

PRIMENA PROCESA ULTRAFILTRACIJE U PROIZVODNJI SVEŽIH SIREVA*

Mr Mihailo OSTOJIĆ, Institut za mlekarstvo, Beograd i mr Ljubica TRATNIK,
Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

Sažetak

Tehnološke operacije ultrafiltracije pripadaju grupi membranskih procesa. Ova tehnika, poznata na nivou laboratorijskih ispitivanja, značajno je napredovala u zadnjoj deceniji u industrijskim uslovima.

Upotreba ultrafiltracije u sirarstvu je u stalnom usponu. U ovom radu je istraživana mogućnost proizvodnje svežih sireva od mleka, surutke i mlaćenice.

Sveži sirevi od ultrafiltriranog mleka su pokazali dobra hranjiva svojstva. Sveži sirevi od ultrafiltrirane surutke (gde su ostali nedenaturisani proteini) su dali poboljšanje nutritivne vrednosti zbog većeg prisustva rastvorljivih proteina. Izrada svežih sireva od ultrafiltrirane mlaćenice je izvesna novost i daje značajne mogućnosti mlekarama, velikim proizvođačima maslaca.

Uvod

Izučavanje membranskih procesa spada u domen biotehnologije i predstavlja posebno poglavlje naučnog interesovanja. Praktična primena ovih istraživanja je bitna promena mnogih tradicionalnih tehnologija. Stvaraju se uslovi dinamičnijeg razvoja procesa obrade mleka, dekomponovanjem njegovog sastava i kontrolisane primene u izradi mnogih mlečnih proizvoda.

Membranski procesi primenljivi u industrijskim razmerama mogu se podeliti prema redu veličine propuštanja molekula kroz selektivno propustljivu membranu na: reverznu osmozu, ultrafiltraciju, mikrofiltraciju i klasičnu filtraciju.

Najveću primenu u mlekarstvu je našao proces ultrafiltracije, koji pored umanjenja utroška energije daje maksimalnu mogućnost korišćenja sirovine. Odvajanjem komponenti upotrebljene sirovine dobijamo frakcije retentata i permeata određenog hemijskog sastava i fizičkih osobina.

Pregled literature

Po navodima Van OSS-a (1970.), prvi eksperimentalni radovi iz oblasti membranskih procesa publikovani su pre 120 godina. Nemački istraživač Schmit je još 1861. godine demonstrirao primenu govede srčane kese kao membrane. 1906. godine Herz je publikovao detaljnu studiju zadržavanja proteina različitim membranama animalnog porekla. Bechold je 1908. godine upotrebio koloidnu membranu i prvi je ove procese nazvao terminom »ultrafiltracija«.

* Referat održan na XXII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb 1984.

Tek uvođenjem membrane asimetrične strukture od acetat celuloze došlo je do naglog korišćenja ovih postupaka (Loeb i sar. 1962.). Laboratorijskim istraživanjima su se bavili mnogi autori: Davis i sar. (1960.) su izučavali sastav retentata i permeata, Vujičić i sar. (1966.) su ispitivali kvantitativno promene ravnoteže mineralnih materija permeata i dr.

Industrijski razvoj ultrafiltracije je počeo šezdesetih godina u SAD-u. Desetak godina kasnije mlekarsvo je praktično imalo najviše koristi od ovih otkrića. Po navođima Maubois i sar. (1971.), primenu ultrafiltracije za tretiranje surutke prvi je predložio Fallick 1969. godine, a Maubois za transformaciju mleka u sireve.

Primenom procesa MMV (1969.) pri preradi mleka u sireve se u prvoj fazi formira masa sa višim sadržajem proteina mleka. Ova masa se naziva predsir i sadrži sve proteine mleka, čime ima znatno različita svojstva od klasičnog gruš. Dalje tehnološke operacije su uslovljene vrstom proizvedenog sira i stepenom automatizacije procesa.

Prednost primene ultrafiltracije je u povećanom sadržaju proteina, poboljšanom randmanu sira, uštedi u potrošnji sirila i čistih kultura, umanjenju zagađenja čovekove okoline, povećanoj ekonomičnosti proizvodnje i dr.

