

Optimiranje proizvodnje i kakvoće sireva u salamuri tipa Feta i Domiati

Ljubica Tratnik, Rajka Božanić, Andreja Harjač, Damir Kozlek

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.354.8

Sažetak

Sirevi u salamuri tipa Feta i Domiati proizvedeni su od punomasnog i djelomično obranog mlijeka s 1,8 % mliječne masti. Za proizvodnju sira tipa Domiati provedeno je sirenje zasoljenog mlijeka (5 % NaCl) na 40°C (s i bez CaCl₂) te je utvrđeno da dodatak CaCl₂ nije bio potreban kao u sirenju nezasoljenog mlijeka za sir tipa Feta (pri 30°C). Sirevi tipa Domiati bili su puno mekše konzistencije te znatno većih pH-vrijednosti, imali su više kalcija, fosfora i soli, a manje proteina i masti nego sirevi tipa Feta. Sir Domiati može se konzumirati i u svježem stanju, ali postaje bolji i tvrdi tijekom zrenja u salamuri (najbolji je bio nakon 20 dana zrenja). Sirevi tipa Feta moraju se salamuriti, a maksimalno su ocijenjeni već nakon 14 dana zrenja. Zrenje sireva provedeno je 28 dana na 12°C, u salamuri s 10 % NaCl-a koja je povoljno utjecala na senzorska svojstva oba tipa sira. Sirevi proizvedeni od djelomično obranog mlijeka s 1,8 % mliječne masti imali su tvrdju konzistenciju i poželjna senzorska svojstva, a sadržavali su manje masti, no puno više proteina, mineralnih tvari i više soli nego sirevi od punomasnog mlijeka. Prinos sireva tipa Domiati bio je nešto veći negoli prinos sireva tipa Feta, a osobito veći ako su proizvedeni od punomasnog mlijeka (za 18,9 %) u usporedbi s proizvedenim od djelomično obranog mlijeka (za 13,2 %).

Ključne riječi : sirevi tipa Feta, Domiati, proizvodnja, sastav, prinos, senzorska svojstva

Uvod

Izvorni sir Feta (grčki - "kriška") potječe iz Grčke gdje se proizvodi od ovčjeg mlijeka, a sir Domiati, koji se proizvodi od zasoljenog bivoljeg mlijeka, potječe iz Egipta (Abd El-Salam, 1987.). Zrenje i čuvanje tih sireva provodi se u salamuri, te se mogu konzumirati nakon 2-3 tjedna zrenja, iako se sir Domiati može trošiti i u svježem stanju (Abd El-Salam i sur., 1993.; Tratnik, 1998.). Sirevi ovoga tipa proizvode se od bilo koje vrste mlijeka (Abd El-Salam i sur., 1993.; Abdelmageed, 1997.; Pitso i Bester, 2000.), pa i od devinog (Mehaia, 1993.) i to punomasnog ili s manjim udjelom masti (Katsiari i Voutsinas, 2000.). Tradicionalna proizvodnja usoljenih sireva (Scott, 1981.; Tratnik, 1998.) znatno je poboljšana i raširena diljem svijeta.

Pojavljaju se dosta velike razlike u provedbi tehnološkog procesa proizvodnje i primjeni opreme (Šćuric, 1992.; Carić, 1993.; Abd El-Salam i sur., 1993.; Repsi sur., 1995.; Lalos i sur., 1996.) te u prethodnoj obradbi mlijeka uz različite dodatke (Naguib i sur., 1974.; Taboršak, 1980.; Scott, 1981.; Sipahioglu i sur., 1999.), u primjeni mikrobnih kultura (Scott, 1981.; Mehaia, 1993.; Kehagias i sur., 1995.; Tratnik, 1998.), u sirišnim preparatima (Wium i Qvist, 1998.; Kandarakis i sur., 1999.) i slično. Navode se i prednosti izravnog zakiseljavanja mlijeka prije sirenja (Shammet i sur., 1992.; Tratnik i sur., 1998.) što može utjecati na povećanje prinosa sira i poboljšanje čvrstoće gruš (Asker i sur., 1982.). U proizvodnji sireva u salamuri primjenjuje se, od nedavna, i postupak ultrafiltracije (Šćuric, 1991. i 1992.; Kyle i Hickey, 1993.; Aly, 1995.; Raphaelides i Antoniu, 1996.; Tratnik i sur., 1998.). Međutim, najčešće su ipak razlike u načinu usoljavanja sireva (Taboršak, 1980.; Scott, 1981.; Abd El-Salam, 1993.; Carić, 1993.; Repsi i sur., 1995.; Pappas i sur., 1996.; Prasad i Alvarez, 1999.), zbog čega je sastav proizvedenih sireva toga tipa vrlo promjenjiv (Mehaia, 1993.; Abd El-Salam, 1993.; Polychroniadou, 1994.; Aly, 1995.; Lalos i sur., 1996.), kao i postignuti prinos, te senzorska svojstva (Šćuric, 1992.; Mehaia, 1993.; Tratnik i sur., 1998.).

