

Utjecaj ultrafiltracije punomasnog i djelomično obranog mlijeka na sastav i svojstva sira tipa Feta

Andrea Harjač, Ljubica Tratnik, Rajka Božanić, Damir Kozlek

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 637.131.2

Sažetak

Primjena procesa ultrafiltracije u proizvodnji sireva, posebice sira tipa Feta, omogućava maksimalno iskorištenje svih sastojaka mlijeka, daje povećani prinos, te ekonomičniju proizvodnju sira.

Cilj ovoga rada je istraživanje utjecaja ultrafiltracijom različito ugušćenih mlijeka (punomasnog mlijeka, ugušćenog 3x i 5x ili djelomično obranog mlijeka s 1,8% mliječne masti, ugušćenog 2x i 3x) na parametre proizvodnje, kemijski sastav i senzorska svojstva sireva tipa Feta tijekom 28 dana zrenja u salamuri na 12 °C. Istovremeno su proizvedeni i kontrolni sirevi od neugušćenog mlijeka. Oni su senzorski bolje ocijenjeni tijekom ukupnog trajanja zrenja. Najveće su promjene u kemijskom sastavu zabilježene u eksperimentalnim sirevima od ultrafiltriranog punomasnog mlijeka u kojima se suha tvar povećala za oko 24% nakon 14 dana zrenja u salamuri, dok se u sirevima od ultrafiltriranog djelomično obranog mlijeka povećala za oko 10%. Eksperimentalni sirevi od ultrafiltriranog djelomično obranog mlijeka, ugušćenog 2x, bili su sličnog sastava i senzorskih svojstava kao i kontrolni sirevi od neugušćenog djelomično obranog mlijeka. Međutim, imali su najveći udjel proteina u suhoj tvari (oko 50%) i najmanji udjel masti u suhoj tvari (oko 36%), a najbolji okus i nakon 28 dana zrenja u salamuri. Za zrenje eksperimentalnih sireva od ultrafiltriranog punomasnog mlijeka bila je potrebna 20%-tna salamura, a za ostale uzorke proizvedenih sireva tipa Feta 10%-tna salamura. Najveći prinos ostvaren je u sirevima proizvedenim od ultrafiltriranog punomasnog mlijeka, ugušćenog 5x (59%).

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

Uvod

Naziv Feta (grčki "kriška"), dolazi od samog izvornog oblika sira, rezanog u obliku kriški lubenice. Stavljan je na zrenje u drvene bačvice (Abd El-Salam i sur, 1993.) u kojima je potopljen u salamuru. Budući da je salamurenje toga sira vid konzerviranja kojim se sprječava isušivanje a produžava trajnost, tradicionalna proizvodnja sira tipa Feta još od drevnih vremena vezana je uz toplo klimatsko područje južne Europe. Sir tipa Feta je bijeli, meki, kiselo slani sir bez kore, izvorno proizveden od ovčjeg mlijeka u Grčkoj (Glover, 1985.). U proizvodnji toga sira upotrebljava se kravlje, kozje, bivolje mlijeko (Abd El-Salam i sur, 1993.; Pitso i Bester, 2000.), pa i devino mlijeko (Mehaia, 1993.) ili njihova mješavina, što utječe na boju, okus i tvrdoću sira. Iako ne bi trebalo biti plinskih šupljika nepravilne, mehaničke šupljike često su prisutne u siru tipa Feta koji je prijatno mliječno kiselkastog okusa, a mirisom podsjeća na vrhnje (Abd El-Salam i sur. 1993.).

Sir tipa Feta industrijski se proizvodi modificiranom tradicionalnom metodom (Taboršak, 1980.; Scott, 1981.; Abd El-Salam, 1987.; Šćuric, 1991.; Tratnik, 1998.) te primjenom ultrafiltracije punomasnog mlijeka (Hansen, 1977.; Scott, 1981.; Glover, 1985.; Abd El-Salam, 1987.; Šćuric, 1991.; Aly, 1995.; Raphaelides i Antoniu, 1996.) ili djelomično obranog mlijeka (Kyle i Hickey, 1993.) što je proširilo proizvodnju toga sira diljem svijeta. Veliki interes za proizvodnju sira tipa Feta, primjenom postupka ultrafiltracije, objašnjava se brojnim prednostima. Prinos je veći za oko 30% u odnosu na tradicionalne metode (Scott, 1981.; Glover, 1985.) a veća je i nutritivna vrijednost zbog uklapanja sirutkinih proteina (Korolczuk i Mahaut, 1991.). Navode se i uštede u potrošnji sirila i mljekarskih kultura (Maubois i Mocquot, 1974.; Tratnik, 1980.), te mogućnosti uvođenja kontinuiranog procesa (Maubois i Kosikowski, 1978.). Nedostatak primjene ultrafiltriranog mlijeka u proizvodnji sira uglavnom je povećani pufer kapacitet uslijed nakupljanja proteina i netopljivih soli Ca i P (Glover, 1985.) pa je posljedica usporeni pad pH vrijednosti, što može uzrokovati rast štetnih mikroorganizama koji odvođe fermentaciju u nepoželjnom smjeru. Često se kao nedostatak primjene ultrafiltriranog mlijeka u proizvodnji sira spominje gorak okus i pjeskovita struktura sira (Kyle i Hickey, 1993.) koju uzrokuje visoka koncentracija mineralnih tvari, osobito kalcija. Problem pjeskovitosti sira može se izbjeći primjenom dijafiltracije ili dodatkom NaCl-a za vrijeme ultrafiltracije mlijeka pri čemu natrij zamijeni kalcij, veže se, a

kalcij se oslobađa i odlazi u permeat (Glover, 1985.). U tu svrhu predlaže se i zakiseljavanje mlijeka prije ultrafiltracije (Glover, 1985.) limunskom i fosfatnom kiselinom (Shammet i sur., 1992.) ili upotrebom starter kultura sojevima koji su dobri proizvođači mliječne kiseline (Obradović, 1987.). Zakiseljavanje se mlijeka najčešće provodi do pH-vrijednosti 6,0 jer tada dolazi do disocijacije koloidnog kalcij-fosfata (Maslov i sur., 1987.). Istraživanja su pokazala da i povećani udjel laktoze u pred-siru također može izazvati gorak i kiseo okus sira (Glover, 1985.), a također i sirilo koje (u većoj količini) zaostaje u grušu jer je znatno smanjeno ocjeđivanje sirutke (Shammet i sur., 1992.). Zbog toga se u proizvodnji sireva od ultrafiltriranog mlijeka preporuča znatno manja količina sirila.