Primenom procesa ultrafiltracije u sirarstvu bavili su se mnogi istraživači. Tako su Brule i sar. (1975.) proizvodili sveže sireve, Maubois (1978.) utvrđuje mogućnosti primene u izradi sira kamamber, Brahmssen (1979.), Ducruet (1981.) u proizvodnji polutvrdih sireva, Veinoglou i sar. (1978.) u proizvodnji fete i teleme sira, Baković i sar. (1979.) te Tratnik (1981.) u izradi albuminskih sireva, Kršev (1983.) u mogućnostima proizvodnje ličke base, Ostojić (1984.) u izradi belog mekog sira i dr.

Materijal i metode rada

Izvršeno je ispitivanje ultrafiltracije mleka, mlaćenice i surutke u proizvodnji odgovarajućih svežih sireva.

Mleko je pasterizovano na 72°C za vreme od 15 sekundi i ohlađeno na 50°C. Ultrafiltracija je rađena na modulu Pierre Guerin UL 1001 sa membranom Abcor 180 FEW 5 od 2,4 m² korisne površine. Retentat je ohlađen na 20°C, kada je izvršeno podsiravanje uz dodatak 2% čistih kultura bakterija mlečne kiseline. Vreme podsiravanja je bilo 18 časova.

Mlaćenica je pasterizovana na 72°C za vreme od 15 sekundi i ohlađena na 50°C. Ultrafiltracija je rađena na modulu SFEC sa membranom Carbosep sa 3,26 m² korisne površine. Retentat je podsiren na isti način kao i retentat od mleka.

Slatka surutka je prvo profiltrirana radi uklanjanja nerastvorljivih materija, pa ultrafiltrirana na modulu DDS-20 1,8 LAB sa ukupnom korisnom površinom membrane od 1,8 m². Korišćena je membrana od acetat celuloze tip 800. Dobijeni retentat surutke je zagrevan na temperaturu od 90—95°C do potpune koagulacije proteina. Posle 30 minuta i potpune agregacije proteina gruš je ohlađen na 45° i izvršeno je ceđenje i dalja obrada sira.

Svi dobijeni sirevi su praćeni u toku 14 dana na temperaturama skladištenja sireva. Hemijski sastav i fizičke osobine su praćene standardnim metodama. Analize su vršene u laboratorijama Instituta za mlekarsvo-Beograd i Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta-Zagreb.

Rezultati istraživanja sa diskusijom

Procesi ultrafiltracije mleka, mlaćenice i surutke u proizvodnji svežih sireva su praćeni odgovarajućim parametrima. Rezultati hemijskih ispitivanja su dati u sledećoj tablici:

Tablica 1. Hemijski sastav mleka, mlaćenice, surutke i njihovih frakcija retentata i permeata.

n = 5

Uzorak	Suva mat. ‰ (g/g)	Mast g/100 g	Suva mat. bez masti ‰ (g/g)	Proteini ‰ (g/g)	Min. mat. ‰ (g/g)	Laktoza ‰ (g/g)
Mleko	11,61	3,08	8,53	2,99	0,70	4,96
Retentat	22,44	6,45	15,99	6,90	2,14	6,95
Permeat	5,85	—	5,85	0,18	0,36	5,04
Mlaćenica	5,94	0,34	5,60	0,90	0,46	4,24
Retentat	21,15	4,65	16,50	9,50	1,01	5,99
Permeat	3,08	—	3,08	0,26	0,39	2,43
Surutka	6,42	0,35	6,07	1,33	0,41	3,98
Retentat	13,64	0,40	13,24	5,30	0,54	7,46
Permeat	4,35	—	4,35	0,39	0,32	3,96

Ultrafiltriranje mleka u proizvodnji svežih sireva je izvršeno sa faktorom koncentrisanja proteina $F_c = 2,34$ što je saglasno sa podacima Brule i sar. (1975.). Dobijeni sveži sir je imao delimično pikantan okus, koji se objašnjava prisustvom koncentrovanih mineralnih materija. Prisustvo sadržaja mlečne masti nije bitno utjecalo na sam tok ultrafiltracije i davalo je karakteristične osobine retentatu. Permeat je bio bistar, zeleno-žute boje, karakterističnog okusa i bez prisustva vidljivih čestica.