Svrha je ovoga rada istražiti utjecaj punomasnog i djelomično obranog mlijeka te utjecaj dodatka soli (NaCl), u obje vrste mlijeka, na parametre procesa proizvodnje, prinos, te na sastav i senzorska svojstva sira prije i tijekom zrenja u salamuri.

Materijal i metode rada

Za proizvodnju sireva tipa Feta i Domiati uporabljeno je sirovo punomasno i standardizirano djelomično obrano mlijeko (1,8 % mliječne masti) dobiveno ljubaznošću Lure d.d. Zagreb. Sirenje mlijeka uz dodatak 0,02% CaCl₂, 0,02% KNO₃ i 1% mezofilne radne kulture provedeno je s 0,03% tekućeg siri-la renilaze, jakosti 1: 10000. Za sireve tipa Domiati provedeno je sirenje zasoljenog mlijeka uz dodatak 5% NaCl-a te s i bez dodatka CaCl₂.

Punomasno i djelomično obrano mlijeko pasterizirano je na temperaturi 65°C/30 minuta, te je ohlađeno i analizirano (°SH, pH). Za proizvodnju sira tipa Domiati oko 2/3 mlijeka je zasoljeno dodatkom NaCl-a i trenutačno zagrijano na 75°C te preostalom trećinom mlijeka ohlađeno. Prirodna kiselost mlijeka snižena je prije sirenja do pH vrijednosti 6,0 dodatkom limunske kiseline.

Sirenje mlijeka uz dodatke provedeno je na 30°C za sireve tipa Feta, a na 40°C za sireve tipa Domiati. Nakon očvršćivanja, koagulum je izrezan na kockice veličine 2 cm³. Miješanje izrezanog gruš provedeno je dva puta u trajanju od oko 2 minute uz blago potresanje i pritiskanje površine gruš. Nakon sva-

kog miješanja gruša je ostavljen u mirovanju oko 15 minuta da bi otpustio sirutku. Cijeđenje gruša provedeno je na plastičnim sitima, preko obložene gaze i na sobnoj temperaturi uz povremeno stezanje gaze. Dovoljno ocijeđena sirna masa prebačena je u plastične perforirane i okrugle kalupe ($\phi = 12$ cm) te opterećena utegom od 5 kg/kg sira. U početnoj fazi prešanja sira provedeno je češće okretanje kalupa (3-4 puta u razmaku od 20-30 minuta) zbog boljeg ocjeđivanja zaostale sirutke. Prešanje sira pod opterećenjem trajalo je oko 20 sati za sve uzorke. Oblikovani sir poželjne konzistencije oslobođen je od kalupa te izvađan i izrezan na kriške debljine 1,5 cm i složen u plastične posude uz dodatak salamure (10 %-tna vodena otopina NaCl-a). Masa sira u salamuri opterećena je masom od oko 1 kg/kg sira. Zrenje sira u salamuri pod opterećenjem trajalo je 28 dana na temperaturi hladnjaka od oko 12°C.

Kemijski sastav sireva određen je za uzorke prije salamurenja i nakon 14 dana zrenja u salamuri. Uzorci mlijeka i sira svake pojedine proizvodnje čuvani su na temperaturi dubokog zamrzavanja do provedbe analiza. Sastav mlijeka i sireva određen je standardnim analitičkim metodama: suha tvar sušenjem na 105°C do konstantne mase; proteini Kjeldahl metodom; laktoza Schoorl-Luffovom metodom; mliječna mast Gerberovom metodom za mlijeko i Gerber-Siegfelldovom metodom za sir; pepeo žarenjem na 550°C; pH vrijednost pH-metrom "Knick", tip 646 te titracijska kiselost metodom Soxhlet-Henkel.

Udjel NaCl određen je titracijom srebrnim nitratom uz kalijev kromat (Pejić i Đorđević, 1963.), udjel fosfora fotometrijski, a kalcija tehnikom atomske apsorpcione spektrofotometrije (Rowe, 1973.).

Senzorska svojstva i kiselost sireva praćeni su svakih sedam dana, tijekom 28 dana zrenja. Ocjenjivanje senzorskih svojstava sira provela je panel skupina od 5 senzorskih analitičara, sustavom bodovanja po tablici od mogućih 20 bodova dobivenih na bazi faktora vaganja (ISO, 1985.).

Prikazani rezultati su srednje vrijednosti od tri ponovljena pokusa za svaki pojedini sir.

Rezultati postignutog prinosa sira (kg/100 L mlijeka) odnose se na uzorak svježe proizvedenog sira, prije stavljanja na zrenje u salamuru.

Rezultati i rasprava

Kemijski sastav mlijeka, uporabljenih u proizvodnji sireva u salamuri tipa Feta i Domiati, prikazuje tablica 1.

Udjel proteina, laktoze i mineralnih tvari u suhoj tvari djelomično obranog mlijeka bio je nešto veći nego u suhoj tvari punomasnog mlijeka, a udjel mliječne masti bio je značajno manji. Sastav mlijeka i korišteni dodaci u mlijeko utjecali su na tijek proizvodnje sireva (tablica 2).

