

PROIZVODNJA BELOG MEKOG SIRA PROCESIMA ULTRAFILTRACIJE*

Mr Mihailo OSTOJIĆ, Institut za mlekarstvo, Beograd

Sažetak

Punomasno mleko je pasterizovano i ohlađeno na 50—55 °C, kada je koncentrovano prosečno četiri puta na modulima za ultrafiltraciju mleka sa membranama Romicon 1,4 m² i Abcor 2,4 m² korisne površine.

*Retentat je ohlađen na 30 °C i podsiren uz dodatak bakterija mlečne kiseline *Str. lactis*, *Str. diacetylactis*, *L. casei*, *L. bulgaricus* i *Str. thermophilus*.*

Beli meki sir od ultrafiltriranog mleka je imao hemijski sastav i dinamiku zrenja u periodu 30—45 dana, kao i tradicionalni sir. Uočeno je veće prisustvo proteina i bolji aminokiselinski sastav. Zreo sir je imao kompaktnu teksturu, bez uobičajenih šupljika mehaničkog ili mikrobiološkog porekla.

Uvod

Savremena proizvodnja u svim vidovima tehnoloških operacija prerade sirovine zahteva uvođenje takvih procesa, koji pored inovacija umanjuju utrošak energije i daju maksimalnu mogućnost korišćenja sirovina.

Mleko i mlečni proizvodi su višekomponentni sistemi. Tehnologija prerade mleka najčešće zavisi od načina razdvajanja tih komponenti. Pored klasičnih načina razdvajanja (isparavanje, ceđenje, dekantovanje i dr.) danas nam je omogućeno da savremenim postupcima razdvajamo često veoma slične komponente, koje su osetljivije na promenu temperature, pH, svetlosti i dr.

U mlekarski razvijenim zemljama membranski procesi sve više iskazuju svoje vrednosti, menjajući bitno tradicionalne tehnologije. Ultrafiltracija je najviše zastupljena u tretmanu mleka, surutke i, u novije vreme, mlaćenice.

U industriji sira ultrafiltracija kroz polupropustljivu membranu daje u prvoj etapi sirnu masu sa višim sadržajem proteina nazvanu predsirna masa. Svojstva ovog međuproizvoda su različita od tradicionalnog gruš. Ovde su koncentrisani praktično ukupni proteini mleka, što doprinosi poboljšanju svojstava dobijenog sira.

Pregled literature

M a u b o i s i sar. (1969.) su prvi predložili transformaciju mleka u sireve procesima ultrafiltracije. Iz ovih istraživanja je proistekao i poznati patent »MMV« koji služi kao polazna osnova mnogim tehnologijama izrade sireva. Prednosti ovih procesa, zavisno od stepena koncentrisanja mleka, su: povećanje sadržaja ukupnih proteina, poboljšana biološka vrednost sira, veći randman i dr. Takođe se postiže značajna ušteda sirila, čistih kultura, vremena

* Rad objavljen na XXII seminaru u Zagrebu (1984.). Rad finansiran od strane regionalne zajednice nauke Bor—Zaječar

potrebnog za manuelne tehnološke operacije i dr. Posebna značajnost primene ovih procesa se ogleda u uštedi sve skuplje energije.

Istraživanja Kessler-a (1981.) ukazuju da je tehnički limit koncentracije proteina na oko 27%, a da je ekonomski opravdano ići do maksimuma od oko 17,5%.

Za proizvodnju polutvrdih i tvrdih sireva potrebna je veća koncentracija proteina. Zato su Sutherland i sar. (1981.) u izradi sira čedar primenili dodatne operacije dijafiltracije. Sood i sar. (1979.) su od 80% podsirne mase dobijene ultrafiltracijom i odgovarajuće količine mlečne masti i vode formirali polaznu sirovinu takođe za izradu sira čedar.

U zemljama sa nedovoljnom proizvodnjom mleka, jedno od boljih rešenja ishrane stanovništva proteinima je proizvodnja sira iz rekonstituisanog ili rekombinovanog mleka. Le Graet i sar. (1979.) su predložili selektivnu koncentraciju sirnih komponenti primenom ultrafiltracije. Po dodavanju sirila i čistih kultura izvršila bi se dehidratacija retentata. Takav prah je pogodan za duže skladištenje i veoma pogodan za izradu svežih sireva.