Svrha je ovoga rada istražiti utjecaj ultrafiltriranog punomasnog i djelomično obranog mlijeka u proizvodnji sireva tipa Feta primjenom odabranog tehnološkog postupka. Bitno je istražiti utjecaj različito ugušćenih mlijeka na parametre proizvodnje, kemijski sastav i senzorska svojstva eksperimentalnih sireva, prije i tijekom zrenja u salamuri, u usporedbi s kontrolnim sirevima proizvedenim od neugušćenog mlijeka standardnim načinom.

Materijal i metode rada

Kontrolni uzorci sireva tipa Feta proizvedeni su od sirovog punomasnog mlijeka (PM) ili standardizirang djelomično obranog mlijeka (DOM) s 1,8% mliječne masti. Uzorci mlijeka pasteurizirani su na temperaturi 65°C/30 minuta, te ohlađeni i analizirani (°SH, pH). Dodatkom limunske kiseline snižena je prirodna kiselost mlijeka do pH- vrijednosti 6,0.

Za proizvodnju eksperimentalnih sireva tipa Feta korišteno je zakiseljeno mlijeko, koje je zatim ultrafiltrirano na DDS modulu 20-1,8 LAB (proizvođač: De Danske Sukkerfabriker, Denmark), membranama druge generacije GR60PP. Punomasno mlijeko je ultrafiltracijom ugušćeno na 1/5 od početnog volumena, dok je djelomično obrano mlijeko ugušćeno na 1/3 od početnog volumena. Zatim je dio ultrafiltriranog (UF) koncentrata punomasnog ili djelomično obranog mlijeka u određenom omjeru pomiješan s permeatom da bi se dobili uzorci mlijeka s različitim ugušćenjima:

UF - PM, 3x = ultrafiltrirano punomasno mlijeko, oko 3x ugušćeno

UF - PM, 5x = ultrafiltrirano punomasno mlijeko, oko 5x ugušćeno

UF - DOM, 2x = ultrafiltrirano djelomično obrano mlijeko, oko 2x ugušćeno

UF - DOM, 3x = ultrafiltrirano djelomično obrano mlijeko, oko 3x ugušćeno

Manja su ugušćenja u slučaju UF-DOM odabrana na osnovi preliminarnih pokusa, ali i rezultata prethodnih istraživanja. (Tratnik i Kršev, 1992.). Dobiveni uzorci UF-mlijeka pasterizirani su na temperaturi 70°C / trenutačno, te ohlađeni na temperaturu sirenja (30°C). Od navedenih uzoraka mlijeka proizvedeni su sljedeći kontrolni i eksperimentalni uzorci sireva:

F_P = kontrolna Feta od punomasnog mlijeka

UF - F_P, 3x = Feta od UF-punomasnog mlijeka, 3x ugušćenog

UF - F_P, 5x = Feta od UF - punomasnog mlijeka, 5x ugušćenog

F_{DO} = kontrolna Feta od djelomično obranog mlijeka

UF - F_{DO}, 2x = Feta od UF-djelomično obranog mlijeka, 2x ugušćenog

UF - F_{DO}, 3x = Feta od UF - djelomično obranog mlijeka, 3x ugušćenog

Daljnji se postupak proizvodnje razlikovao u kontrolnim i eksperimentalnim uzoracima sireva, u količini dodane kulture i sirila, te u trajanju cijedenja gruša. Sirenje mlijeka - uz dodatak 0,02% KNO₃, 0,02% CaCl₂, mezofilne radne kulture i tekućeg sirila renilaze, jakosti 1:10000,- provedeno je za sve sireve na 30 °C do pojave gruša dovoljno čvrstog za rezanje, uz stalno praćenje parametara procesa (Tablica 2). U kontrolne uzorke mlijeka (PM i DOM) dodano je 0,03% sirila i 1% kulture, dok je UF-mlijeko sireno s 0,015% sirila i 2% kulture. Nastalom čvrstom grušu izmjereno je pH, a zatim je izrezan na kockice veličine 2 cm³. Obrada gruša sljedećih sat vremena sastojala se u povremenom blagom miješanju i laganom potresanju i pritiskanju kockica gruša oko 2 minute, te mirovanju gruša sljedećih 15 minuta da bi otpustio što više sirutke. Odvojenoj sirutki izmjerena je titracijska kiselost u °SH. Daljnje ocjeđivanje gruševa provedeno je na plastičnim sitima s obloženim gazama, na sobnoj temperaturi i uz povremeno stezanje gaze. Dovoljno ocijeđena sirna masa prebačena je u okrugle plastične i perforirane kalupe promjera 12 cm. Kontrolni i eksperimentalni sirevi opterećeni su utegom od 5 kg/kg sira oko 20 sati. U početnoj fazi prešanja sirevi su okretani 3-4 puta svakih 30 minuta da bi se pospješilo bolje ocjeđivanje zaostale sirutke. Nakon vađenja iz kalupa, sir je izvagan i izrezan na kriške debljine 1,5 cm, te složen u plastične posude u koje je dodana 10%-tna salamura (vodena otopina NaCl-a). Kriške sira jednako su opterećene utegom od 1 kg/kg sira i stavljene na zrenje u hladnjak na temperaturu oko 12 °C.