Tablica 1: Kemijski sastav mlijeka za proizvodnju sireva u salamuri

Table 1: Chemical composition of milk used for brined cheese production

Sastav (%) Composition	Punomasno mlijeko Whole milk		Djelomično obrano mlijeko Partially skimmed milk	
	min.-max.	\bar{x}	min.-max.	\bar{x}
Suha tvar (%) Total solids	11,80 – 12,20	12,00	9,89 – 10,27	10,20
Mast (%) Fat	3,60 – 3,80	3,73	1,70 – 1,80	1,75
Proteini (%) Proteins	2,94 – 3,04	3,00	2,89 – 2,99	2,93
Laktoza (%) Lactose	4,46 – 4,57	4,54	4,27 – 4,43	4,30
Pepeo (%) Ash	0,68 – 0,69	0,69	0,68 – 0,71	0,70

Na osnovi preliminarnih pokusa ustanovljeno je da sirenje mlijeka nakon smanjenja prirodne pH-vrijednosti na pH=6,0 traje znatno kraće (i do 30 minuta kraće). Osim toga, postiže se tvrđa konzistencija sira i glađa tekstura tijesta (Tratnik i sur., 1998.). Zbog toga je u ovom radu prije sirenja podešena pH-vrijednost svih uzoraka mlijeka na pH=6,0. Sirenje zasoljenih uzoraka mlijeka (na 40°C) za proizvodnju sira tipa Domiati trajalo je puno duže nego sirenje uzoraka mlijeka (na 30°C) za proizvodnju sireva tipa Feta, bez obzira na višu temperaturu sirenja. Osim toga, sirenje punomasnog mlijeka bilo je nešto duže od sirenja djelomično obranog mlijeka (tablica 2). Stoga je sirenje zasoljenog punomasnog mlijeka u proizvodnji Domiati sira trajalo najduže (78 minuta), a sirenje djelomično obranog mlijeka u proizvodnji sira tipa Feta najkraće (35 minuta).

Iako su pH-vrijednosti pri rezanju svih gruševa bile podjednake, titracijska je kiselost odvojene sirutke bila bitno veća nakon rezanja gruša uzoraka sira tipa Feta, osobito proizvedenog od djelomično obranog mlijeka ($^{\circ}\text{SH}=7,99$). Međutim, titracijska kiselost sirutke odvojene od gruša sira Domiati bila je identična bez obzira na vrstu mlijeka i dodataka ($^{\circ}\text{SH}=4,36$). Tako je ocjeđivanje gruševa za sireve tipa Domiati trajalo kudikamo duže nego ocjeđivanje gruševa za sireve tipa Feta, osobito proizvedenog od punomasnog mlijeka (tablica 2). Razlog je tome prisutna sol u grušu koja znatno inhibira sinerezu, pa su slani gruševi sira tipa Domiati puno mekše konzistencije. Tome također pridonose masne globule u mreži gruša koje otežavaju ocjeđivanje sirutke (Tratnik, 1998.). U cilju odvajanja što veće količine sirutke, obrada je gruša do kalupljenja za sireve tipa Domiati trajala oko 18-20 sati, a za sireve tipa Feta svega oko 2-3 sata (tablica 2).

Tablica 2: Procesni uvjeti tijekom proizvodnje sireva u salamuri
 Table 2: Parameters during production of brined cheeses

Parametri proizvodnje Production parameters	Uzorci sira tipa Cheese types			Uzorci sira tipa Cheese types		
	Feta	Domiat 1	Domiat 2	Feta	Domiat 1	Domiat 2
Vrsta mlijeka Milk type	Djelomično obrano mlijeko Partially skimmed milk			Punomasno mlijeko Whole milk		
Pasterizirano mlijeko (L) Pasteurised milk	4	4	4	4	4	4
Kiselost mlijeka pH Acidity of milk °SH	6,64 7,24	6,64 7,24	6,64 7,24	6,72 7,62	6,72 7,62	6,72 7,62
Dodaci / Additives						
- limunska kiselina / citric acid	+	+	+	+	+	+
- NaCl (%)	-	5	5	-	5	5
- CaCl ₂ (%)	0,02	-	0,02	0,02	-	0,02
- KNO ₃ (%)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
- kultura / starter (%)	1	1	1	1	1	1
- sirilo / rennilaze (%)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Temperatura sirenja (°C) Renneting temperature	30	40	40	30	40	40
Vrijeme grušanja (minute) Renneting time (minutes)	35	75	70	45	78	73
pH gruša (pri rezanju) pH of curd (at cutting)	5,95	6,09	6,03	6,01	6,12	6,06
°SH sirutke (nakon rezanja) °SH of whey (after cutting)	7,99	4,36	4,36	6,54	4,36	4,36
Obrada gruša do kalupljenja (h) Treatment of curd to moulding (h)	2-3	18	18	2-3	20	20
Prešanje sira (5 kg/kg)/h Pressing of cheese (5 kg/kg)/h	20	20	20	20	20	20
Masa sira (g) Weight of cheese (g)	483	525	547	598	711	708
Zrenje u salamuri (dani) Ripening in brine (days)	28	28	28	28	28	28

Za daljnje prešanje svih sireva (u kalupu) odabrano je isto vrijeme (20 sati) te podjednako tlačenje (uteg od 5 kg/kg sira). Ipak je prinos sireva tipa Domiat (D₁ i D₂) bio veći od prinosa sireva tipa Feta (tablica 2, slika 1), i to veći uporabom punomasnog mlijeka (za 18,9%) nego uporabom djelomično obranog mlijeka (za 13,2%) vjerojatno zbog utjecaja sastava, osobito udjela soli u siru (tablica 3). Dodatak CaCl₂ u zasoljeno djelomično obrano mlijeko neznatno je utjecao na povećanje prinosa sira (D₂), ali nije značajno utjecao na prinos sira Domiat (D₂) proizvedenog od punomasnog mlijeka (slika 1).

