

## Utjecaj retentata mlijeka na randman i sastav sira feta\*

mr. Marija ŠĆURIC, Mljekarska industrija »Sirela« Bjelovar

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper  
Prispjelo: 25. 11. 1991.

UDK: 637.045

### Sažetak

*Istraživanje utjecaja retentata na randman i sastav sira provedeno je sa ciljem da se provjeri hipoteza da se koagulacijom retentata, u odnosu na koagulaciju mlijeka, postiže bolji randman svježeg sira, te da različiti tehnološki postupak ne utječe na kvalitetu sira.*

*Za proizvodnju retentata koji se zatim prerađivao u sir feta, kao i za proizvodnju kontrolnih uzoraka sira od mlijeka, u modificiranom tradicionalnom postupku, koristilo se isto mlijeko.*

*Pokus je proveden u industrijskim uvjetima i za 11 skupina uzoraka sira od retentata utrošeno je 6600 litara retentata, a za 11 skupina uzoraka sira od mlijeka 38500 litara mlijeka.*

*Rezultati određivanja sastava mlijeka, retentata, uzoraka sira feta od retentata i od mlijeka, te određivanja randmana svježeg sira i ocjena kvalitete uzoraka sira 15. i 45. dana nakon proizvodnje, kao i rezultati statističke obrade tih podataka, potvrdili su hipotezu da se preradom retentata postiže bolji randman sira, a nisu potvrdili pretpostavku da kvaliteta sira proizvedenog tim postupkom nije bitno drugačija.*

*Ocjena kvalitete uzoraka sira feta proizvedenih od retentata bila je 45. dana nakon proizvodnje lošija od ocjena kvalitete uzoraka sira proizvedenih od mlijeka.*

*Riječi natuknice: sir feta od retentata, sir feta od mlijeka, randman sira, sastav sira, organoleptička ocjena sira.*

### Uvod

U vrijeme nedovoljnih količina energije i hrane, suvremena proizvodnja nastoji u svim fazama prerade koristiti procese koji ne troše mnogo energije, a omogućuju maksimalno iskorištenje sirovine. Ultrafiltracija je jedan od takvih postupaka u mljekarskoj industriji.

Novija istraživanja ukazuju da primjena membranske tehnike u proizvodnji nekih vrsta sira, naročito sira tipa »feta«, pridonosi modifikaciji organoleptičkih svojstava, posebno poboljšanju randmana.

Prvi rezultati pokusa membranskog odvajanja i koncentriranja tekućih polidisperznih sistema objavljeni su prije 120 godina. Godine 1908. Bechold je koristio koloidnu membranu i prvi nazvao proces »ultrafiltracijom« (prema Ostojić i Tratnik, 1984).

Membranski procesi najviše su se koristili za desalinizaciju vode, a kasnije za koncentriranje rijetkih otopina i frakcioniranje sistema u prehrambenoj industriji (Gerić i Karlović, 1978).

\* Izvod iz magistarskog rada obranjenog na Fakultetu poljoprivrednih znanosti u Zagrebu, 1988. godine

Od svih membranskih procesa (reverzna osmoza, elektrodializa, ultrafiltracija) u mljekarskoj se praksi najviše primjenjuje ultrafiltracija (Ostojić, 1984a).

Fallick je oko 1960. godine predložio ultrafiltraciju za koncentriranje sirutke (prema Ostojić, 1980), pa se membranski procesi počinju u tu svrhu primjenjivati u mljekarskoj industriji.

Postupak se kasnije primjenjuje za ugušćivanje mlijeka u proizvodnji proizvoda velike stabilnosti. U Danskoj, na primjer, u proizvodnji jogurta i imera (prema Lukač — Skelin, 1978).

Prve su membrane bile osjetljive prema mliječnoj masti, pa se najčešće koncentriralo isključivo obrano mlijeko, a filtratu se zatim dodavalo vrhnje. Usavršavanjem membrana mnogi su istraživači uspješno ugušćivali punomasno mlijeko /Hansen (1977), Veinoglou et al. (1978), Ostojić (1984 a), Bayoumi i Reuter (1986) i drugi/.

Ultrafiltraciju kao postupak u proizvodnji sira prvi je predložio Maubois 1969. godine. Patentirani MMV postupak (Maubois, Mocquot et Vassal, 1969) primjenjuje se u postupku proizvodnje nekih vrsta mekog sira, a u našim uvjetima u proizvodnji belog mekog sira (Ostojić i Tratnik, 1984).

Primjenom ultrafiltracije u sirarstvu bavili su se mnogi istraživači. Hansen (1977) i Veinoglou et al. (1978) primjenjuju ultrafiltraciju u proizvodnji feta i teleme sira, a Baković (1978) i Tratnik (1982) u proizvodnji albuminskog sira. Oni navode kao prednosti prerade ultrafiltriranog mlijeka u sir: povećanje količine proteina, povećanje randmana, poboljšanje biološke vrijednosti sira, uštedu sirila, uštedu čistih kultura, kraće trajanje pojedinih tehnoloških operacija. Ultrafiltraciju ometa usporavanje protoka kroz membranu uvjetovano nagomilavanjem na površini membrane sloja makro- i mikromolekula, odnosno formiranje graničnog sloja ili predmembrane (Ostojić, 1980; Tratnik, 1982). Probleme djelomično rješava recirkulacija mlijeka.