Kemijski sastav i kiselost (pH vrijednost i titracijska kiselost) proizvedenih sireva određena je prije salamurenja i nakon 14 dana zrenja u salamuri. Do provedbe kemijskih analiza uzorci mlijeka i sireva čuvani su na

temperaturi dubokog zamrzavanja. Sastav mlijeka i sireva određen je standardnim analitičkim metodama: suha tvar sušenjem na 105°C do konstantne mase; mliječna mast u mlijeku Gerberovom metodom, a u siru Gerber-Siegfeldivom metodom; ukupni proteini Kjeldahl metodom; laktoza Schoorl-Luffovom metodom; pepeo žarenjem na 550°C; pH vrijednost pH-metrom "Knick", tip 646, a titracijska kiselost izražena je po Soxhlet-Henkelu (°SH).

Tablica 1: *Kemijski sastav uzoraka mlijeka za proizvodnju sireva tipa Feta*
 Table 1: *Chemical composition of milk samples used for Feta cheese production*

Sastav (%) Composition	Uzorci punomasnog mlijeka Whole milk samples			Uzorci djelomično obranog mlijeka Partially skimmed milk samples		
	PM	UF-PM, 3x	UF-PM, 5x	DOM	UF- DOM, 2x	UF- DOM, 3x
Suha tvar (%) Total solids	12,25	31,90	35,70	10,05	13,90	17,80
Mast (%) Fat	3,75	17,50	21,57	1,75	5,00	6,50
Proteini (%) Proteins	2,99	7,50	8,92	2,90	5,28	7,77
Laktoza (%) Lactose	4,60	3,94	3,90	4,37	3,85	3,74
Pepeo (%) Ash	0,67	1,19	1,21	0,69	0,78	0,95

PM =	punomasno mlijeko / whole milk
UF-PM, 3x =	ultrafiltrirano punomasno mlijeko, oko 3x ugušćeno / ultrafiltered whole milk, about triple times concentrated
UF-PM, 5x =	ultrafiltrirano punomasno mlijeko, oko 5x ugušćeno / ultrafiltered whole milk, about five times concentrated
DOM =	djelomično obrano mlijeko s 1,8% mliječne masti / partially skimmed milk with 1,8% milk fat
UF-DOM, 2x =	ultrafiltrirano djelomično obrano mlijeko, oko 2x ugušćeno / ultrafiltered partially skimmed milk, about double times concentrated
UF-DOM, 3x =	ultrafiltrirano djelomično obrano mlijeko, oko 3x ugušćeno / ultrafiltered partially skimmed milk, about triple times concentrated

Udjel NaCl određen je titracijom alikvota sira srebrnim nitratom uz kalijev kromat (Pejić i Đorđević, 1963.), dok je fosfor određen fotometrijski, a kalcij tehnikom atomske apsorpcione spektrofotometrije (Rowe, 1973.).

Prije rezanja i stavljanja u salamuru sirevi su izvagani, pa se rezultati postignutog prinosa odnose na masu svježeg proizvedenog sira (kg) dobivenog od 100 litara uporabljenog mlijeka.

Tijekom 28 dana zrenja u salamuri, svakih sedam dana praćena su senzorska svojstva proizvedenih sireva. Sireve je ocjenjivala panel skupina od 5 senzorskih analitičara, metodom bodovanja na temelju faktora vaganja, koristeći tablicu od 20 ponderiranih bodova (ISO, 1985.).

Svi prikazani rezultati predstavljaju srednju vrijednost, od tri ponovljena pokusa za svaki pojedini uzorak sira.

Rezultati i rasprava

Kemijski sastav uzoraka mlijeka i UF-mlijeka, različitih ugušćenja, prikazan je u tablici 1.

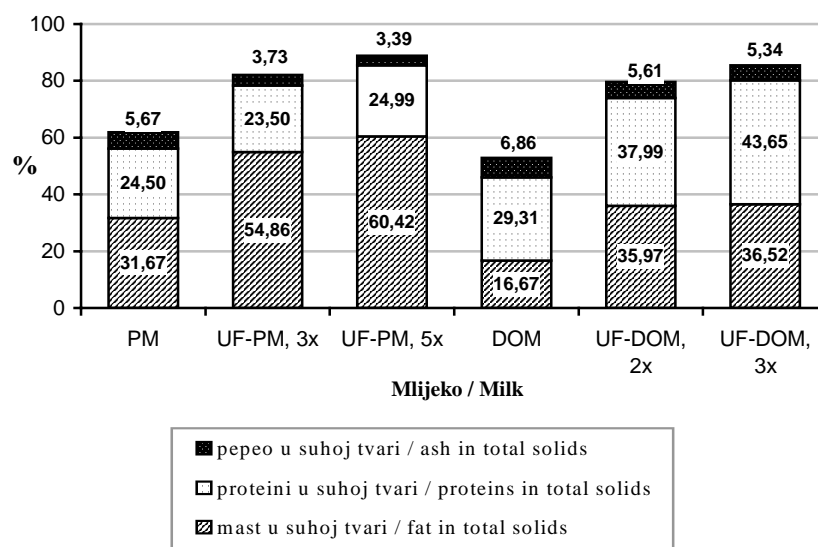
U punomasnom mlijeku (PM) veći je udjel masti nego proteina, dok je u djelomično obranom mlijeku (DOM) taj udjel obrnut u korist proteina. Zato je ugušćenjem PM puno više porasla mast u odnosu na udjel proteina, dok je udjel masti i proteina DOM manje povećan nakon UF (tablica 1.), jer su i ugušćenja bila manja. To se najbolje vidi iz rezultata o udjelima masti i proteina u suhoj tvari korištenih uzoraka mlijeka (slika 1.). Kod UF-PM, ugušćenog 5x, udjel masti u suhoj tvari iznosio je oko 60%, a udjel proteina u suhoj tvari oko 24%, dok su kod UF-DOM, ugušćenog 3x, ti udjeli bili gotovo podjednaki (oko 36% : 43%).