Slika 1: Prinos sireva (kg/100 L mlijeka) tipa Feta (F) i Domiati (D) proizvedenih od djelomično obranog i punomasnog mlijeka

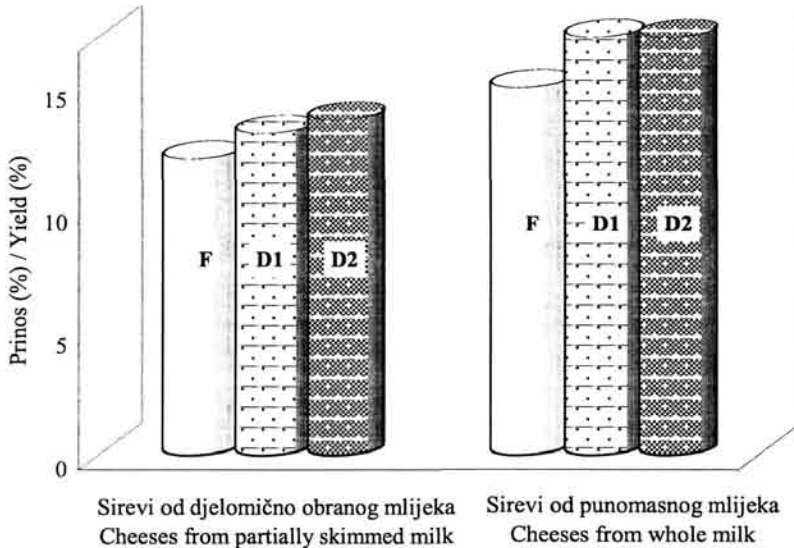
D1- Domiati proizveden bez dodatka CaCl_2

D2- Domiati proizveden uz dodatak CaCl_2

Fig 1: Yield (kg/100 L milk) of Feta (F) and Domiati (D) cheeses produced from partially skimmed and whole milk

D1- Domiati produced without CaCl_2 addition

D2- Domiati produced with CaCl_2 addition



Rezultati sastava sireva (tablica 3 i 4) predstavljaju srednju vrijednost od tri ponovljena pokusa za svaki pojedini uzorak sira. Prikazani su rezultati samo odabranih pokusa u kojima se vrijednost suhe tvari između sireva tipa Feta i Domiati, za istu vrstu mlijeka, nisu bitno razlikovale. Gotovo ista količina suhe tvari za sireve oba tipa može zavarati, iako olakšava pregled o udjelu pojedinih sastojaka sira. Općenito je vidljivo, da svi uzorci sira prije salamurenja (tablica 3) i nakon 14 dana zrenja (tablica 4), a proizvedeni od djelomično obranog mlijeka, imaju veći udjel proteina nego masti kao i više pepela u odnosu na sireve od punomasnog mlijeka koji imaju veći udjel masti. Osim toga, sirevi tipa Feta imaju više masti i više proteina nego sirevi tipa Domiati koji imaju više pepela, zahvaljujući prisutnoj količini soli u siru prije salamurenja.

Vidljivo je, da uzorci Domiati sira proizvedeni od djelomično obranog mlijeka imaju i veće udjele Ca i P nego sirevi tipa Feta i to prije i nakon salamurenja (tablica 3 i 4).

Međutim, sirevi tipa Domiati proizvedeni od punomasnog mlijeka imaju nešto manje udjele Ca i P prije salamurenja (tablica 3), a nešto veće nakon 14 dana salamurenja (tablica 4) u odnosu na sireve tipa Feta proizvedene od iste vrste mlijeka, vjerojatno zbog razlike u promjeni ostalih sastojaka.

Tablica 3: *Kemijski sastav sireva prije salamurenja*
 Table 3: *Chemical composition of cheese types before being brined*

Tip sira Cheese types	Suha tvar Total solids (%)	Mast Fat (%)	Proteini Proteins (%)	Pepeo Ash (%)	NaCl (%)	P (mg / 100g)	Ca 100g)
Djelomično obrano mlijeko / Partially skimmed milk							
Feta	34,0	12,79	19,22	1,05	-	167,3	312,9
Domijati 1	35,0	9,27	17,33	6,40	7,32	353,9	749,0
Domijati 2	36,6	9,96	17,83	6,81	7,50	332,8	769,0
Punomasno mlijeko / Whole milk							
Feta	38,9	20,32	16,54	1,04	-	179,6	520,3
Domijati 1	40,7	19,75	14,36	4,50	5,87	219,7	485,3
Domijati 2	41,3	19,55	14,56	4,65	5,99	212,9	493,0

Također je vidljivo, da nakon salamurenja dolazi do značajnog povećanja suhe tvari svih uzoraka sira, izuzev sireva tipa Domijati proizvedenih od djelomično obranog mlijeka (D₁ i D₂) kod kojih je taj porast suhe tvari bio puno manji. U tim uzorcima sira Domijati došlo je nakon salamurenja čak do neznatnog smanjenja udjela mineralnih tvari kao i udjela soli u suhoj tvari (tablica 4).