Nedostatak procesa ultrafiltracije mlijeka jest koncentriranje bakterija u retentatu (Renner et al., 1981; Tratnik i Kršev, 1986).

Ugušćivanje mlijeka ultrafiltracijom isključuje faze u kojima se troše velike količine energije. Koncentriranje i odvajanje provode se istovremeno, a izostalo je djelovanje topline, pa time i fizičke ili kemijske promjene koje mogu izmijeniti svojstva i umanjiti iskorištenost (Tratnik, 1982).

Güngeerlich (1980) tvrdi da sirenje retentata u proizvodnji sira fete povećava randman za 20%. Gerić i Karlović (1978) te Tratnik (1980) uočavaju da se sirenjem retentata povećava randman za 15%, a utrošak sirila smanjuje za 80%.

### Svrha istraživanja

U RO »Sirela« proizvodi se od 1973. godine sir feta, pod nazivom bijeli sir u kriškama, modificiranom pirotskom tehnologijom.

Istraživanje nastoji provjeriti prednosti proizvodnje sira fete od retentata navedene u literaturi, te u odnosu na modificirani tradicionalni postupak u uvjetima proizvodnje u »Sireli«.

Svrha je istraživanja proučiti utjecaj retentata na sastav i randman sira feta, te provjeriti hipotezu da koagulacija retentata u odnosu na koagulaciju mlijeka uvjetuje povoljniji randman, a ne mijenja sastav sira feta.

### Materijal i metode rada

U uvjetima proizvodnje RO »Sirela« (Mliječni proizvodi) proizvedeno je:

- a) (od po) 600 l pasteriziranog (72° C/15') i tipiziranog (3,2% masti) mlijeka izdvojenog iz spremnika A, ugušćenog u omjeru 1:5 uređajem za ultrafiltraciju (DDS 35-9 s membranom GR 61 PP) ukupno 11 skupina uzoraka sira feta od retentata uzoraka tipa A i
- b) (od po) 3 500 l mlijeka istog sastava iz spremnika A modificiranom pirotskom tehnologijom, koja se od 1975. godine primjenjuje u »Sireli« ukupno 11 skupina kontrolnih uzoraka sira feta — uzoraka tipa B.

U pokusnoj proizvodnji sira feta od retentata i u proizvodnji kontrolnih uzoraka sira tradicionalnim postupkom koristilo se isto mlijeko.

Dnevno se prerađivalo 4 100 litara mlijeka, a u 11 paralelnih pokusnih proizvodnji sira prerađeno je ukupno 45 000 l mlijeka.

Kemijske i bakteriološke analize uključivale su uzorke: mlijeka (prije sirenja ili prije ugušćivanja), retentata (poslije ugušćivanja), permeata (prosječnog uzorka pripremljenog miješanjem tri uzorka uzeta svakih pola sata za trajanja ultrafiltracije), te uzoraka sira feta 20 sati nakon proizvodnje (kad uzorke tipa A treba soliti, a uzorke tipa B uložiti u limenku i zaliti salamurrom), uzorke sira 3 dana poslije proizvodnje (kad valja mijenjati temperaturu zrenja uzoraka tipa A), te uzorke sira 20 dana nakon proizvodnje (kad se smatra da su uzorci tipa A zreli) i uzorke salamure 20 dana nakon proizvodnje sira.

Randman sira određen je 20 sati nakon proizvodnje sira, a prije soljenja.

**Kemijska analiza uzoraka mlijeka i retentata** ograničila se na određivanje: a) količine masti (metoda Gerber), b) količine suhe tvari (metoda FIL/IDF), c) ukupne količine bjelančevina (metoda Kjeldahl) i kiselosti pH-metrom.

**Kemijska analiza uzoraka sira** ograničila se na određivanje količine masti (metoda Van Gulik), suhe tvari (metoda Teichert), bjelančevina ukupno (metoda Kjeldahl) i kiselosti pH-metrom (Gerber, 1951; Šipka i sur., 1975).

**Mikrobiološka analiza** se ograničila na:

- a) određivanje ukupnog broja mezofilnih bakterija na krutom hranjivom supstratu s ekstraktom kvasca i dekstrozom, pH 7,0
- b) određivanje vjerojatnog broja *Coli-aerogenes* skupine,
- c) dokazivanje prisustva *Eschrichiae coli*,
- d) određivanje broja kvasaca i plijesni na krutom agar supstratu pH 5,6 (Demeter, 1967).

**Organoleptička ocjena** sira određena je pomoću modificirane tablice Stručnog udruženja mljekarskih organizacija Hrvatske.