Znatno veća ugušćenja PM (5x) u odnosu na manja ugušćenja (3x), nisu dala značajniji porast proteina u suhoj tvari (za oko 6%), dok je mast u suhoj tvari porasla za oko 9%. Nasuprot tome, veća ugušćenja DOM (3x) u odnosu na manja ugušćenja (2x) dala su puno veći porast proteina u suhoj tvari (za oko 13%), dok se mast u suhoj tvari nešto malo povećala (oko 1,5%).

Mlijeko sadrži i veliki udjel mineralnih tvari vezanih na proteine. Stoga je udjel pepela u suhoj tvari korištenog DOM veći (6,9%) u odnosu na udjel pepela u suhoj tvari PM (5,7%), jer DOM ima veći %-tak proteina, što se podudara i s većim udjelom Ca i P u sirevima od DOM (tablica 3).

Da bi izbjegli pojavu pjeskovite strukture sireva, zbog potencijalno većeg udjela Ca i P, izvršeno je zakiseljavanje mlijeka limunskom kiselinom (tablica 2), odnosno sniženje prirodne pH-vrijednosti na pH=6,0. Time dolazi do veće

topljivosti Ca i P, pa se smanjuje i njihov udio vezan na proteine (Glover, 1985.). Zbog toga je nakon ultrafiltracije došlo do sniženja udjela pepela u suhoj tvari na oko 3,5% kod UF-PM, te na oko 5,5% kod UF-DOM (slika 1).



Slika 1: Udio masti, proteina i pepela u suhoj tvari uzoraka mlijeka

Figure 1: Content of fat, proteins and ash in total solids of milk samples

Sniženje pH-vrijednosti mlijeka provedeno je i u svrhu poboljšanja aktivnosti enzima sirila tijekom koagulacije, jer je ustanovljeno da sirenje tako zakiseljenog mlijeka znatno kraće traje (čak i do 30 minuta). Osim toga, postiže se i glađa tekstura tijesta, bolja konzistencija sireva tipa Feta, osobito proizvedenih od DOM. (Tratnik i sur., 2000.).

Međutim, sniženjem pH-vrijednosti mlijeka mijenja se također odnos Ca i proteina što se izbjegava dodatkom CaCl_2 . Podešavanjem pH-vrijednosti mlijeka znatno je povećana i titracijska kiselost, a osobito UF-mlijeka. Za razliku od titracijske kiselosti, pH-vrijednost mlijeka vrlo se malo mijenjala za vrijeme UF, a najviše za 0,15 do 0,17 pH jedinica, što se objašnjava povećanim pufer kapacitetom zbog nakupljanja proteina i mineralnih tvari koje sprječavaju promjenu pH- vrijednosti.

Tablica 2: Procesni uvjeti tijekom proizvodnje sireva tipa Feta
Table 2: Parameters during Feta cheese production

Parametri proizvodnje Production parameters		Uzorci sireva tipa Feta The samples of Feta cheese types					
		F _P	UF-F _P , 3x	UF-F _P , 5x	F _{DO}	UF- F _{DO} , 2x	UF- F _{DO} , 3x
Vrsta mlijeka Milk type		PM	UF-PM, 3x	UF-PM, 5x	DOM	UF- DOM, 2x	UF- DOM, 3x
Pasterizirano mlijeko (L) Pasteurised milk		4	2	2	4	2	2
Kiselost mlijeka Acidity of milk	pH	6,68	6,17	6,15	6,77	6,17	6,17
	°SH	7,27	18,18	25,82	9,09	14,54	18,18
Dodaci Additives	limunska kiselina citric acid	+	+ prije UF / before UF	+ prije UF / before UF	+	+ prije UF / before UF	+ prije UF / before UF
	CaCl ₂ (%)	0,02	0,02	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	2	2	1	2	2
	sirilo / rennet (%)	0,03	0,015	0,015	0,03	0,015	0,015
Temperatura sirenja (°C) Renneting temperature		30	30	30	30	30	30
Vrijeme grušanja (minute) Renneting time (minutes)		48	30	22	38	35	33
pH gruša (pri rezanju) pH of curd (at cutting)		5,95	6,01	6,05	5,96	6,07	6,09
°SH sirutke (nakon rezanja) °SH of whey (after cutting)		6,91	10,54	14,54	8,36	8,36	9,09
Obrada gruša do kalupljenja (h) Treatment of curd to moulding		4	24	24	3	18	20
Prešanje sira (5 kg/kg) / h Pressing of cheese		20	20	20	20	20	20
Masa sira (g) Weight of cheese		541	833	1180	483	498	591
Zrenje u salamuri (dani) Ripening in brine (days)		28	28	28	28	28	28

- F_P = Kontrolna Feta od PM / control sample of Feta cheese produced from whole milk
 UF-F_P, 3x = Feta od UF-PM, 3x / Feta cheese from ultrafiltered whole milk, about triple times concentrated
 UF-F_P, 5x = Feta od UF-PM, 5x / Feta cheese from ultrafiltered whole milk, about five times concentrated
 F_{DO} = Kontrolna Feta od DOM / control sample of Feta cheese produced from partially skimmed milk
 UF-F_{DO}, 2x = Feta od UF-DOM, 2x / Feta cheese from ultrafiltered partially skimmed milk, about double times concentrated
 UF-F_{DO}, 3x = Feta od UF-DOM, 3x / Feta cheese from ultrafiltered partially skimmed milk, about triple times concentrated

Količina laktoze tijekom ultrafiltracije vrlo se malo smanjuje stupnjem ugušćenja (tablica 1.) što potvrđuju i pokusi Glover-a (1985.), a nešto je veća kod UF- PM nego kod UF- DOM, vjerojatno zbog većeg udjela laktoze prije procesa.