Tablica 4: *Kemijski sastav sireva nakon 14 dana salamurenja (12 °C)*
 Table 4: *Chemical composition of brined cheeses after 14 days of ripening (12 °C)*

Tip sira Cheese types	Suha tvar Total solids (%)	Mast Fat (%)	Proteini Proteins (%)	Pepeo Ash (%)	NaCl (%)	P (mg / 100g)	Ca
Djelomično obrano mlijeko / Partially skimmed milk							
Feta	43,0	14,63	22,94	4,43	4,53	201,3	237,2
Domijati 1	40,0	11,54	19,29	7,17	7,62	278,5	515,9
Domijati 2	40,1	11,94	19,76	7,50	7,91	238,5	557,1
Punomasno mlijeko / Whole milk							
Feta	48,1	24,53	18,26	3,31	3,75	211,8	394,3
Domijati 1	49,0	23,29	16,73	6,84	6,11	177,0	475,4
Domijati 2	48,8	23,55	16,93	6,81	6,38	230,4	507,6

Na stupanj apsorpcije soli u sir bitno utječe sastav i pH-vrijednost sirne mase. Ako sirevi sadržavaju više masti, masne globule blokiraju kapilarnu strukturu gruš, zbog čega je propusnost soli u masnije sireve slabija i sporija (Tratnik, 1998.).

Zbog toga svi sirevi proizvedeni od punomasnog mlijeka sadržavaju nakon salamurenja manju količinu soli nego uzorci proizvedeni od djelomično obranog mlijeka (tablica 4). Osim toga veća količina soli može biti apsorbirana

na pri manjoj negoli pri većoj pH-vrijednosti sirne mase (Tratnik, 1998.). Vjerojatno je to razlog što se kod sireva tipa Domiati, koji imaju puno veće pH-vrijednosti, nakon salamurenja čak smanjuje udjel soli u suhoj tvari (tablica 4) u odnosu na udjel soli prije salamurenja (tablica 3).

Usporedbom sastava sireva prije i nakon 14 dana salamurenja (tablica 3 i 4) vidljivo je također smanjenje udjela Ca i P u suhoj tvari svih uzoraka sira u salamuri.

Dio se vezanog Ca za kazein gubi tijekom soljenja sira jer se kalcij parakazeinata izmjenjuje s natrijem iz soli. O količini odvajanja vezanog kalcija tijekom soljenja sira ovisi njegova konzistencija. Međutim, količina odvojenog kalcija ovisi također o pH-vrijednosti sira jer je kalcij vezan na kazein osjetljiv na prisustvo H^+ iona. U proizvodnji sira od slanog mlijeka (tip Domiati), dodatak NaCl u mlijeko utječe na otapanje dijela koloidnog kalcija iz micela kazeina. Pri većoj pH-vrijednosti bit će više kalcija u kazeinu. Zbog toga će nakon soljenja sira biti više natrija vezanog za kazeinski kompleks, pa će sirevi biti mekši (Tratnik, 1998.), kao što su i sirevi tipa Domiati u ovom radu koji su i znatno viših pH-vrijednosti (tablica 5).

Tablica 5: Kiselost sireva prije salamurenja te tijekom zrenja u salamuri (12°C)

Table 5: Acidity of cheese samples before and during ripening in brine (12°C)

Tip sira Cheese types	Prije zrenja Before ripening		Zrenje u salamuri (dani) Ripening in brine (days)			
			7		14	
	pH	°SH	pH	°SH	pH	°SH
Djelomično obrano mlijeko / Partially skimmed milk						
Feta	4,90	61,81	4,83	87,26	4,89	82,72
Domiati 1	6,55	13,82	6,57	15,27	6,54	13,82
Domiati 2	6,54	14,54	6,59	15,99	6,55	14,54
Punomasno mlijeko / Whole milk						
Feta	4,97	47,27	4,85	69,08	4,84	74,81
Domiati 1	6,56	11,64	6,60	13,82	6,66	10,18
Domiati 2	6,55	12,36	6,69	14,54	6,65	10,91

Osim toga, nakon 14 dana salamurenja malo se smanjuje udjel proteina u suhoj tvari svih sireva (tablica 3 i 4), ali ipak se nešto više smanjuje u sirevima tipa Feta (tablica 4), vjerojatno zbog manjeg udjela soli te zbog manjih pH-vrijednosti u odnosu na sireve tipa Domiati (tablica 5).

