

Ultrafiltracija sirutke (Ultrafiltration of Whey)

(Nastavak iz broja 9/86.)

Mr. Ljubica TRATNIK, dr. Ljerka KRŠEV, doc., Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

Stručni rad — Professional Paper

UDK: 637.344

Prispjelo: 15. 4. 1986.

Predzagrijavanje sirutke na jednakoj ili višoj temperaturi od ultrafiltracije uzrokuje uglavnom precipitaciju Ca-fosfata u tanku, a u liniji ultrafiltracije tendencija precipitacije Ca-fosfata je manja. Najbolji rezultat postiže se ako je predzagrijavanje za 10 °C više nego temperatura ultrafiltracije. Temperatura predzagrijavanja ograničena je na 60 °C zbog termolabilnih bjelančevina sirutke, jer vrijeme predzagrijavanja iznosi 30 minuta (Hiddink i sur., 1981).

Pri istraživanju utjecaja pH, najmanja permeabilnost sirutke je pri pH variranju od 4—4,6, a veća permeabilnost sirutke postignuta je ukoliko je pH niži ili viši od tih vrijednosti (Delaney i sur., 1974). Ispod pH 5 precipitacija Ca-fosfata nije vjerojatna, a viši električni naboj poboljšava disperziju bjelančevina i umanjuje tendenciju taloženja (Hiddink i sur., 1981).

Većinu iznenađuje visoki protok sirutke kod pH 7,5 u usporedbi sa sirutkom pH 6,6. Taj se izraziti porast protoka može objasniti kombinacijom povišenog pH i dužeg predzagrijavanja u tanku (55 °C, 30 minuta). Pri tome bi se očekivala znatna precipitacija Ca-fosfata, što se ne može potvrditi zbog visokog zadržavanja Ca i P u retentatu. To se vidi iz rezultata tablice 4, i tablice 5, jer su se kod tog pH (7,5) mineralne tvari najviše zadržale. Čini se da se u ovom slučaju precipitacija kalcija javlja u takvom obliku, vjerojatno kao hidroksi apatit, da ne bi blokirala na mjestu membrane (Hiddink i sur., 1981).

Utjecaj različitih predtretmana, ovisno o koncentraciji bjelančevina sirutke, na protok permeata pri ultrafiltraciji sirutke (Hiddink i sur., 1981) prikazan je na slici 4. Sirutka je predkoncentrirana na 11% suhe tvari, kako bi porastao kapacitet UF postrojenja.

De Boer i sur. (1977) iznose da je najveći porast kapaciteta primijećen pri porastu koncentracije sirutke od 5,5 do 11% suhe tvari.

Gouedranche i sur. (1976) pokazuju da je ultrafiltracija poboljšana (veličina očekivane suhe tvari izražene u kg tretirane sirutke na sat po m²) za 2 do 7 puta, ukoliko je sirutka prije UF predkoncentrirana, a cijena procesa UF se smanjuje za 5 do 7 puta.

Iz slike 4 (Hiddink i sur., 1981) vidi se da je protok permeata veći za dekalificiranu sirutku nego za demineraliziranu. Razlog tome je vjerojatno

Tablica 4. Sastav koncentrata bjelančevina sirutke nakon različitih predtretmana Gauda sirutke, ultrafiltracija do 85% volumne redukcije sirutke kod 55 °C, a predzagrijavanje sirutke na 55 °C, 30 minuta (jedino za kontrolnu UF na 10 °C)

Table 4. Composition of Whey Protein Concentrates After Various pre-Treatments of Gouda Whey, Ultrafiltration up to 85% Volume Reduction at 55 °C, and Whey was pre-Heated at 55 °C for 30 Minutes, Except for the Control UF at 10 °C

(Hiddink i sur., 1981)

Predtretman Pre-Treatment	pH	Bjelančevina/ST Protein/TS (%/o)	Laktoza/ST Lactose/TS (%/o)	Pepeo/ST Ash/TS (%/o)	Ca/ST Ca/TS (%/o)	P/ST P/TS (%/o)	NSI
Sirutka prije UF Whey Before UF	6,6	13,1	77,6	8,0	0,67	0,64	93
Kontrolni UF na 10 °C Control-UF at 10 °C	6,6	40,1	48,6	6,3	0,63	0,39	91
Sirutka Whey	6,6 7,5 3,0	43,5 42,5 43,0	46,0 42,7 48,0	7,1 10,4 5,3	1,33 1,95 0,41	0,70 1,22 0,37	88 60 71
HCL Kazein sirutka HCL Casein Whey	4,6	36,7	54,0	7,0	1,20	0,66	83
Dekalcificirana sirutka Decalcified Whey	6,6	42,4	45,0	5,7	0,02	0,31	79
Demineralizirana sirutka Desalted Whey	6,6	45,5	48,9	1,9	0,10	0,03	80
Klarificirana sirutka Clarified Whey	6,6	42,5	56,0	1,9	0,09	0,02	93