Praćenje tijeka koagulacije mlijeka i UF-mlijeka, nakon dodatka enzima renilaze, pokazalo je određene razlike. Gruš se najprije počeo stvarati kod UF-mlijeka i to kod UF-PM, 3x i UF-PM, 5x ugušćenog (za oko 10 minuta od stavljanja u termostat), a nakon nekoliko minuta (4-5) kod UF-DOM. Uzrok tome je porast koncentracije proteina u retentatima, što dovodi do brže koagulacije (Mocquot, 1981.). Malo više vremena bilo je potrebno za pojavu gruš kod DOM (oko 18 minuta), a najviše kod PM (oko 20 minuta) jer ima najmanji udjel proteina.

Međutim, čvrsti koagulum - pogodan za rezanje - (tablica 2.) javlja se gotovo u isto vrijeme kod DOM, UF-DOM, 2x i UF-DOM, 3x ugušćenog (za oko 33 - 38 minuta). Najkraće vrijeme bilo je potrebno za grušanje UF-PM, 5x ugušćenog (22 minute), dok je najduže trajalo očvršćavanje gruš od PM (oko 48 minuta).

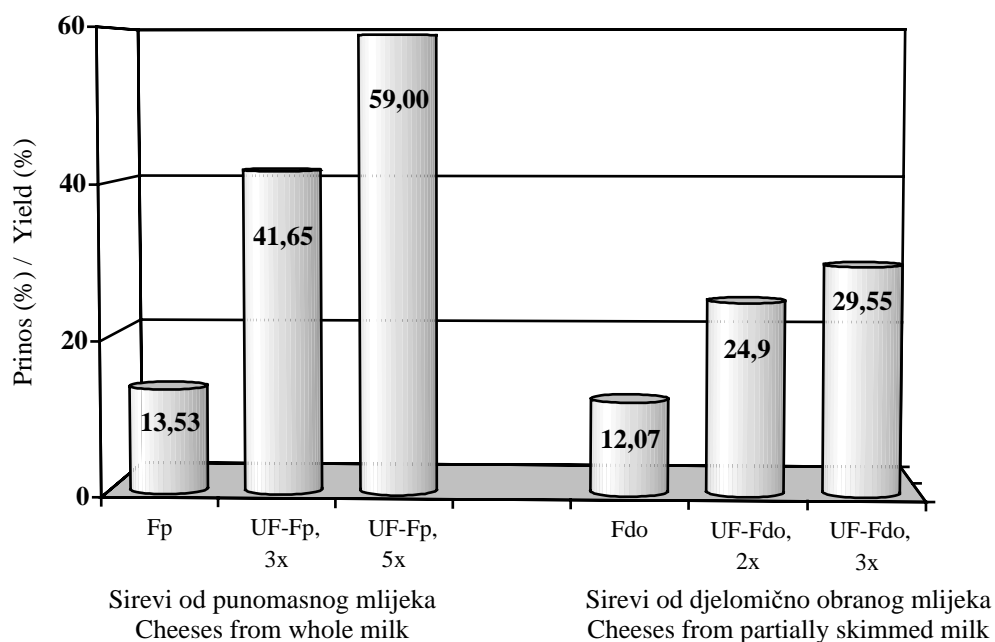
Izmjerena pH vrijednost nastalih gruševa kretala se oko pH=6,0, s tim da su nešto nižu pH vrijednost imali gruševi od mlijeka u odnosu na gruševe od UF-mlijeka (tablica 2.).

Gruševi od PM i DOM ocjeđivani su 3-4 sata, a potom prešani u kalupima 20 sati uz podjednako tlačenje (uteg od 5 kg/kg sira). Za to vrijeme izdvojeno je nešto malo više sirutke iz gruš od punomasnog mlijeka (3,25 L) negoli od DOM (3,03 L). Kod gruševa od UF-mlijeka ocjeđivanje je trajalo znatno duže (18-24 sata), vjerojatno zbog koncentriranih sirutkinih proteina koji imaju sposobnost većeg vezanja vode, a težem ocjeđivanju pridonose i masne globule u mreži gruš (Tratnik, 1998.), što potvrđuje i duže ocjeđivanje gruševa od UF-PM (tablica 2.). Kod gruševa od UF-mlijeka primijenjen je isti postupak prešanja (20 sati uz opterećenje utegom od 5 kg/kg sira), nakon čega je zabilježeno mnogo manje izdvojene sirutke negoli iz gruševa od PM i DOM. Razlog tome je ujedno i duplo manja količina uporabljenog UF-mlijeka. Najmanje sirutke izdvojeno je iz gruš od UF-PM, 5x ugušćenog (0,15 L), dok je više sirutke izdvojeno iz gruš od UF-DOM, 2x ugušćenog (1,0 L). Zbog toga je ocjeđivanje gruševa od UF-DOM skraćeno na 18-20 sati (tablica 2.), jer je primijećeno da duži postupak ocjeđivanja prije prešanja dovodi do presušivanja kockica gruš koje se kalupljenjem više ne mogu

dobro povezati, što utječe na nejednoličnu boju tijesta na presjeku svježe proizvedenog sira.

Od svježe proizvedenih sireva, po izgledu su najbolje bile kontrolne fete od PM, a one od DOM bile su tvrđe konzistencije. Fete od UF- PM bile su puno veće i mekše konzistencije zbog većeg udjela masti, što je više izraženo kod feta od jače ugušćenog mlijeka (5x).