Topljeni sirevi se takođe mogu proizvoditi od »baznih« sireva dobijenih ultrafiltracijom i evaporacijom sa preko 60% suve materije.

Izradu salamurenih sireva procesima ultrafiltracije su ispitivali u proizvodnji fete sira Hansen (1977.) i Veinoglou i sar. (1978.). Uočeno je značajno povećanje kvaliteta, bez negativnih organoleptičkih promena.

Materijal i metode rada

U okviru izrade belog mekog sira procesima ultrafiltracije primenjene su sledeće metode:

Korišćeno je punomasno mleko u količinama od 100—200 l po eksperimentu. Ultrafiltracija je vršena na dva različita modula:

a) **Alfa-Laval**-ov modul UFS-1 sa membranom Romicon od 1,4 m² korisne površine, sa primenjenim pritiscima 45 do 197 KPa, radnom temperaturom od 55 °C i vremenom ultrafiltracije od 1,39 do 2,28 časa.

b) **Pierre Guèrin**-ov modul UL-1001 sa membranom Abcor HFM 180 FEW 5 od 2,4 m² korisne površine, primenjenim pritiscima od 100 do 404 KPa, radnim temperaturama od 50—55 °C i vremenom ultrafiltracije 1,30 do 2,00 časova.

Vreme ultrafiltracije je određivano postizanjem potrebnog stepena koncentrisanja mleka. Ugušćivanje mleka je utvrđivano zapreminskim odnosom odvojenih količina permeata prema ukupnim količinama mleka.

Promene hemijskog sastava i nekih fizičkih osobina proizvedenog belog mekog sira su praćene standardnim metodama po Pejić-u i sar. (1963.). Posebno je praćen sadržaj aminokiselina i mineralnih materija instrumentalnim metodama na aminoanalizatoru Beckman 120 C i atomskom apsorpcionom spektrofotometru Warian-Techtron AA 6.

Tehnologija belog mekog sira procesima ultrafiltracije:

Primenjene tehnološke operacije su se sastojale od odabiranja, standardizacije i pasterizacije mleka za ultrafiltraciju. Mleko sa 3,3% mlečne masti je posle pasterizacije ohlađeno na temperaturu 50—55 °C, kada je izvršena ultrafiltracija. Dobijeni retentat je homogenizovan i zatim pasterizovan na

80 °C u vremenu od nekoliko minuta. Smeša je ohlađena na temperaturu od 35 °C, kada je dodata kombinacija kultura bakterija mlečne kiseline (*Str. lactis*, *Str. diacetylactis*, *L. casei*, *L. bulgaricus* i *Str. thermophilus*). Posle izvesnog vremena smeša je ohlađena na 28–30 °C i podsirena uz dodatak odgovarajuće količine CaCl₂ i sirila. Zgrušavanje je trajalo 40–60 minuta, posle čega je izvršeno rezanje i ceđenje gruš. Zatim je sirna gruda rezana na kriške odgovarajuće veličine i ostavljena preko noći da se samopresuje. Sledećeg dana je izvršeno soljenje kriške u 14⁰/₀-tnoj salamuri i zrenje na temperaturi 12 do 14 °C u periodu od 30 dana.

Rezultati istraživanja

Savremeni postupci ultrafiltracije u tehnološkim operacijama proizvodnje belog mekog sira omogućuju izmenu načina izrade koja se odražavala na osobine dobijenog proizvoda.

Promene sastava i osobine sira su praćene tokom 30 dana zrenja i date su u sledećoj tablici. Dat je takođe kontrolni uzorak proizveden standardnom metodom, što daje mogućnosti poređenja.

Tablica 1.

Promene hemijskog sastava i nekih fizičkih osobina belog mekog sira tokom zrenja

Starost sira u danima	Suva mat. % (g/g)	Mast u suv. mat. % (g/g)	Proteini % (g/g)	NaCl % (g/g)	Kiselost °SH	pH
1—UF	44,70	53,70	17,36	1,08	34,70	5,00
20—UF	44,28	54,80	19,80	1,83	57,20	4,90
30—UF	47,30	55,34	22,20	2,18	66,40	4,70
30 kontr.	40,60	51,50	18,08	2,68	77,30	4,45

Dinamika razvoja promena sastava belog mekog sira tokom perioda zrenja je slična prethodnim istraživanjima. (Ostojčić 1978., 1981.). Uočava se razlika u sadržaju proteina i nešto nižoj titracionaloj kiselosti. U poređenju sa kontrolnim ogledom ova razlika je još uočljivija. Obzirom da je zrenje sireva izvršeno u istim uslovima, mišljenja smo, da su dobijene razlike rezultat inicijalnog koncentrisanja proteina u oglednim sirevima.