ST — Suha tvar
TS — Total Solids

NSI — Indeks topivosti bjelančevina
NSI — Nitrogen Solubility Index

manja ionska jakost demineralizirane sirutke, jer opadanjem ionske jakosti opada disperzija bjelančevina sirutke. Oni teže agregaciji, što dovodi do začepljenja membrane i smanjenja protoka permeata.

Neke bjelančevine sirutke, imunoglobulini, teže agregaciji kod niske ionske jakosti i pH 4,5. Metodom klarifikacije demineralizirane sirutke (De Wit i

Tablica 5. Zadržavanje bjelančevina, laktoze i pepela (%) Gauda sirutke različito predtretirane, UF do 85% volumne redukcije na temperaturi 55 °C, predzagrijavanje na 55 °C/30 min.

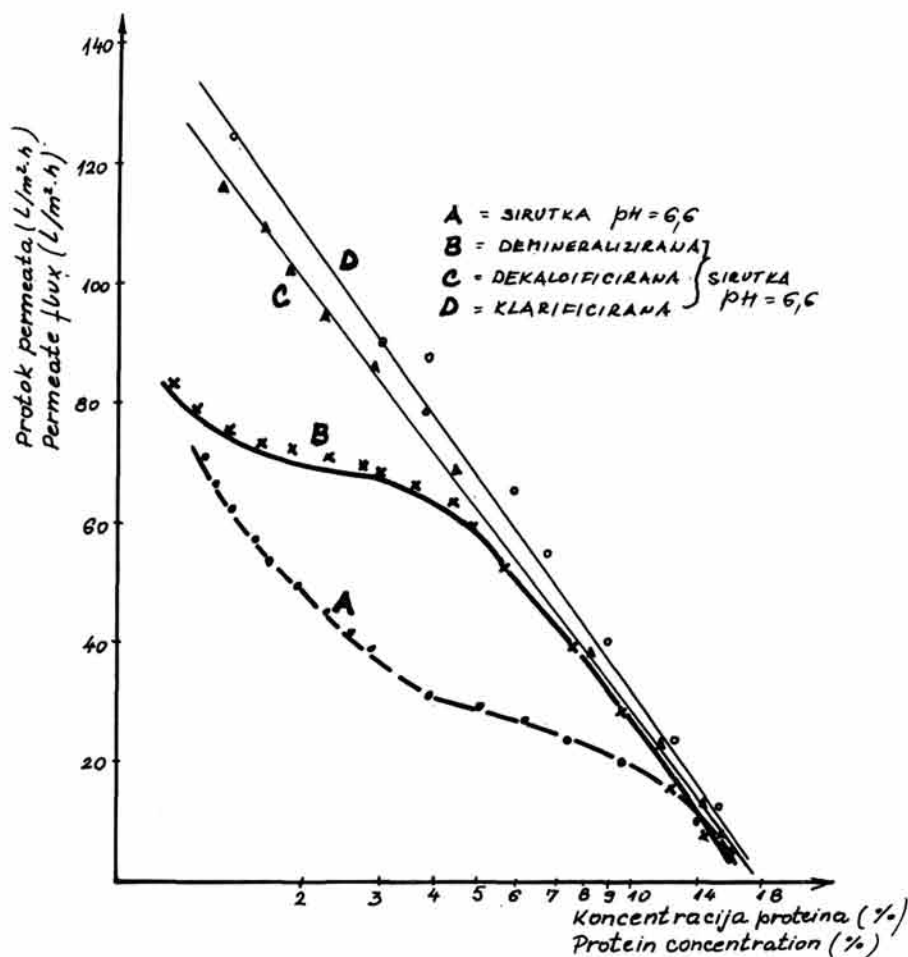
Table 5. The Retention of Protein Lactose and Ash for Gouda Whey After Various pre-Treatment, UF up to 85% Volume Reduction at a Temperature of 55 °C, pre-Heating 55 °C/30 min.