Prinos svježe proizvedenih sireva također je ovisio o sastavu i ugušćenju mlijeka, a veći je prinos ostvaren uporabom punomasnog mlijeka negoli uporabom djelomično obranog mlijeka (slika 2). Prinos sireva od 3x ugušćenog UF- PM veći je za oko 30% nego prinos sireva proizvedenih od isto ugušćenog UF- DOM. Najveći prinos (oko 59%) ostvaren je kod sireva tipa Feta od UF-PM, 5x ugušćenog.



Slika 2: Prinos uzoraka sireva tipa Feta prije salamurenja (kg sira/100L sirovine)

Figure 2: The yield of Feta cheese samples before being brined (kg cheese/100L raw material)

Usporedbom rezultata kemijskog sastava sireva vidljivo je da svi uzorci svježe proizvedenih sireva (tablica 3) imaju gotovo podjednaku količinu suhe tvari (oko 40%). Međutim, nakon 14 dana zrenja u salamuri (tablica 4), više se povećala suha tvar i kontrolih i eksperimentalnih sireva od PM (za oko 24%) u odnosu na sve sireve od DOM, gdje je to povećanje bilo vrlo malo (oko 10%).

Tablica 3: *Kemijski sastav uzoraka sireva tipa Feta prije salamurenja*

Table 3: *Chemical composition of Feta cheese samples before being brined*

Sastav (%) Composition	Uzorci sireva od punomasnog mlijeka Cheese samples from whole milk			Uzorci sireva od djelomično obranog mlijeka Cheese samples from partially skimmed milk		
	F _P	UF-F _P , 3x	UF-F _P , 5x	F _{DO}	UF-F _{DO} , 2x	UF-F _{DO} , 3x
Suha tvar Total solids (%)	38,00	39,80	44,10	40,30	40,10	40,20
Mast Fat (%)	18,23	19,82	24,02	15,99	16,21	16,33
Proteini Proteins (%)	16,57	18,25	18,08	20,83	21,55	21,88
Pepeo Ash (%)	1,08	1,19	1,23	1,29	1,30	1,39
P (mg / 100 g)	188,9	193,2	166,9	318,3	331,4	321,6
Ca (mg / 100 g)	522,7	467,7	402,8	526,5	532,6	613,5

Osim toga, vidljivo je da svi uzorci sireva prije salamurenja (slika 3.), što su proizvedeni od PM imaju veći udjel masti nego proteina, u odnosu na sireve proizvedene od DOM kod kojih je taj odnos gotovo obrnut.

Nakon 14 dana zrenja u salamuri, povećan je udjel masti u sirevima proizvedenim od PM (za oko 8% u suhoj tvari), dok se udjel proteina smanjio (za oko 19% u suhoj tvari). U sirevima proizvedenih od DOM, smanjio se i udjel masti (za oko 9% u suhoj tvari) i udjel proteina (za oko 6% u suhoj tvari). Veća vlažnost sireva od UF-DOM (oko 55% vlage) u odnosu na sireve od UF-PM (oko 45% vlage) nakon salamurenja (tablica 4), može se objasniti

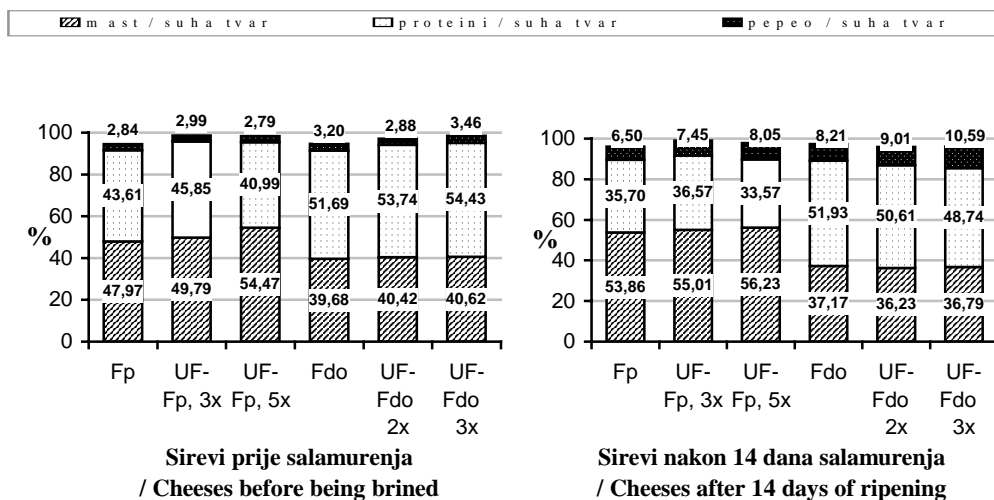
manjim udjelom masti (oko 36% u suhoj tvari) i većim udjelom proteina (oko 50% u suhoj tvari), posebno sirutkinih proteina koji imaju veću sposobnost vezanja vode.

Tablica 4: *Kemijski sastav uzoraka sireva tipa Feta nakon 14 dana zrenja u salamuri (12°C)*

Table 4: *Chemical composition of brined Feta cheese samples after 14 days of ripening in brine (12°C)*

Sastav (%) Composition	Uzorci sireva od punomasnog mlijeka Cheese samples from whole milk			Uzorci sireva od djelomično obranog mlijeka Cheese samples from partially skimmed milk		
	F _P	UF-F _P , 3x	UF-F _P , 5x	F _{DO}	UF-F _{DO} , 2x	UF-F _{DO} , 3x
Suha tvar Total solids (%)	50,00	54,50	56,30	43,10	45,60	45,20
Mast Fat (%)	26,93	29,98	31,66	16,02	16,52	16,63
Proteini Proteins (%)	17,87	19,93	18,90	22,38	23,08	22,03
Pepeo Ash (%)	3,25	4,06	4,53	3,54	4,11	4,79
NaCl (%)	2,63	11,34	10,58	4,91	5,21	3,36
P (mg / 100 g)	190,2	179,6	197,9	276,6	226,3	246,5
Ca (mg / 100 g)	495,8	440,5	429,9	371,5	381,0	233,2

Udjel pepela je u svim uzorcima sireva prije salamurenja (tablica 3) bitno ovisi o sastavu te ugušćenju mlijeka. To je posljedica i vezanih mineralnih tvari na proteine što se tijekom UF koncentriraju u istom odnosu kao i proteini (Glover, 1985.). Stoga i sirevi proizvedeni od DOM imaju veći udjel pepela (za oko 16%) negoli sirevi od PM jer im je i udjel proteina veći (za oko 20%).