Rezultati kemijskih i organoleptičkih analiza obrađeni su statistički (Barić, 1964; Filajdić, 1982).

### Rezultati istraživanja

Tabele 1. do 20. prikazuju rezultate statističke obrade podataka kemijske i mikrobiološke analize uzoraka, kao i podatke o ocjeni uzoraka sira i randmana.

**Tabela 1. Sastav mlijeka, retentata (omjer koncentracije 1:5) i permeata — prosjek**  
**Table 1. Components of milk, retentate (ratio of concentration 1:5) and permeate — average**

Broj uzoraka N <sup>o</sup> of samples n		Suha tvar Total solids %	Mast Fat % per cent	Bjelančevine ukupno Proteins % per cent
		Mlijeko	Milk	
11	$\bar{x}$	11,38	3,25	3,02
		Retentat	Retentate	
11	$\bar{x}$	38,10	17,27	16,67
		Permeat	Permeate	
11	$\bar{x}$	4,92	—	0,18

**Tabela 2. Količina dodataka na 3 500 litara mlijeka i 600 l retentata**  
**Table 2. Quantity of additives in 3 500 l milk and 600 l retentate**

Dodatak Additive	Feta od retentata Retentate feta cheese	Feta od mlijeka Milk feta-cheese
Čista kultura Starter culture	3,7 l	35 l
KNO <sub>3</sub>	24,72 g	700 g
Anato	10,07 ml	175 ml
CaCl <sub>2</sub>	61,8 g	700 g
Sirilo Rennet (1:10000)	55,35 ml	1570 ml

**Tabela 3. Količine proizvedenog sira i randmani**  
**Table 3. Quantities of produced cheese and cheese yield**

Broj uzoraka N <sup>o</sup> of samples n		Feta od retentata <sup>+</sup> Retentate feta-cheese		Feta od mlijeka <sup>++</sup> Milk feta-cheese	
		kg	%	kg	%
11	$\bar{x}$	97	16,16	486,1	13,89
	vš	94—99	15,66—16,50	470—506	13,42—14,48
	C		1,9		2,3

<sup>+</sup> Od 600 litara retentata  
From 600 liters retentate

<sup>++</sup> Od 3 500 litara mlijeka  
From 3 500 liters milk

Tabela 4. Randman sira feta tipa A i tipa B

Table 4. Cheese yield of feta cheese type A and type B

	Tip feta sira Type of feta-cheese	n	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>	t
A	(Od retentata) (Retentate cheese)	11	16,17	0,321	0,103	16,57
B	(Od mlijeka) (Milk-cheese)	11	13,89	0,321	0,103	

Tabela 5. Suha tvar sira starog 20 sati, te 3 i 20 dana

Table 5. Total solids in cheese after 20 hours, 3 and 20 days

Broj uzoraka N° of samples	Utrošeno litara Litres used	Starost sira — Age of cheese			
		20 sati hours	3 dana days	20 dana days	
	Feta od retentata Suha tvar %	Retentate feta-cheese Total solids per cent			
11	$\bar{x}$	38,10 retentata	40,86	42,93	42,19
	C		2,49	1,04	0,87
	vš	37,22—38,72	39,2—42,0	42,2—44,0	41,9—42,9
	Feta od mlijeka Suha tvar %	Milk feta-cheese Total solids per cent			
11	$\bar{x}$		43,27	43,74	44,42
	C		1,33	1,27	1,29
	vš		42,6—44,3	43,1—44,9	43,1—45,4

Tabela 6. Suha tvar sira (%)

Table 6. Total solids in cheese (per cent)

Trajanje zrenja Ripening duration	Feta sir od retentata			Feta sir od mlijeka			"t"	"F"
	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>		
20 <sup>h</sup>	40,80	1,016	1,032	43,27	0,577	0,333	6,88	3,09
3 dana days	42,93	0,447	0,200	43,74	0,556	0,309	3,78	1,54
20 dana days	42,19	0,369	0,136	44,42	0,573	0,328	10,88	2,41

**Tabela 7. Kemijski sastav salamure poslije 20. dana zrenja sira**  
**Table 7. Composition of brine 20<sup>th</sup> day of cheese ripening**

Broj uzoraka N° of samples	Salamura sira fete od retentata (A) Brine — Retentate feta cheese (A)			Salamura sira feta od mlijeka (B) Brine — Milk feta cheese (B)			
	Suha tvar Total solids	Mast Fat	Bjelančev. Proteins	Suha tvar Total solids	Mast Fat	Bjelančev. Proteins	
n	%						
11	$\bar{x}$	10,63	0,46	2,99	6,24	0,14	1,05
	v.š.	9,18—11,56	0,3—0,6	2,4—3,63	5,6—7,05	0,05—7,05	0,71—1,57

**Tabela 8. Mast u suhoj tvari sira (%) starog 20 sati, te 3 i 20 dana**  
**Table 8. Fat in total solids (per cent) of cheese after 20 hours, 3 and 20 days of ripening**