Mlaćenica je korišćena iz proizvodnje maslaca kontinuelnim procesima. Tokom ultrafiltracije ona se pokazala kao veoma pogodna za dekomponovanje i koncentrisanje raspoloživih proteina. U našim istraživanjima izvršena je koncentracija proteina do $F_c = 10,5$. Retentat je po organoleptičkim osobinama podsećao na pavlaku. Permeat je bio bistar, zelene boje.

Surutka je korišćena iz proizvodnje polutvrdih sireva i pojedini uzorci su imali povišenu kiselost. Zbog relativno visokog početnog sadržaja proteina vršeno je ugušćivanje do odnosa 1/10 i faktora koncentrisanja proteina $F_c = 4,0$. Permeat je bio zeleno-žute boje i nije imao vidljive čestice.

U toku ovih procesa mleko, mlaćenica i surutka su se pokazali kao medijumi koji se na primenjenim modulima za ultrafiltraciju mogu kontrolisano frakcionisati u zavisnosti od daljih procesa obrade i prerade.

Od dobijenih retentata željenih koncentracija izvršena je proizvodnja svežih sireva čiji je sastav utvrđen odgovarajućim parametrima i dat u sledećoj tablici.

Radi poboljšanja okusa svežih sireva proizvedenih od mleka i mlaćenice izvršeno je dodavanje pavlake u retentat pre podsiravanja.

Sveži sirevi proizvedeni od ultrafiltriranog mleka su imali sasvim zadovoljavajuće organoleptičke osobine. Njihova trajnost je bila preko 20 dana u uslovima čuvanja na temperaturi od 4°C . Svi ispitivani uzorci su imali približno isti hemijski sastavi i fizičke osobine. Ovakvu vrstu sira je moguće proizvoditi i uz odgovarajuće dodatke ekstrakta voća ili povrća.

Tablica 2. Hemijski sastav i neke fizičke osobine svežih sireva.

Vrsta analize	Sveži sir proizveden od		
	MLEKA	MLAČENICE	SURUTKE
Suva mat. ‰ (g/g)	21,48—24,32	24,50—26,50	27,20—44,90
Vlaga ‰ (g/g)	78,52—75,62	73,50—75,50	55,10—72,80
Mast g/100 g	10,00—12,00	8,00—11,50	7,26— 9,63
Mast u SM ‰ (g/g)	46,55—49,34	32,65—43,40	26,65—21,45
Proteini ‰ (g/g)	6,91— 7,82	8,45—10,24	10,20—22,14
NaCl ‰ (g/g)	0,31— 0,55	0,23— 0,45	0,00— 1,00
Kiselost ‰ SH	49,60—58,30	50,20—63,30	22,40—37,80
pH	4,60— 4,70	4,60— 4,90	4,01— 4,42

Sveži sirevi od mlaćenice predstavljaju izvesnu novinu u ovoj grupi sireva. Međutim pokazalo se u predmetnim istraživanjima da se odgovarajućim koncentrisanjem mlaćenice mogu dobiti organoleptički prihvatljivi sirevi. Oni mogu tako dopunjavati asortiman sireva sa ili bez dodataka ekstraktata voća ili povrća. U periodu intenzivne proizvodnje maslaca, mišljenja smo da je ovo jedan od najboljih načina valorizovanja mlaćenice. Dodate mezofilne bakterije mlečne kiseline doprinose stvaranju okusa na pavlaku, što je povoljno prihvaćeno od strane degustatora Instituta za mlekarstvo.

Sveži sirevi od surutke su izraženo proteinski sirevi, koji su organoleptički vrlo visoko ocenjeni. U toku 15 dana nisu primećene promene boje, mirisa i okusa. Konzistencija je bez promene prvih 10 dana, a posle su partije sira sa višim sadržajem vlage imale malo gnjecavu strukturu. Mišljenja smo da ovako proizvedeni sirevi predstavljaju biološki vrlo visokovrednu namirnicu, koja se može koristiti naročito u dijetetske i terapijske svrhe.

Zaključak

Na bazi ispitivanja ultrafiltracije mleka, mlaćenice i surutke i izrade svežih sireva mogu se izvući sledeći zaključci:

Primena ultrafiltracije u mlekarskoj industriji obuhvata sve tečne primarne i sekundarne proizvode. Stepenn ugušćenja se može unapred odrediti u zavisnosti od daljih tehnoloških operacija.