Manja koncentracija soli u sirevima tipa Feta, osobito proizvedenih od punomasnog mlijeka (tablica 4), omogućila je brže sazrijevanje sirne mase i maksimalne ocjene senzorskih svojstava već nakon 14 dana zrenja sira u salamuri (tablica 6).

Tablica 6: Senzorska ocjena sireva tijekom zrenja u salamuri (12 °C)
 Table 6: Sensory evaluation of cheeses during ripening in brine (12 °C)

Senzorska svojstva Sensory properties	max PB WP	Dani/Days											
		7			14			20			28		
		F	D ₁	D ₂	F	D ₁	D ₂	F	D ₁	D ₂	F	D ₁	D ₂
Djelomično obrano mlijeko / Partially skimmed milk													
Opći izgled General appearance	3,0	2,6	3,0	2,8	3,0	3,0	2,2	3,0	3,0	2,2	3,0	2,2	2,0
Boja Colour	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tekstura tijesta Body texture	2,0	2,0	2,0	1,2	2,0	2,0	1,4	2,0	2,0	1,4	2,0	1,2	1,2
Konzistencija Consistency	4,0	3,6	3,2	1,6	4,0	3,6	2,4	4,0	4,0	2,8	4,0	2,8	2,4
Miris Odour	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Okus Flavour	8,0	6,4	7,2	8,0	8,0	8,0	8,0	7,2	8,0	8,0	6,4	4,0	4,0
Ukupno Total	20,0	17,2	18,4	16,6	20,0	19,6	17,0	19,2	20,0	17,4	18,4	13,4	12,6
Punomasno mlijeko / Whole milk													
Opći izgled General appearance	3,0	2,6	3,0	2,2	3,0	3,0	2,4	2,6	3,0	2,4	2,0	2,2	2,0
Boja Colour	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tekstura tijesta Body texture	2,0	2,0	1,8	1,2	2,0	2,0	1,4	1,8	2,0	1,4	1,2	1,0	1,4
Konzistencija Consistency	4,0	4,0	3,2	1,6	4,0	3,6	2,4	3,2	4,0	3,2	3,2	2,8	2,4
Miris Odour	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	2,0
Okus Flavour	8,0	5,6	6,4	6,4	8,0	7,2	7,2	6,4	8,0	8,0	5,6	4,0	4,0
Ukupno Total	20,0	17,0	17,4	14,4	20,0	18,8	16,4	17,0	20,0	18,0	14,8	13,0	12,8

F = Feta; D = Domiati proizveden bez dodatka CaCl₂ (D₁) ili uz dodatak CaCl₂ (D₂)

D = Domiati produced without (D₁) or with (D₂) CaCl₂ addition

PB = ponderirani bodovi

WP = points obtained on weighted factor basis

Puno manje pH-vrijednosti i puno veća titracijska kiselost tih sireva i prije i nakon zrenja (tablica 5) mogu biti dokaz da se procesi sazrijevanja sirne mase, odnosno procesi hidrolize laktoze kao i proteina (proteoliza), brže odvijaju u sirevima tipa Feta, nego u sirevima tipa Domiati koji su postigli maksimalne ocjene tek nakon 20 dana zrenja (tablica 6).

Nakon 7 dana zrenja u salamuri sirevi tipa Feta bili su nedovoljno slani, nejednolične boje i nedovoljno izraženog okusa i mirisa. Sirevi tipa Domiati bili su puno mekše konzistencije, glađe teksture, ugodne slanosti i jednolične boje. Svi uzorci sira proizvedeni od djelomično obranog mlijeka bili su nešto slaniji, tvrđe konzistencije i bjeliji u odnosu na uzorke od punomasnog mlijeka koji su imali glađu i povezanu teksturu tijesta, izraženiji sjaj, bez pojave mehaničkih šupljika te izraženije žućkaste boje. Uzorci Domiati sira proizvedeni od dje-

lomično obranog mlijeka uz dodatak CaCl_2 , bili su najlošijeg općeg izgleda zbog drobljivog i nepovezanog tijesta, iako su i uzorci sira proizvedeni od punomasnog mlijeka uz dodatak CaCl_2 bili lomljivi pri rezanju. To dokazuje da u proizvodnji sireva tipa Domiati nije potreban dodatak CaCl_2 u mlijeko za sirenje.

Nakon 14 dana zrenja svi uzorci sira postaju tvrđe konzistencije, izraženijeg su okusa i mirisa, osobito sirevi tipa Feta koji tada postižu maksimalne ocjene, bez obzira na uporabljeno mlijeko (tablica 6).

Nakon 20 dana zrenja sirevi tipa Domiati postaju još tvrdi i slaniji te izraženijeg okusa i mirisa, a oni sirevi proizvedeni bez dodatka CaCl_2 u mlijeko postižu maksimalne ocjene (tablica 6), bez obzira na uporabljeno mlijeko. Sirevi tipa Feta proizvedeni od punomasnog mlijeka postaju tada mekše i malo ljepljive konzistencije što znači da su procesi proteolize već uznapredovali, a to se odrazilo i na nešto lošiji okus. Uzorci sira proizvedeni od djelomično obranog mlijeka postaju malo kiselijeg okusa. Međutim, salamura je bila još uvijek bistra, bez stranih mirisa i okusa, bez obzira na vrstu sira.