Broj uzoraka N° of samples	Feta sira od retentata Retentate feta cheese			Feta sira od mlijeka Milk feta cheese			
	n	20 <sup>h</sup>	3 dana — days	20	20 <sup>h</sup>	3 dana — days	20
11	$\bar{x}$	43,2	42,54	41,99	43,96	43,54	43,0
	v.š.	41,8—44,1	41,4—43,3	41,0—43,1	43,1—45,1	42,8—44,5	42,1—44,0
	C	1,9	1,5	1,7	1,4	1,2	1,2

**Tabela 9. Mast u suhoj tvari sira (%)**  
**Table 9. Fat in total solids of cheese (per cent)**

Trajanje zrenja sira Cheese ripening duration	Sir od retentata (Tipa A) Retentate cheese (Type A)				Sir od mlijeka (Tip B) Milk cheese (Type B)			
	n	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>	n	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>
20 <sup>h</sup>	11	43,20	0,834	0,696	11	43,96	0,632	0,399
3 dana days	11	42,54	0,662	0,439	11	43,54	0,517	0,265
20 dana days	11	41,99	0,733	0,573	11	43,00	0,512	0,262
		"t"	"F"					
20 <sup>h</sup>		2,41	1,74					
3 dana days		3,95	1,64					
20 dana days		3,75	2,05					

**Tabela 10. Varijacije količina bjelančevina (ukupno) (%) u uzorcima sira 20 sati, 3 i 20 dana poslije proizvodnje****Table 10. Variation in quantities of proteins in total solids (per cent) in cheese samples 20<sup>h</sup>, 3 and 20 days following production**

Broj uzoraka N <sup>o</sup> of samples n		Bjelančevine ukupno % Total proteins per cent					
		Sir od retentata (Tip A) Retentate cheese (Type A)			Sir od mlijeka (Tip B) Milk cheese (Type B)		
		20 <sup>h</sup>	3 dana	20 days	20 <sup>h</sup>	3 dana	20 days
11	$\bar{x}$	17,52	18,70	17,84	16,21	16,40	16,72
	v.š.	16,85—18,10	17,92—19,28	17,08—18,22	15,77—16,72	15,80—17,31	15,92—17,31
	C	2,48	2,58	2,02	2,1	3,1	2,95

**Tabela 11. Ukupne količine bjelančevina u siru (%)****Table 11. Total proteins in cheese (per cent)**

Trajanje zrenja sira Cheese ripening duration	Broj uzoraka N <sup>o</sup> of samples	Sir od retentata (Tip A) Retentate cheese (Type A)			Sir od mlijeka (B) Milk cheese (Type B)		
		$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>
20 <sup>h</sup>	11	17,52	0,435	0,189	16,21	0,340	0,116
3 Dana		18,70	0,483	0,233	16,40	0,508	0,258
20 Dana		17,84	0,360	0,130	16,72	0,494	0,244
	11		$>t_{\alpha}$	$>F_{\alpha}$			
20 <sup>h</sup>			7,99	1,63			
3 dana			10,59	1,11			
20 dana			6,09	1,88			

**Tabela 12. Varijacije vrijednosti pH za zrenja sira****Table 12. Variation of pH values during ripening of cheese**

Broj uzoraka N <sup>o</sup> of samples n		pH					
		Sir od retentata (Tip A) Retentate cheese (Type A)			Sir od mlijeka (Tip B) Milk cheese (Type B)		
		20 <sup>h</sup>	3 dana	20 days	20 <sup>h</sup>	3 dana	20 days
11	$\bar{x}$	4,88	4,80	4,70	4,84	4,68	4,48
	v.š.	4,78—5,05	4,69—4,89	4,61—4,79	4,78—5,03	4,62—4,87	4,40—4,58

**Tabela 13. Zastupljenost mikroorganizama u mlijeku, retentatu i permeatu ( $\bar{x}$ )**  
**Table 13. Microorganisms in milk, retentate and permeate ( $\bar{x}$ )**

	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Prisustvo <i>Escherichiae</i> <i>Coli</i>	Ukupan broj bakterija	Broj kvasaca i plijesni
	Presumptive Coliform count	Presence of <i>E. coli</i>	Colony count of Bacteria	Yeasts and moulds
Mlijeko Milk	10	—	9100	10
Retentat	30	—	250000	30
Retentate				
Permeat	1	—	30	0
Permeate				

**Tabela 14. Rezultati mikrobioloških analiza uzoraka sira starih 20 sati**  
**Table 14. Results of microbiological analysis of cheese samples 20 hours after production**