Ultrafiltracija mleka sa ili bez mlečne masti više ne predstavlja značajne probleme za mlekarsku industriju. Izrada svežih sireva od tako dobijenog retentata ima niz značajnih prednosti u odnosu na tradicionalnu proizvodnju. Organoleptičke osobine dobijenog sira se značajno ne menjaju ni posle 14 dana skladištenja na temperaturama od 4^o do 8^oC.

Ultrafiltracija mlaćenice ima svog opravdanja u mlekarama — velikim proizvođačima maslaca. Hranjivi sastojci mlaćenice se tako mogu adekvatno valorizovati, što je i pokazano izradom svežih sireva. Utjecaj rada bakterija mlečne kiseline u uslovima sredine izrade i skladištenja sira stvara izuzetno prijatnu aromu, koja podseća na krem sireve ili kiselu pavlaku.

Ultrafiltracija surutke zahteva određene predtretmane (filtriranje sirne prašine, separacija mlečne masti, pasterizacija i dr.) i poželjno je vršiti odmah na mestu proizvodnje sira. Dobijeni sveži sir iz koncentrovanih surutkinih proteina (albuminski sir), pored neospornih bioloških vrednosti daje i bolji rand-

man. Sirevi su bledo-žučkaste boje, mazive konzistencije, ugodnog mirisa i karakterističnog okusa.

R e s u m é

L'ultrafiltration appartient au groupe des techniques à membrane. Cette technique, connue au niveau du laboratoire à la fin du XIXe siècle, a trouvé un développement considérable depuis les travaux de Loeb et Sourirajan (1962.) et surtout, depuis les travaux de Maubois et al. (1969).

L'emploi de l'ultrafiltration en industrie fromagère a une progression constante. Dans cette travaille ont été examiné les fabrications des fromages frais. Ont été utilisé le lait, le lactosérum et le babeur.

Le fromage frais du lait ultrafiltré confirme la bonne utilisation digestive et métabolique. Le fromage frais du lactosérum ultrafiltré a une utilisation pratique digestive améliorée en raison du maintien sous forme soluble de ses protéines. Fabrication de fromage à pâte fraîche de type lisse du babeur ultrafiltré est une nouveauté et essai important pour laiteries, grand producteurs du beurre.

L i t e r a t u r a

- ABRAHAMSEN, R. K. and HOLMEN, T. B. (1980.); *Milchwissenschaft* 50, 399
BAKOVIĆ, D. i TRATNIK, Lj. (1979.); *Mljekarstvo* 29 (1), 19.
BRULE, G., MAUBOIS, J. L., VANDEWEGHE, J., FAUQUANT, J. et GOUDED-RANCHE, H. (1975.); *Revue laitière française* 328.
DAVIS, D. T. and WHITE, J. C. D. (1960.); *J. dairy res.* 27, 171.
DUCRUET, P., MAUBOIS, J. L., GOUDED-RANCHE, H. et PANNETIER, R. (1980.); *La technique laitière* 957,13.
F. I. L. (1981.); Bulletin — Document 134
KRŠEV, Lj. (1983.); *Mljekarstvo* 33 (4,5) 99
LOEB, S. and SOURIRAJAN S. (1962.); *Adv. in chem. series*, 117—132.
MAUBOIS, J. L., MOCQUOT, G. et VASSAL, R. (1969.); *Procédé »MMV«*. Brevets déposes No 2964.
MAUBOIS, J. L. et MOCQUOT, G. (1971.); *Le lait*, 508,495.
MAUBOIS, J. L. (1978.); *XX C. I. L.*, Paris.
OSTOJIĆ, M. (1983.); *Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi SAD*.
OSTOJIĆ, M. (1984.); *XXI seminar za ml. industriju, Zagreb*.
PEJIĆ, O. ĐORĐEVIĆ, J. (1963.); *Mlekarski praktikum, Beograd*.
TRATNIK, Lj. (1982.); *Mljekarstvo*, 32 (10) 291
TRATNIK, Lj. (1982.); *Mljekarstvo*, 32 (11) 323
Van OSS, C. J. and PERRY, E. S. (1970.); *Ultrafiltration membranes*, 97, 132
VEINOGLOU, B., VOYATZOGLOU, E. i ANIFANTAKIS, E. (1978.); *Mljekarstvo*, 28 (2) 30
VUJIČIĆ, I. and De MAN, J. M. (1966.); *Milchwissenschaft*, 21, 346.