Nakon 28 dana zrenja vidljivi znaci jače proteolize naziru se u svim uzorcima sira, osobito onim od punomasnog mlijeka; postali su ljjigavi bez obzira na tip sira, pa se to odrazilo i na vrlo loše senzorske ocjene sira te zamućene salamure. Jedino su uzorci sira tipa Feta, proizvedeni od djelomično obranog mlijeka, još bili prihvatljivih senzorskih svojstava (tablica 6).

Zaključci

Uporaba djelomično obranog mlijeka s 1,8% mliječne masti te salamura s 10% NaCl -a utjecali su na poželjna senzorska svojstva sireva tipa Feta i Domiati. Za proizvodnju Domiati sira preporuča se zasoljeno mlijeko s 5% NaCl -a te sirenje mlijeka na 40°C , ali bez dodatka CaCl_2 jer utječu na nastajanje lomljive konzistencije sira. Sirevi oba tipa proizvedeni od djelomično obranog mlijeka bili su tvrđe konzistencije, imali su znatno više proteina i mineralnih tvari, manje masti, ali i veći udjel soli nego sirevi proizvedeni od punomasnog mlijeka. Sirenje punomasnog mlijeka trajalo je neznatno duže od sirenja djelomično obranog mlijeka (35 minuta) dok je sirenje zasoljenog mlijeka trajalo dva puta duže (78 minuta). Sirevi tipa Domiati bili su puno mekše konzistencije i znatno većih pH-vrijednosti, imali su bitno veći udjel kalcija i fosfora te soli, a manji udjel proteina i mliječne masti od sireva tipa Feta. Sirevi tipa Domiati mogu se konzumirati i u svježem stanju, ali postaju bolji tijekom zrenja u salamuri, a najbolji su bili nakon 20 dana. Sirevi tipa Feta maksimalno su ocijenjeni nakon 14 dana zrenja, a proizvedeni od djelomično obranog mlijeka bili su poželjnih svojstava i nakon 28 dana salamurenja. Prinos sireva tipa Domiati bio je nešto veći od prinosa sireva tipa Feta, osobito uporabom punomasnog mlijeka (za 18,9%). Proizvodnja sira tipa Domiati trajala je puno duže u odnosu na proizvodnju sira tipa Feta, zbog otežanog ocjeđivanja gruš.

OPTIMIZING THE PRODUCTION AND QUALITY OF BRINED FETA AND DOMIATI CHEESE TYPES

Summary

Brined Feta and Domiati cheese types were produced from whole milk and partially skimmed milk with 1,8% of fat. Renneting of salted milk (5% NaCl) for Domiati cheese production was performed at 40°C with and without CaCl₂ (0.02%) addition. It was established that the addition of CaCl₂ was not necessary as in case at reneting of unsalted milk for Feta type cheeses (at 30°C). Domiati type cheeses had much softer consistency, higher pH value, calcium, phosphorus and salt but lower protein and fat content than Feta type cheeses. Domiati cheeses can be consumed when fresh although better sensory scores are obtained during ripening in brine. Maximum scores for this type of cheese were obtained after 20 days of ripening, and 14 days for Feta cheese. Ripening of cheeses during 28 days have been performed at 12°C and the brine with 10% NaCl had satisfactory influence on sensory properties for both cheeses. Cheeses produced from partially skimmed milk, with 1.8% of fat, had desirable sensory properties, harder consistency and higher protein, mineral and salt but lower fat content, than cheeses produced from whole milk. The yield of Domiati cheeses was slightly higher than that of Feta type cheeses, especially when whole milk was used (for 18.9%) in comparison when partially skimmed milk was used (for 13.2%).

Key words: cheeses, Feta and Domiati, production, composition, yield, sensory properties

Literatura

- ABD EL-SALAM, M. H. (1987.): Domiati and Feta Type cheeses, u Fox P. F.: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2 Chapman and Hall, London str. 227-309.
- ABD EL-SALAM, M. H., ALICHANIDIS, E., ZEFRIDIS, G. K. (1993.): Domiati and Feta Type cheeses, u Fox P. F.: *Cheeses: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2 Chapman and Hall, London str. 301-335.
- ABDELMAGEED, M. A. (1997.): Volatile Compounds of Domiati Cheese Made from Buffaloes Milk with Different Fat Content, *Grasas y Aceites*, 48 (6), 391-396.
- ALY, M. E. (1995.): An attempt for producing low-sodium Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 52 (3), 295-299.
- ASKER, A. A., GAAFAR, R. M., MAGDOUB, M. N. I., SHEHATA, A. E. (1982.): Manufacture of Domiati cheese by direct acidification method. *Egypt J. Dairy Sci.*, 10: 73.
- CARIĆ, M. (1993.): Ripened Cheese Varieties Native to the Balkan Countries, u Fox P. F.: *Cheeses: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2 Chapman and Hall, London str. 263-280.
- ISO (TC34) SC 12 (Secretariat - 139) E "Sensory analysis" DC., 14985-02-05.
- KANDARAKIS, I., MOSCHOPOULOU, E., ANIFANTAKIS, E. (1999.): Use of fermentation produced chymosin from E-coli in the manufacture of Feta cheese, *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 54(1), 24-26.
- KATSIARI, M. C., VOUTSINAS, L. P. (1994.): Manufacture of Low-Fat Feta Cheese, *Food Chemistry*, 49 (1), 53-60.
- KEHAGIAS, C., KOULOURIS, S., SAMONA, A., MALLIOU, S., KOUMOUTSOS, G. (1995.):