Veći sadržaj soli kontrolnog uzorka je verovatno razlog izraženije difuzije tokom zrenja, zbog veće vlažnosti koja je bila i organoleptički uočljiva.

Struktura sireva iz ultrafiltriranog mleka je bila kompaktna, bez mehaničkih i mikrobioloških šupljika. Sir je bio mekši od kontrolnog i nije imao peskovitu strukturu.

Okus i miris sira su bili karakteristični. Očekivana oporost zbog koncentrovanih proteina je izbegnuta primetnim prisustvom mlečne masti. Svi uzorci su spadali u grupu ekstramasnih sireva.

Boja sireva je bila intenzivno bela, slična podacima Veinoglou i sar. (1978.), kod feta sira.

U ispitivanom periodu zrenja praćen je i sadržaj ukupnih aminokiselina. U sledećoj tablici dati su podaci samo sadržaja esencijalnih aminokiselina:

Tablica 2.

Promene esencijalnih aminokiselina tokom zrenja belog mekog sira

n = 5

Red. broj	Aminokiseline u 100 g uzorka	B E L I M E K I S I R		
		UF 1 dan	UF 30 dana	KONTROLNI 30 dana
1.	Lizin	1,12	1,58	1,45
2.	Histidin	0,35	0,51	0,48
3.	Treonin	0,56	0,81	0,64
4.	Cistein	0,15	0,21	0,17
5.	Valin	0,81	1,24	1,03
6.	Metionin	0,48	0,67	0,51
7.	Izoleucin	0,73	1,04	0,91
8.	Leucin	1,36	2,05	1,59
9.	Fenilalanin	0,65	1,03	0,90

Na kraju oglednog perioda ukupne esencijalne aminokiseline (triptofan nije ispitivan) sačinjavaju preko 40% ukupnih proteina, što ukazuje na izuzetnu biološku vrednost zrelih sireva.

Beli meki sir sadrži sve esencijalne aminokiseline neophodne organizmu, u količinama većim od preporučenih od strane međunarodne organizacije FAO (1970.). Izuzetak je samo sadržaj fenilalanina, koji bi se morao nadoknaditi iz drugih hraniva.

Mineralne materije predstavljaju važnu komponentu suve materije mleka. U proizvodnji sira one jednim delom prelaze u grušu, a drugim delom u surutku. U procesima ultrafiltracije dolazi do veće koncentracije mineralnih materija u retentatu. Elementi mineralnog kompleksa kazeina mleka (Ca, Mg, P) su koncentrovani u istom odnosu kao i proteini. Ovo često dovodi do izmene organoleptičkih osobina sira. To se može izbeći dodavanjem NaCl na kraju ultrafiltracije, dijafiltracijom predsirne mase (za polutvrde sireve) ili razblaživanjem retentata (za meke sireve), Brule i sar. (1974.). Zato je izvršeno ispitivanje sadržaja najvažnijih mineralnih elemenata tokom zrenja belog mekog sira. Rezultati su dati u sledećoj tablici 3.

Tablica 3.

Promene mineralnog sastava belog mekog sira tokom zrenja

Red. broj	Mineralne materije mg/kg	B E L I M E K I S I R		
		UF 1 dan	UF 30 dana	KONTROLNI 30 dana
1.	Natrijum	9.785	10.065	8.187
2.	Kalcijum	1.640	2.410	1.955
3.	Kalijum	852	1.116	992
4.	Fosfor	1.700	1.907	1.673
5.	Magnezijum	126	160	148

Po navodima Mahaut i sar. (1980.) još su Guitoneau i sar. (1934.) konstatovali da mineralni sastav ima utjecaj na organoleptičke osobine sira. Brule i sar. (1974.) su utvrdili da minerali kalcijuma, fosfora i magnezijuma koji su fiksirani za kazein mleka, su koncentrovani u istom odnosu kao i proteini. Zbog toga je i moguća pojava promene okusa dobijenog sira.

