proteinski prah slijedećih fizikalno-kemijskih karakteristika:

količina vode	8,5%
količina ukupnih proteina (Nx6,38)	75,5%
količina dušič. tvari	11,8%
količina laktoze	9,9%
količina mineralnih tvari	3,2%
količina mlječne masti	2,9%

Razrada mineralnih sastojaka proteinskog praha:

količina kalcija (Ca)	0,19%
količina fosfora (P)	0,39% (P:Ca=2:1)
količina kalija (K)	0,66%
količina natrija (Na)	0,24%
količina željeza (Fe)	5 mg%

Vitaminski sastav proteinskog praha:

količina vitamina A/100 g	18 IJ
količina vitamina B ₁ /100 g	0,15 mg
količina vitamina B ₂ /100 g	1,74 mg
količina vitamina PP/100 g	0,57 mg

Aminokiselinski sastav proteinskog praha:

asparaginska kiselina	7,70%
treonin	5,52%
serin	3,76%
glutaminska kiselina	13,65%
prolin	4,58%
glicin	1,34%
alanin	3,68%
cistin i cistein	2,06%
valin	4,23%
metionin	1,46%
izoleucin	4,25%
leucin	7,38%
tirozin	2,02%
fenilalanin	2,12%
lizin	7,18%
histidin	1,36%

arginin	1,96%
triptofan	1,67%

Vidljivo je da smo dobili visokovrijedan proteinski proizvod, koji po svom sastavu, kako s nutricionističkog, tako i s ekonomskog stanovišta može opravdati svoju proizvodnju.

Razrađuju se daljnje mogućnosti iskorištenja i proizvodnje ovakvih proizvoda s određenim proteinskim sastavom (30%, 60%, 80% proteina itd.) i to usmjeravanjem u instant-linije, komponente ili gotove pripravke (smjese) za druge tehnologije.

Sirutka otvara niz mogućnosti i drugih načina obrade, od kojih su mnogi već uvriježeni u praksi ili su već detaljno istraženi, kao što su: proizvodnja sireva (skuta na pr.) i izvlačenje proteina »centri-whey«-postupkom.

»Centri-whey«-postrojenjem izvlačimo proteine termičko-kiselinskim postupkom (obaramo ih), a dobiveni koncentrat proteina bijele je boje, bez mirisa i bez izrazitog okusa, a suha tvar i kiselost povećani su (na osnovu literaturnih podataka — »Sirela«) za 2,5 puta. Ovaj se koncentrat izvanredno dobro može upotrebiti u mesnoj industriji, izradi različitih namaza, pripravaka od sira, mliječnih napitaka, proizvodnji sirutkinih sireva, a posebno u proizvodnji topljenih sireva i dr.

Tekuća ili koncentrirana sirutka upotrebljava se za »mokri tov« svinja, a uskoro će biti završena ispitivanja upotrebe sirutke u prahu iz »Zdenke« u ishrani svinja, koja vrše već duže vrijeme za račun ove mljekarske industrije stručnjaci Poljoprivrednog fakulteta u Zagrebu.

Tekuća sirutka može poslužiti i kao izvanredno hranjiva podloga za uzgoj čistih kultura u proizvodnji sireva.

U toku su pokusi u jednoj našoj industriji umjetnih gnojiva o zamjeni do sada korištene šećerne melase sirutkom u prahu, kao nosivom komponentom.

DER AUSZUG

Dieses Elaborat bearbeitet die Molke wie einen sekundär Ausgangsstoff, die grösse Möglichkeiten und die Bedürfnisse der Ausnutzung in andere nützliche Produkte, verschiedene technologische Varianten in der Welt und bei uns (SFRJ) mit praktischen Exemplären bei Milchindustrie »Zdenka« Veliki Zdenci.

Die Autoren akzentuieren die ekonomische und gesellschaftliche Berechtigung der Molkeverarbeitung, wie ein fundamental und erster Schritt in das Erledigen der Frage Abwässer der Milchindustrie.

Literatura

1. ANHYDRO A/S, Denmark, Anhydro spray dryer installations, 1. 1. 79.
2. BAKOVIĆ D., Održivost sirutke, Mljekarstvo 1972.
3. BAKOVIĆ D., KERIV V., Zgusnuta sirutka u proizvodnji krem sladoleda, Mljekarstvo 6/77.
4. »CAMATIC« una nuova linea di lavorazione per il camembert, Latte, 4 (1979) 5, 1172—1175
5. ČARIĆ MARIJANA, Tehnologija koncentrovanih i sušenih mlečnih proizvoda, Novi Sad 1980.
6. DELLAMONICA E., McDOWELL P. and CAMPBELL R, Effects of Reconstitution on Vitamins A and C Content of Whey-Soy Drink Mix, J. Dairy Sci 62 (1979) 3, 499—501
7. DOZET N., STANIŠIĆ M., BJELJAC S., Prilog ispitivanju sirutkinih bjelančevina u proizvodnji sira, Mljekarstvo 12/75.