- Effect of Various Starters on the Quality of Cheese in Brine, *Food Microbiology*, 12 (5), 413-420.
- KYLE, S., HICKEY, M. W. (1993.): Feta cheese with ultrafiltration retentate, *The Australian Journal of Dairy Technology*, 48, 47-49.
- LALOS, G., VOUSINAS, L. P., PAPPAS, C. P., ROUSSIS, I. G. (1996.): Effect of a subpasteurization treatment of cold stored ewe's milk on the quality of Feta cheese. *Milchwissenschaft*, 51 (2), 78-82.
- MEHAIA, M. A. (1993.): Fresh soft white cheese from camel milk: Composition, yield and sensory evaluation, *Journal of Dairy Science*, 76 (10), 2845- 2855.
- NAGUIB, M. M., EL-SADEK, G. M., NAGUIB, K. H. (1974.): Factors affecting the quality of Domiati cheese. 1. Effect of heat treatment. *Egypt J. Dairy Sci.*, 2: 55.
- PAPPAS, C. P., KONDYLI, E., VOUSINAS, L. P., MALLATOU, H. (1996.): Effects of Salting Method and Storage Time on Composition and Quality of Feta Cheese, *Journal of the Society of Dairy Technology*, 49 (4), 113-118.
- PEJIC, O., ĐORĐEVIĆ, J. (1963.): *Mlekarski praktikum*, drugo izdanje, Obod, Beograd
- PITSO, S., BESTER, B. H. (2000.): Quality aspects of Feta cheese manufactured from mixtures of cow's and goat's milk, *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 55(8), 454-458.
- POLYCHRONIADOU, A. (1994.): Objective indices of maturity of Feta and Teleme cheese, *Milchwissenschaft*, 49 (7), 376-379.
- PRASAD, N., ALVAREZ, V. B. (1999.): Effect of salt and chymosin on the physico-chemical properties of feta cheese during ripening, *Journal of Dairy Science*, 82 (6) 1061-1067.
- RAPHAELIDES, S., ANTONIU, K. D. (1996.): The effect of ripening on the mechanical properties of traditional and ultrafiltered Teleme cheeses, *Milchwissenschaft*, 51 (2), 82-85.
- REPS, A., IWANCZAK, M., KOLAKOWSKI, P., J. KULESZA (1995.): Diffusion of sodium and potassium from brine into cheese, *Milchwissenschaft*, 50 (5), 263-265.
- ROWE, C. I. (1973.): *Food analysis by atomic absorption spectroscopy*, Varian Techtron Pty. Ltd, Springvale, Australia.
- SCOTT, R. (1981.): *Cheesemaking Practice*, Applied Science Publishers, LTD, London.
- SHAMMET, K. M., MCMAHON, D. J., ERNSTROM, C. A. (1992.): Effect of acidification and heat treatment on the quality of white soft cheese from ultrafiltered whole milk retentate, *Milchwissenschaft*, 47 (9), 553-557.
- SIPAHIOGLU, O., ALVAREZ, V. B., SOLANOL-LOPEZ, C. (1999.): Structure, physico-chemical and sensory properties of feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetics, *International Dairy Journal*, 9(11), 783-789.
- ŠĆURIC, M. (1991.): Utjecaj retentata mlijeka na randman i sastav sira feta, *Mljekarstvo*, 41 (11), 283-296.
- ŠĆURIC, M. (1992.): Production of Feta cheese, *Mljekarstvo*, 41 (12), 329-333.
- TABORŠAK, N. (1980.): Industrijska proizvodnja sireva u salamuri, *Mljekarstvo*, 30 (3), 73-79.
- TRATNIK LJ. (1998.): Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija; Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- TRATNIK LJ., BOŽANIĆ, R., KOZLEK, D. (1998.): Proizvodnja sira tipa Feta od ultrafiltriranog mlijeka, XXXIV Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija, 25-28. veljače. Zbornik sažetaka, 371.
- WIUM, H., QVIST, K. B. (1998.): Effect of Rennet Concentration and Method of Coagulation on the Texture of Feta Cheeses Made from Ultrafiltered Bovine Milk, *Journal of Dairy Research*, 65 (4), 653-663.

Adrese autora - Author's addresses:

Prof. dr. sc. Ljubica Tratnik
Dr. sc. Rajka Božanić
Damir Kozlek, dipl. ing.
Prehrambeno-biotehnoški
fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Andreja Harjač, dipl. ing.
Lura d.d. Zagreb, Tvornica Bjelovar

Primljeno - Received: 20.08.2000.**Prihvaćeno - Accepted: 28.09.2000.**