U našim istraživanjima uočen je znatan porast sadržaja kalcijuma, kalijuma i fosfora, ali je to uvećanje ostalo bez vidljivog utjecaja na organoleptičke osobine sira. Sadržaj kontrolnog uzorka sira starog 30 dana je bio bliži početnom sadržaju oglednog sira nego sirevima istog stepena zrenja. Povećani sadržaj natrijuma i kalcijuma se može tumačiti i dodavanjem kalcijum hlorida i natrijumhlorida u toku izrade i obrade sira.

Zaključak

Primena procesa ultrafiltracije punomasnog mleka u proizvodnji belog mekog sira omogućuje modifikaciju tradicionalnih tehnologija. Na osnovu naših istraživanja mogu se izvući sledeća zapažanja:

Uvođenje procesa ultrafiltracije u proizvodnji belog mekog sira ne stvara tehničke probleme, jer se lako uklapa kao dodatna faza kompletnih tehnoloških operacija. Time se dobija ušteda u vremenu podsiravanja, obrade grušā, vremena ceđenja i presovanja i dr. Bitno je napomenuti da se pojavljuje i značajna ušteda utroška energije, čistih kultura i sirila.

Dinamika zrenja sira od ultrafiltriranog mleka je slična standardnoj proizvodnji, ali je evidentna razlika u sadržaju proteina i stepenu njihove razgradnje.

Sadržaj esencijalnih aminokiselina ukazuje na izuzetno bogatstvo ove namirnice, čime je ona svrstana u visoko vrednu proteinsku hranu.

Mineralni sastav sira je izraženiji pri korišćenju ultrafiltracije ali u našim ogledima nije bitno utjecao na organoleptičke osobine sira. Boja sira je bila izraženije bela. Struktura sirnog testa je bila izrazito zatvorena bez vidljivih mehaničkih ili mikrobioloških šupljika. Randman je bio bolji za cko 10⁰/%.

Mišljenja smo da ova istraživanja treba nastaviti sa dužim periodom zrenja, kao i određivanjem konkretnih tehnoloških operacija u toku izrade samog sira.

Summary

Whole milk, pasteurized and cooled to 50—55 °C was concentrated approximately 4:1 in a 1,4 m² UF modul (Alfa-Laval UFS-1) and 2,4 m² UF modul (Pierre Guèrin UL-1001).

Retentate was cooled to 30°C, inoculated with Str. lactis, str. diacetilactis, L. bulgaricus and Str. thermophilus and coagulated with calf rennet.

The cheese from ultrafiltered milk had normal chemical composition during storage (30 days) like traditionally white soft cheese. He had more proteins soluble and better aminoacids content. Mature cheese from ultrafiltered milk had a texture as well as a small difference in its traditional taste due to the incorporation of whey protein.

Literatura

- BRULE, G., MAUBOIS, J. L. et FAUQUANT, J. (1974.); **Le lait** 54, 600—615.
FAO (1970.); Bulletin No 24.
- LE GRAET et MAUBOIS, J. L. (1979.); **Revue lait. française** No 373.
- HANSEN, R. (1977.); **Nordeurop. mejeri tidiss.** No 9.
- KESSLER, H. G. (1981.); **Food engineering and dairy technology**, R. F. Germany.
- MAHAUT, M. et MAUBOIS, J. L. (1980.); Bulletin — No. 20 — INRA.
- MAUBOIS, J. L., MOCQUOT, G. et VASSAL, L. (1969.); Brevets depoes No 2964.
- OSTOJIĆ, M. (1978.); **Mlekarstvo** 28 (6), 128.
- OSTOJIĆ, M. (1981.); **Mlekarstvo** 31 (7), 210.
- PEJIĆ, O. i ĐORĐEVIĆ, J. (1963.); Mlekarski praktikum, Beograd.
- SOOD, D. K. et al. (1979.); **J. dairy sci.** 2, 11, 1713.
- SUTHERLAND, B. J. and JAMESON, G. W. (1981.); **The Austral. J. dairy technology** 12, 136.
- VEINOGLU, B., VOYATZOGLOU, E. i ANIFANITAKIS, E. (1978.); **Mljekarstvo** 28 (2) 30.