Broj uzoraka	Sir od retentata (Tip A) Retentate cheese (Type A)			Sir od mlijeka (Tip B) Milk cheese (Type B)		
	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Ukupan broj bakterija 10 <sup>6</sup>	Broj kvasaca i plijesni	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Ukupan broj bakterija 10 <sup>6</sup>	Broj kvāsaca i plijesni
N <sup>o</sup> of samples	Presumptive Coliform count	Total colony count of Bacteria 10 <sup>6</sup>	Count of yeasts and moulds	Presumptive Coliform count	Total colony count of Bacteria 10 <sup>6</sup>	Count of yeasts and moulds
11						
$\bar{x}$	873	20,36	3245	964	14,45	2245
v.š.	200—1800	12,5—30,0	200—6400	300—1900	9,0—19,0	200—5600

**Tabela 15. Rezultati mikrobioloških analiza uzoraka sira starih 3 dana**  
**Table 15. Results of microbiological analysis of cheese samples 3 days after production**

Broj uzoraka	Sir od retentata (Tip A) Retentate cheese (Type A)			Sir od mlijeka (Tip B) Milk cheese (Type B)		
	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Ukupan broj bakterija 10 <sup>6</sup>	Broj kvasaca i plijesni	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Ukupan broj bakterija 10 <sup>6</sup>	Broj kvasaca i plijesni
N <sup>o</sup> of samples	Presumptive Coliform count	Total colony count of Bacteria 10 <sup>6</sup>	Count of yeasts and moulds	Presumptive Coliform count	Total colony count of Bacteria 10 <sup>6</sup>	Count of yeasts and moulds
11						
$\bar{x}$	618	2,34	1809	564	1,49	1282
v.š.	200—1100	1,2—3,3	100—4400	200—1100	0,9—2,2	200—3000



**Tabela 16. Rezultati mikrobioloških analiza uzoraka sira starih 20 dana.****Table 16. Results of microbiological analysis of cheese samples 20 days after production**

Broj uzoraka	Sir od retentata (Tip A) Retentate cheese (Type A)			Sir od mlijeka (Tip B) Milk cheese (Type B)			
	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Ukupan broj bakterija 10 <sup>6</sup>	Broj kvasaca i plijesni	Vjerojatan broj <i>Coli aerogenes</i>	Ukupan broj bakterija 10 <sup>6</sup>	Broj kvasaca i plijesni	
N <sup>o</sup> of samples	Presumptive Coliform count	Total colony count of Bacteria 10 <sup>6</sup>	Count of yeasts and moulds	Presumptive Coliform count	Total colony count of Bacteria 10 <sup>6</sup>	Count of yeasts and moulds	
11	$\bar{x}$	336	0,68	2309	268	0,40	1809
	v.š.	100—600	0,25—1,30	600—5000	140—300	0,14—0,75	600—5000

**Tabela 17. Rezultati organoleptičkog ocjenjivanja uzoraka sira starih 15 dana****Table 17. Results of sensory evaluation of cheese samples 15 days after production**

Broj uzoraka	Feta od retentata Retentate feta cheese		Feta od mlijeka Milk feta cheese	
	Ukupan broj točaka		Total score	
N <sup>o</sup> of samples				
11	$\bar{x}$	17,82	16,04	
	v.š.	17,0—18,5	15,5—17,5	
	C	3,14	4,72	

**Tabela 18. Rezultati organoleptičkog ocjenjivanja uzoraka sira starih 45 dana****Table 18. Results of sensory evaluation of cheese samples 45 days after production**

Broj uzoraka	Feta od retentata Retentate feta cheese		Feta of mlijeka Milk feta cheese	
	Ukupan broj točaka		Total score	
N <sup>o</sup> of samples				
11	$\bar{x}$	16,27	17,27	
	v.š.	15,0—17,5	16,0—18,5	
	C	5,75	5,07	

**Tabela 19. Razvrstavanje uzoraka sira u klase na temelju ukupne ocjene organoleptičke kvalitete****Table 19. Classification of cheese samples on the basis of total score won at sensory evaluation**

Broj uzoraka N° of samples	Tip sira Type of cheese	Trajanje zrenja dana Duration of ripening days	Uzorci razvrstani Samples classified	
			Klasa I	Class II
11	Feta od retentata Retentate feta cheese	15	11	—
11	Feta od mlijeka Milk feta cheese		4	7
11	Feta od retentata Retentate fete cheese	45	6	5
11	Feta od mlijeka Milk feta cheese		9	2

**Tabela 20. Rezultati organoleptičke ocjene uzoraka sira****Table 20. Results of sensory evaluation of cheese samples**

Zrenje dana Ripening days	Feta od retentata Retentate feta n = 11			Feta od mlijeka Milk feta n = 11			t*	F*
	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>	$\bar{x}$	s	s <sup>2</sup>		
15	17,82	0,560	0,314	16,04	0,757	0,573	6,27	1,82
45	16,27	0,932	0,868	17,27	0,876	0,768	2,59	1,13

### Diskusija

U industrijskim uvjetima proizvedeno je 11 skupina pokusnih uzoraka sira fete od retentata i 11 skupina kontrolnih uzoraka sira feta od mlijeka. Sastav mlijeka i retentata naveden je u Tabeli 1.