(Hiddink i sur., 1981)

Predtretman Pre-Treatment	pH	Zadržavanje bjelančevina (%) Retention Protein (%)		Zadržavanje laktoze (%) Retention Lactose (%)		Zadržavanje pepela (%) Retention Ash (%)	
		PF	T	PF	T	PF	T
Sirutka Whey	6,6	91	90	0	2	27	26
	7,5	91	92	3	0	40	39
	3,0	84	84	5	3	-4	0
HCl kazein sirutke HCl Casein Whey	4,6	87	85	10	12	2	0
Dekalcific. sirutka Decalcified Whey	6,6	89	88	0	3	8	9
Demineralizir. sirutka Desalted Whey	6,6	94	92	3	3	57	57

PF — pločasti modul UF

T — tubularni modul UF



Slika 4. Protok permeata ovisno o koncentraciji bjelančevina za koncentriranu sirutku (ST = 11%)

Figure 4. Permeate Flux Versus Protein Concentration for Concentrated Whey (TS = 11%)

(Hiddink i sur., 1981)

sur., 1978), čiji je pH namješten na 4,5 agregirane bjelančevine se uklanjaju. Tako objašnjavamo veći protok klarificirane sirutke od dekalificirane. U svakom slučaju, protok se približava nuli kod koncentracije bjelančevina od oko 18% (Hiddink i sur., 1981).

Sastav retentata nakon ultrafiltracije predkoncentrirane sirutke (11% suhe tvari) prikazuje tablica 6.

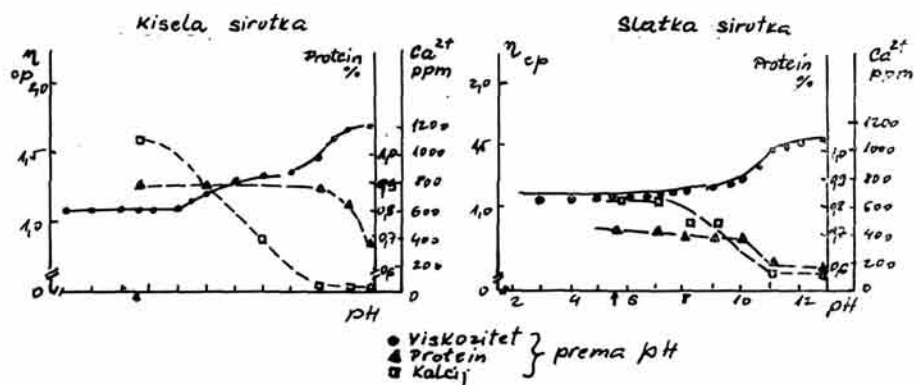
Tablica 6. Sastav KSP nakon različitih predtretmana Gauda sirutke (11% suhe tvari), UF na 55 °C, a predzagrijavanje sirutke na 55 °C/30 minuta

Table 6. Composition of Whey Protein Concentrates After Various pre-Treatment of Gouda Whey (11% TS), UF at 55 °C and pre-Heated of Whey at 55 °C/30 min.

Pre-Treatment	pH	ST KPS nakon UF TS of WPC after UF (%)	Bjelančevina/ST Protein/TS (%)	Laktoza/ST Lactose/TS (%)	Pepeo/ST Ash/TS (%)	Ca/ST Ca/TS (%)	P/ST P/TS (%)	NSI
Sirutka Whey	6,6	24,0	66,6	20,8	6,8	1,72	0,77	87
	7,5	21,0	61,1	23,5	12,3	2,74	1,53	45
Dekalcificirana sirutka Decalcified Whey	6,6	23,0	67,9	22,7	4,1	0,05	0,11	78
	6,6	24,5	68,5	25,3	2,2	0,16	0,01	78
Klarificirana sirutka Clarified Whey	6,6	21,6	67,8	31,1	2,4	0,15	0,02	82

Iz tablice 6 vidi se da je ovim pokusima postignuto oko 65% bjelančevina na suhu tvar u koncentratu bjelančevine sirutke. Ultrafiltracija je kombinirana metodom dijafiltracije (razrijeđenje sa vodom), zbog porasta viskoziteta pri ultrafiltraciji koncentrirane sirutke.

Obzirom da je postupak ultrafiltracije ograničen viskozitetom sirutke od 0,02 Pa · s (G o u d e r a n c h e i sur., 1976), za postizanje većeg postotka bjelančevina na suhu tvar upotrebljava se postupak dijafiltracije. Za sirutku pH 7,5 dijafiltracija je skraćena do 20% suhe tvari retentata (H i d d i n k i sur., 1981), upravo zbog većeg porasta viskoziteta sirutke kod višeg pH (D e l a v e a u i J e l e n, 1979), a radi smanjenja topivosti kalcija i bjelančevina, što se vidi iz slike 5.