Slika 3: Udjel masti, proteina i pepela u suhoj tvari uzoraka sireva prije zrenja i nakon 14 dana zrenja u salamuri (12°C)

Figure 3: Content of fat, proteins and ash in total solids of cheese samples before and after 14 days of ripening in brine (12°C)

Nakon 14 dana zrenja u salamuri, udjel pepela je značajno povećan u svim sirevima, što je posljedica soli koja prodire iz salamure u sireve. Međutim, jedino su sirevi od UF-PM bili salamureni u 20%-tnoj salamuri, što je utvrđeno preliminarnim pokusima. Ti su pokusi pokazali da nakon 14 dana zrenja pod istim uvjetima (u 10%-tnoj salamuri), svi sirevi proizvedeni od DOM posjeduju veću količinu soli negoli sirevi proizvedeni od PM, što je posebno bilo izraženo u sirevima od UF-PM koji su bili gotovo neslani. Uzrok tome je lakše i brže prodiranje soli iz salamure u sireve s više vlage a s manjom količinom masti, jer masne globule blokiraju kapilarnu strukturu gruša i smanjuju propusnost soli u sirnu masu (Tratnik, 1998.). Osim toga, sirevi proizvedeni od UF-PM imali su znatno veće pH-vrijednosti u odnosu na sireve proizvedene od DOM, (slika 4.), a poznato je da se manja količina soli apsorbira s većom pH-vrijednosti sirne mase. Zbog toga je, na osnovi preliminarnih pokusa, salamurenje u sirevima tipa Feta od UF-PM provedeno u jače koncentriranoj salamuri (20% NaCl), što je i utjecalo na puno veću količinu soli tih sireva (tablica 4).

Mineralne tvari ispitivane u pepelu odnosile su se na količinu Ca i P. Veći udjel tih mineralnih tvari prisutan je u sirevima proizvedenim od djelomično obranog mlijeka, što može biti također posljedica veće količine proteina, nego

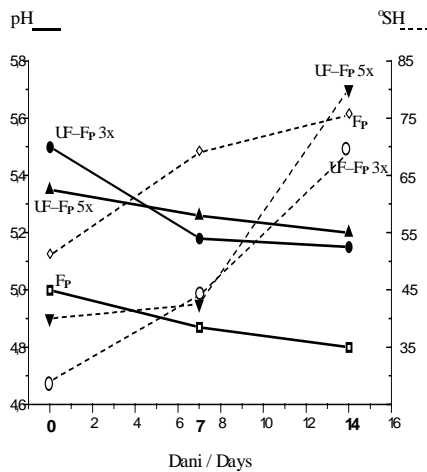
u sirevima proizvedenim od PM (Tablica 3). Međutim, nakon 14 dana zrenja sireva u salamuri, primjećuje se veće smanjenje udjela Ca nego P, osobito u sirevima od DOM (tablica 4), vjerojatno zbog oslobađanja dijela Ca vezanog za kazein u salamuru, jer se kalcij parakazeinata izmjenjuje s natrijem iz soli (Tratnik, 1998.).

Usporedbom kiselosti svježih proizvedenih sireva, te sireva nakon 7 i 14 dana zrenja (slika 4), vidljivo je da se nakon 7 dana zrenja pH-vrijednost svih uzoraka sireva snizila, a titracijska kiselost porasla, što je normalan odraz procesa zrenja. Puno veća titracijska kiselost, odnosno manja pH-vrijednost sireva od djelomično obranog mlijeka u odnosu na sireve od punomasnog mlijeka (naročito na početku zrenja), dokaz je da se procesi sazrijevanja sirne mase (hidroliza laktoze i proteoliza) puno brže odvijaju u sirevima od djelomično obranog mlijeka. To potvrđuje i ukupna senzorska ocjena tih sireva nakon 7 dana zrenja (slika 5). Nakon 14 dana zrenja ta se razlika bitno smanjila jer titracijska kiselost sireva od PM nastavlja rasti (na 69-79 °SH), a pH-vrijednost padati (do pH 4,8-5,2), dok je u sirevima od djelomično obranog mlijeka došlo do malog porasta pH vrijednosti (na pH 4,7-4,9), odnosno sniženja titracijske kiselosti (do 72-83 °SH). Uzrok većoj titracijskoj kiselosti sireva od DOM može biti i veći postotak vlage u tim sirevima (oko 60%) u odnosu na sireve od PM (oko 45%).

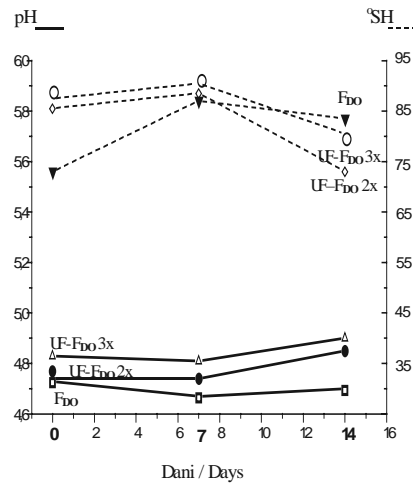
Sirevi proizvedeni od UF-mlijeka imaju veće pH-vrijednosti od kontrolnih sireva (slika 4). To je posebno izraženo u sirevima od PM, i to tijekom ukupnog trajanja zrenja, a u sirevima od DOM te su razlike nešto manje jer su i ugušćenja manja. Sirevi od PM i UF-PM imaju manju količinu proteina i mineralnih tvari nego sirevi od DOM i UF-DOM, pa je zbog manjeg pufer kapaciteta opadanje pH-vrijednosti tih sireva bilo brže.