Za proizvodnju sira feta od retentata utrošeno je 10 puta manje čistih kultura, 5 puta manje KNO<sub>3</sub>, 2 puta manje anato boje, CaCl<sub>2</sub> i 5 puta manje sirila (Tabela 2).

Manja količina potrebnog sirila posljedica je povećane količine bjelanjčevina i veće koncentracije sirila u vodenoj fazi. Schmutz i Puhani (1979) smatraju da je određivanje potrebne količine sirila funkcija volumena retentata mlijeka, a ne količine kazeina u njemu.

Randman je određen svježem siru prije soljenja (Tab. 3). Od 100 litara mlijeka prerađenog u sir feta klasičnim postupkom proizvedeno je prosječno 13,89 kg sira, odnosno, za proizvodnju 1 kg sira utrošeno je 7,19 litara mlijeka,

dok je od 100 litara mlijeka prerađenog u retentat, a zatim u sir feta proizvedeno prosječno 16,16 kg sira, a za proizvodnju 1 kg sira utrošeno je 6,07 litara mlijeka.

Razlike između srednjih vrijednosti randmana uzoraka sira signifikantne su uz 99% vjerojatnosti (Tab. 4).

Pokus je potvrdio hipotezu o različitom randmanu dva tipa sira. Povoljniji je randman sira feta proizvedenog od retentata, jer su postupkom ultrafiltracije mlijeka u retentat uključene i bjelančevine sirutke.

Suha tvar sira starog 20 sati, te 3 i 20 dana proizvedenog od mlijeka postupno je postajala sve veća, dok je suha tvar uzoraka proizvedenih od retentata postajala veća od 20 sati do tri dana, a onda je do 20. dana nešto opala (Tab. 5). Testiranjem opravdanosti razlika količina suhe tvari dva tipa sira (Tab. 6) utvrđeno je da su one signifikantne uz 99% vjerojatnosti. Razlike tehnoloških postupaka bile su signifikantne (95% vjerojatnosti) samo 20 sati poslije proizvodnje.

Salamura sira od retentata starog 20 dana sadržala je 17 puta više suhe tvari, 3,3 puta više masti i 2,8 puta više bjelančevina od salamure sira proizvedenog od mlijeka (Tab. 7). Starost sira 20 dana označava kraj zrenja sira feta od retentata, dok zrenje sira proizvedenog od mlijeka još traje.

Mast u suhoj tvari opada starenjem oba tipa sira (Tab. 8). Međutim, opadanje te vrijednosti znatno je brže u uzorcima sira proizvedenim od retentata; razlike nisu signifikantne među uzorcima starim 20 sati, ali su značajne (uz vjerojatnost 99%) između uzoraka starih 3 i 20 dana (Tab. 9). Različiti postupci proizvodnje nisu uzrokovali promjenu varijance.

Bjelančevine u siru od retentata povećavaju količine od prvog do trećeg dana nakon proizvodnje (Tab. 10), a zatim opadaju. Razlike količina bjelančevina u uzorcima dva tipa sira 20 sati, te 3 i 20 dana nakon proizvodnje signifikantne su uz vjerojatnost 99% (Tab. 11). Kako tehnološki postupci nisu uzrokovali promjenu varijance, valjalo je odbaciti hipotezu da različiti tehnološki postupci neće uvjetovati signifikantne razlike kemijskog sastava sira.

Vrijednost pH sira od retentata (Tab. 12) za sve vrijeme trajanja zrenja viša je i sporije opada od vrijednosti uzoraka sira proizvedenih od mlijeka. Pojavu može razjasniti povećanje pufernog kapaciteta retentata u kome se nakupljaju bjelančevine i mineralne tvari, posebno kalcij i fosfor (Obradović i sur. 1987). Povećani puferni kapacitet usporava opadanje pH-vrijednosti, što pogoduje razvoju mikroorganizama i ubrzanom zrenju sira (Maurer, 1979).

#### Mikrobiološka aktivnost

Iako je vrijednost pH sira od retentata nešto veća, njen utjecaj na zrenje i mikrobiološku aktivnost u siru je znatan.

Rezultati analiza potvrđuju navode da se ugušćivanjem mlijeka koncentriraju u retentatu mikroorganizmi (Tab. 13). Povećana zastupljenost mikroorganizama u retentatu u odnosu na mlijeko prije ultrafiltracije, relativno velik dodatak čistih kultura (3%) retentatu za sirenje, sporije opadanje pH-vrijednosti, temperatura 28°C u trajanju 20 sati, činioci su koji uvjetuju veću zastupljenost mikroorganizama u gramu sira od retentata.

U klasičnom postupku proizvodnje dodaje se 1% čiste kulture, pH-vrijednost opada brže, a temperatura zrenja je 15°C do 18°C. Najveća je zastupljenost mikroorganizama u gramu sira ustanovljena 20 sati nakon proizvodnje, pri kraju faze zakiseljavanja, od drugog do trećeg dana zrenja aktivnost se

mikroorganizama smanjuje uslijed prodiranja soli u sir, a opadanje aktivnosti nastavlja se prema kraju zrenja oba tipa uzoraka sira (Tab. 14, 15 i 16).