Slika 5. Utjecaj pH na viskozitet, toplivi kalcij i bjelančevine u slatkoj i kiseloj sirutki

Figure 5. Effect of pH on Viscosity, Nonsedimentable Calcium and Protein in Sweet and Acid Whey

(Delaveau i Jelen, 1979)

Zbog toga su vrijednosti pepela, Ca i P, koncentrata bjelančevina sirutke za sirutku pH 7,5 najviše (tablica 4 i 6), a vrijednosti indeksa topivosti bjelančevina najmanje (H i d d i n k i sur., 1981).

Pregledom literature možemo zaključiti da se, zbog postizanja bolje efikasnosti postupka ultrafiltracije sirutke i dobivanja željene kakvoće bjelančevina sirutke, ultrafiltraciji sirutke mora obratiti posebna pažnja, bez obzira na naglo usavršavanje membrana i opreme za ultrafiltraciju.

Literatura

- BAKLOUTI, S., AIMAR, P. and SANCHEZ, V. (1984): *Le Lait*, 64 (4—5), 206—216.
 BRULE, G., REAL DEL SOL, E. and FAUQUANT, J. (1978): *J. Dairy Sci.*, 61, 1225.
 CARIC, M.: Tehnologija mleka 1, Koncentrovani i sušeni proizvodi, Naučna knjiga, Beograd, 1985.
 COONEY, C. M., MORR, C. V., RICHERT, S. H. and BALAZS, I. (1973): *J. Dairy Sci.*, 56 (5) 635.

- DE BOER, R., DE WIT, N. and HIDDINK, J. (1977): **J. Soc. Dairy Technol.** 30 (2) 112—120.
- DELAVEAU, J. and JOLEN, P. (1979): **J. Dairy Sci.**, 62 (9) 1455—1457.
- DE WIT, J. N., KLARENBECK, G. and DE BOER, R.: XX Inter. Dairy Congress, Paris, 919—920, 1978.
- DELANEY, R. A. M., DONNELLY, B. E. and BENDER, L. D., (1974), **Dairy Industries**, 39 (11) 426—432.
- FORSUM, E. (1979): **J. Dairy Sci.**, 62 (8) 1207—1210.
- GOUEDRANCHE, H., MAUBOIS, J. L., van OPSTAL, C. and PIOT, M. (1976): **Revue Laitiere francaise**, 345 (9) 521—531.
- HIDDINK, J., DE BOER, R. and NOOY, D. F. C. (1981), **Milchwissenschaft**, 36 (11) 657—663.
- KOSIKOWSKI, F. V., (1979): **J. Dairy Sci.**, 62 (7) 1149—1160.
- MC DONOUGH, F. E., HARGROVE, R. E., MATTINGLY, W. A., POSATI, L. P. and ALFORD, J. A. (1974): **J. Dairy Sci.** 57 (12) 1438—1443.
- MC DONOUGH, F. E., MATTINGLY, W. A. and VESTAL, S. H. (1971): **J. Dairy Sci.** 54 (10) 1406—1409.
- MC DONOUGH, F. E., ALFORD, J. A. and WOMACK, M. (1976): **J. Dairy Sci.**, 59 (1) 34—40.
- MAUBOIS, J. L. (1980): **J. Soc. Dairy Technol.** 33 (2) 55—58.
- OSTOJIC, M.: Magistarski rad, Univerzitet Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, str. 70, 1983.
- PORTER, W. G. (1978): **J. Soc. Dairy Technol.** 31 (4), 199—202.
- PIOT, M., MAUBOIS, J. L., SCHAEGIS, P., VEYRE, R. and LUCCIONI (1984): **Le Lait**, 64 (4—5), 102—120.
- RYDER, D. N. (1980): **J. Soc. Dairy Technol.** 33 (2) 73—77.
- SCHAEGIS, P. (1984): **Le Lait**, 64 (4—5) 85.
- SOURIRAJAN, S.: Reverse osmosis and synthetic membranes, National Research Council of Canada, Ottawa, Chepter. 20, 426, 1977.
- THOMPSON, L. U. and REYES, E. S. (1980): **J. Dairy Sci.**, 63, (5) 715—721.
- VON BOCKELMANN, ERIKSON, G. and HERMANSSON, A. H. (1975): **Milchwissenschaft**, 30 (7), 396—399.