8. DUVNJAK Z., ERIC M., TAMBURASEV G., Studij rasta viših gljiva *Agaricus campestris* i *Morchella hortensis* u submerznoj kulturi pri upotrebi sirutke kao hranjive podloge, *Mljekarstvo* 2/78.
9. EMULSION A/S — Palsgaard, Denmark, Herstellung von Fettpulverkonzentrat und Soft-Eispulver, 12/79.
10. FERBER E., Primjena mlječnih proizvoda u dijeti nekih bolesti metabolizma, *Mljekarstvo* 8/75.
11. GLAMSRA-BERGMAN, Spray, drying of whey (1966, separat)
12. IVERSEN E. K., JOERGENSEN B. S., Die Verwendung von Molken — und Magermilchderivaten in Eiskrem, speziell im Hinblick auf die Stabilisierung, DMZ 1 B 2255 CX
13. KIRIN S., VALINCIC V., Izdvajanje sirutkinih proteina Centri-whey postupkom, *Mljekarstvo* 8/78.
14. KNIPSCILDT M. E., Korištenje sirutke — da se izbjegne i da se dobije vrijedan prehrambeni proizvod (prijevod), Anhydro A/S, Copenhagen, Denmark
15. KRAŠENIN P. F., MRAMCOV A. G., ERENIN G. E., TOLKAČEV A. N., Videnje Belkov iz podsiirnoj sirovotki, *Moločnaja promišlenost* 1974 (12), 18—20
16. LUKAČ-SKELIN J., Primjena ultrafiltracije u suvremenoj mljekarskoj industriji, *Mljekarstvo* 2/78
17. GINGRICH B., DIMICK P., Effect of Ingredient Formulation on the Quality of Milk Caramels, *Lebensm., Wiss. u. Technol.*, 12 (1979) 2, 108—114
18. MAROŠEVIĆ S., PROHASKA J., Dobivanje praha od sirutke metodom raspršivanja, *Mljekarstvo*, 1/76
19. MARKEŠ M., Sirutka kao sirovina, *Mljekarstvo* 1967.
20. NICKERSON T. A., VUJICIC I., Iskorištavanje i upotreba sirutke, *Mljekarstvo*, 7/77
21. NIELSEN P. S., Ultrafiltration der Magermilch und Molke, DDMM-Information, 1-1975, Denmark
21. NIELSEN P. S., Ultrafiltration der Magermilch und Molke, DDMM-Information, 1-1975, Denmark
22. NIRO ATOMIZER, Sprey Drying in the Dairy Industry (Prospekt), Denmark
23. PASILAC A/S, Diagram for fordeling af produktionsmaengde (Scheme UF), Nr. 418362 (1979), Denmark
24. PASILAC A/S, Laktoseherstellung von Molkepermeat (Fliessdiagram), Nr. 418724
25. PETRIČIĆ A., TRATNIK L.J., Modificirana mlijeka i mlječni proizvodi na bazi vegetabilnih i animalnih sirovina, *Mljekarstvo*, 1—2/76
26. PETRIČIĆ A., Pravci razvoja tehnologije slatkih mlječnih napitaka, *Mljekarstvo* 3/73
27. PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI INSTITUT, Zagreb, Analize i superanalize, te specijalne analize sirutke u prahu i proteinskog praha iz »Zdenke«
28. REESEN LILLIAN, Ausnutzung des Permeats, DDMM — Information, 1 — 1975. Denmark
29. REESEN L. and R. STRUBE, Complete Utilisation of Whey for Alcohol and Methane Production, Gaerings-Industri, Copenhagen, Denmark
30. SABADOŠ D., Tehnologija mlijeka i proizvoda od mlijeka (1970)
31. SABADOŠ D., Bohinjska skuta, poseban otisak *Mljekarstva*
32. SUMENIĆ-BJELJAC S., Izučavanje proteina sirutke i karakteristike njihove disperzije u odnosu na ukupne proteine, *Mljekarstvo*, 1/77.
33. SLANOVEC T., Iskorištavanje sirutke za izradu bohinske skute, *Mljekarstvo*, 5/74.
34. SPIRIC M., Razmatranje otpadnih voda mljekarske industrije, *Mljekarstvo*, 6—7/77.
35. TODOROVIĆ R., SAVADINOVIĆ K., Korištenje sirutke u prahu u proizvodnji jogurta i njegov utjecaj na kiselost i konzistenciju, *Mljekarstvo*, 4/73.
36. ZIRIĆ-SUZANIC Đ., Dijetetski proizvodi na našem tržištu, *Mljekarstvo*, 9/75.
37. WOLFE J. W., Proteins, *Food Process*, 39 (1978) 8, 28—29
38. PERAKOVIĆ K., MAROŠEVIĆ S., KONDOR Z., HOTI V., »Zdenka«, Analiza sirutke, koncentrata, retentata, permeata, sirutkinog praha i proteinskog praha u industrijskim laboratorijima, 1973—1980.