Zastupljenost bakterija veća je u gramu sira od retentata prvog, trećeg i 20. dana zrenja, što utječe na brže zrenje tog tipa sira i mogućnost očuvanja kvalitete za skladištenja.

Bakterije *Coli-aerogenes* skupine, te kvasci i plijesni znatno su manje zastupljeni u gramu sira, a njihova se aktivnost smanjuje prema kraju zrenja.

#### Organoleptička svojstva sira

Bolje ocjene kvalitete postigli su 15. dana zrenja uzorci sira od retentata svi svrstani u I. klasu, a većina uzoraka sira proizvedenih od mlijeka, koji još nisu bili zreli, zbog žilava tijesta i prazna okusa, svrstani su u II. klasu (Tab. 17 i 19). U ocjenjivanju 45. dana nakon proizvodnje, bolje su ocjene postigli uzorci proizvedeni od mlijeka — od 11 uzoraka 9 je svrstano u I. klasu, dok je samo 6 od 11 uzoraka proizvedenih od retentata svrstano u I. klasu (Tab. 18 i 19).

Razlike ocjena organoleptičke kvalitete uzoraka sira bile su značajne uz vjerojatnost 99%, a razlika varijance nije bila značajna (Tab. 20).

Rezultati istraživanja se ne uspoređuju s rezultatima iz literature, jer u dostupnoj literaturi nije bilo osvrta na ugušćivanje mlijeka sa 37% do 38% suhe tvari, niti rezultata određivanja: kemijskog sastava, mikrobiološke zastupljenosti, te organoleptičkog ocjenjivanja sira proizvedenog od retentata sličnih svojstava.

### Zaključak

Rezultat istraživanja i statističke obrade podataka kemijskih i mikrobioloških analiza mlijeka, retentata, uzoraka sira proizvedenih od retentata i sira proizvedenog od mlijeka, podataka o randmanu dva tipa sira i organoleptičke ocjene uzoraka sira starih 45 dana potvrdili su hipotezu da se preradom retentata postiže bolji randman sira feta, a nisu potvrdili pretpostavku da različiti tehnološki postupci neće značajno izmijeniti sastav i kvalitetu sira.

U proizvodnji sira feta od retentata utrošeno je manje čistih kultura bakterija mliječne kiseline,  $KNO_3$ , anato boje i  $CaCl_2$ , te sirila. Tim postupkom skraćeno je vrijeme proizvodnje sira za 180 minuta, a zrenje sira skratilo se na 14 dana.

U gramu sira od retentata bila je veća zastupljenost mikroorganizama, sporije su opadale pH-vrijednosti, a organoleptička kvaliteta tog tipa sira bila je slabija od kvalitete feta sira proizvedenog od mlijeka 45. dana nakon proizvodnje.

### INFLUENCE OF MILK RETENTATE USED FOR FETA CHEESEMAKING ON CHEESE YIELD AND COMPOSITION

#### Summary

*The effect of milk retentate used for feta cheesemaking on cheese yield and composition was studied. Hypothesis that coagulation of retentate, compared to milk coagulation, achieves better cheese yield not changing its composition was proved.*

*The same bulk milk was used in retentate preparation and in control traditional feta cheesemaking.*

*The experiment was carried out under industrial conditions. To produce 11 groups of retentate feta cheese samples 6600 l of milk retentate was used, and to produce 11 groups of control cheese samples 38500 l of milk.*

*Results of milk, retentate and cheese samples analysis, cheese yield determinations and sensory evaluation of cheese samples 15<sup>th</sup> and 45<sup>th</sup> day after production as well the results of statistical analysis of mentioned data proved hypothesis that retentate coagulation achieves better cheese yield and did not prove the hypothesis that different cheesemaking would not influence cheese composition and quality.*

*Score in sensory evaluation of retentate cheese samples 45 days after production were not as good as control samples and did not prove the hypothesis that different cheesemaking would not influence cheese composition and quality. Score of sensory evaluation of retentate cheese samples 45 days after production were not as good as milk cheese samples.*

*Additional index words: Feta cheese, Retentate and milk cheesemaking, Cheese yield, Cheese composition, Sensory evaluation of cheese quality.*

#### Literatura

- BAKOVIĆ, D., TRATNIK Ljubica (1979): Proizvodnja albuminskog sira od ugušćene sirutke. **Mljekarstvo**, 1. str. 19. Zagreb.
- BAYOUMI, E.S. REUTER, H. (1986): Herstellung von Domiati Käse mit Hilfe der Ultrafiltration. München, **Deutsche Molkerei — Zeitung** (22), str. 702.
- DEMETER, K. (1967): Bakteriologische Untersuchungsmethoden der Milchwirtschaft. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- DJARRAMBACHI, A.R., KAMMERLEHNER, J., KIERMEIER, F. (1975): Studie zur rationellen Herstellung von Salzlakenkäse. München, **Milchwissenschaft** (11), str. 658.
- DORĐEVIĆ, J. (1974): Dinamika rastvorljivih azotnih materija u toku izrade kačkavalja. Zagreb, **Mljekarstvo** (3), str. 54.
- GERIĆ, Z., KARLOVIĆ, D. (1978): Primjena membranskih procesa u prehrambenoj industriji. Ljubljana, **Živilsko inženirstvo** (4), str. 77.
- GÜNGERICH, C. (1979): Membranverfahren in der Käsertechnologie. München, **Milchwissenschaft** (1), str. 52.
- HANSEN, R. (1977): Herstellung von Feta-Käse durch Ultrafiltrierung. Reprint from **Nordeuropaeisk mejeritidsskrift**.
- HANSEN, R. (1980): Portionierungsanlagen zur Herstellung von Feta-Käse aus Ultrafiltrierungskonzentrat. **Nordeuropaeisk mejeritidsskrift** (12), str. 33.
- KAPAC-PARKAČEVA Natalija, ČIŽBANOVSKI, T., LAZAREVSKA, D. (1974): Hemijski sastav, osobine i reološka svojstva bijenog sira sa područja SR makedonije. Zagreb, **Mljekarstvo** (4), str. 74.
- LUKAC-SKELIN Jasmina (1978): Primjena ultrafiltracije u savremenoj mljekarskoj proizvodnji. Zagreb, **Mljekarstvo** (2), str. 26.
- MAUBOIS, J.L., BRULE, G. et GOURDON, P. (1981): Ultrafiltration du lactoserum. **La technique laitière**, N° 954.

- MAURER, L. (1979): Möglichkeiten einer Steuerung der Käsereifung. **Deutsche Milchwirtschaft** 30 (12), str. 380—389.
- MOCQUOT, G. (1981): Gegenwärtige Möglichkeiten der Ultrafiltration bei der Herstellung von Käse. München, **Deutsche Molkerei-Zeitung**, 8, str. 224.
- OBRADOVIĆ, D., STEFANOVIĆ, R., PUĐA, P., MILETIĆ, B., KEREČKI, Đ. (1987): Rast i promena pH UG mleka pod utjecajem streptokoka grupe N. XXV seminar za mljekarsku industriju, Lovran, 17—20. II 1987.
- OSTOJIC, M., MESNER, M. (1987): Prilog proučavanju hemijskog sastava belog sira tokom zrenja. Zagreb, **Mljekarstvo** (8), str. 128.
- OSTOJIC, M. (1980): Najnoviji pravci ultrafiltracije u mljekarskoj industriji. Zagreb, **Mljekarstvo** (11), str. 331.
- OSTOJIC, M. (1984a): Ultrafiltracija punomasnog mleka. Zagreb, **Mljekarstvo** (2), str. 41.
- OSTOJIC, M. (1984 b): Proizvodnja belog mekog sira procesima ultrafiltracije. Zagreb, **Mljekarstvo** (12), str. 365.
- OSTOJIC, M., TRATNIK Ljubica (1984): Primena procesa ultrafiltracije u proizvodnji svežih sireva. Zagreb, **Mljekarstvo** (11), str. 339.
- PEIĆ, O. (1956): Mlekarstvo II. Beograd, Naučna knjiga.
- RENNER, E., ÖMEROGLU, S. (1981): Herstellung von Weißkäse aus ultrafiltrierter Milch. München, **Milchwissenschaft** (6), str. 334.
- SCHMUTZ, M., PUHAN, Z. (1979): Labgewinnung ultrafiltrierter Milch. München, **Deutsche Molkerei-Zeitung** (7), str. 254.
- SLANOVEC Tatjana (1982): Sirarstvo. Ljubljana, Kmečki glas.
- SLAVESKA, Lj. (1985): Fizikalno kemijske osobine bijelog sira u toku zrenja i čuvanja u salamuri. Zagreb, **Mljekarstvo** (8), str. 232.
- TABORŠAK, N. (1980): Industrijska proizvodnja sira u salamuri. Zagreb, **Mljekarstvo** (3), str. 73.
- TRATNIK Ljubica (1980): proizvodnja svežeg sira od UF ugušćenog mlijeka. Zagreb, **Mljekarstvo** (1), str. 7.
- TRATNIK Ljubica (1982): Precipitacija proteina ugušćene sirutke ultrafiltracijom. Zagreb, **Mljekarstvo** (9), str. 291.
- TRATNIK Ljubica, KRŠEV Ljerka (1986): Ultrafiltracija sirutke Zagreb, **Mljekarstvo** (9), str. 273.
- VEINGLOU, B., VOYATZOGLOU, E., ANIFANTAKIS, E. (1978): Proizvodnja feta i telema sira ultrafiltracijom kravljeg i ovčjeg mlijeka. Zagreb, **Mljekarstvo** (2), str. 30.