Sirevi više pH-vrijednosti mekši su od onih niže pH-vrijednosti (Raphaelides and Antoniou, 1996.), što potvrđuju i sirevi od PM i UF-PM, a to je također posljedica manje količine proteina i znatno veće količine masti.

Sirevi od punomasnog mlijeka
Cheeses from whole milk



Sirevi od djelomično obranog mlijeka
Cheeses from partially skimmed milk



Slika 4: Kiselost uzoraka sireva prije salamurenja i tijekom zrenja u salamuri (7 i 14 dana) (12°C)

Figure 4: Acidity of cheese samples before and during ripening in brine (7 and 14 days) (12°C)

Prema rezultatima senzorske analize (tablica 5, slika 5), bolje su ocijenjeni kontrolni uzorci sireva tipa Feta (F_{DO} i F_P), osobito proizvedeni od DOM koji su i najbolje ocijenjeni tijekom ukupnog trajanja zrenja. Opći izgled kontrolnih sireva bio je vrlo sličan, ali su sirevi od PM bili nešto mekše konzistencije, glađe i povezanije teksture tijesta zbog veće količine mliječne masti što utječe i na žućkastu boju sira. Sirevi od DOM, koji su bili tvrđe konzistencije te izraženije bijele boje, već su nakon 14 dana zrenja maksimalno ocijenjeni a pokazali su najmanje promjene tijekom ukupnog razdoblja čuvanja (28 dana). Kontrolni sirevi od PM najbolja su senzorska svojstva postigli nakon 21 dan zrenja. Međutim, nakon 28 dana čuvanja, zbog pojačane proteolize, ti sirevi više nisu bili prihvatljivih senzorskih svojstava.

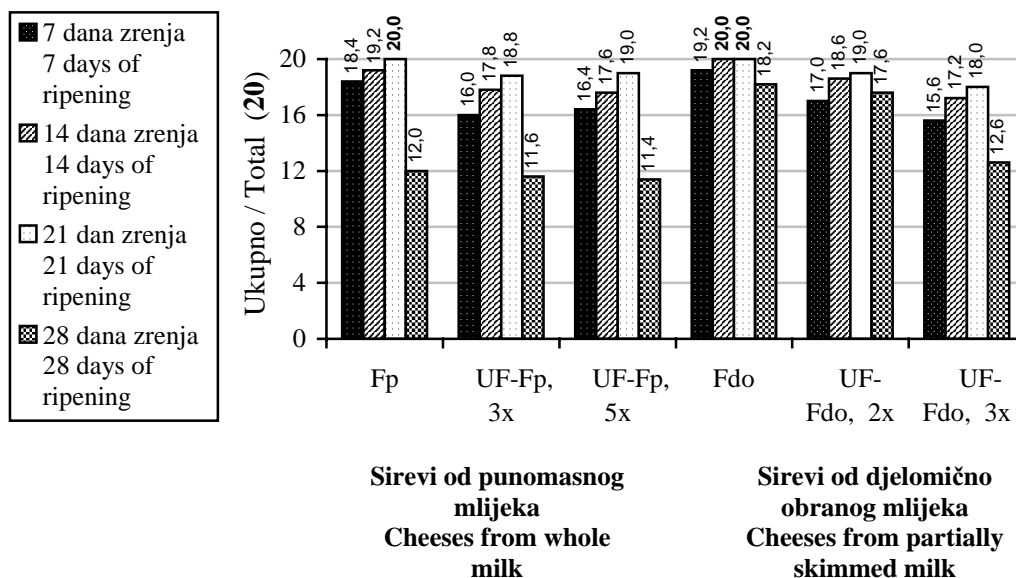
Tablica 5: Ocjena senzorskih svojstava sireva (bodovi) tijekom zrenja u salamuri (12°C)

Table 5: Sensory evaluation of cheese samples (points) during ripening in brine (12°C)

Senzorska svojstva Sensory evaluation	Dani Days	Uzorci sireva Cheese samples					
		F _P	UF-F _P , 3x	UF-F _P , 5x	F _{DO}	UF-F _{DO} , 2x	UF-F _{DO} , 3x
Opći izgled General appearance (max.2)	7	2	2	2	2	1,4	1,6
	14	2	1,6	1,8	2	1,6	1,6
	21	2	1,2	1,4	2	1,6	1,6
	28	1,2	0,8	0,8	2	1,2	1,6
Boja Colour (max.2)	7	2	2	2	2	1,6	2
	14	2	2	2	2	1,6	2
	21	2	2	2	2	1,6	2
	28	2	2	2	2	1,6	2
Tekstura tijesta Body texture (max.2)	7	2	2	2	2	1,6	1,2
	14	2	1,8	1,8	2	1,8	1,2
	21	2	2	2	2	1,8	1,2
	28	1,6	1,2	1,0	1,8	1,6	1,0
Konzistencija Consistency (max.4)	7	4	3,2	3,6	4	3,2	2,4
	14	4	3,2	3,6	4	3,6	3,2
	21	4	3,6	3,6	4	4	3,2
	28	1,6	0,8	0,8	4	4	2,4
Miris Odour (max.2)	7	2	2	2	2	2	2
	14	2	2	2	2	2	2
	21	2	2	2	2	2	2
	28	2	1,2	1,2	2	2	2
Okus Flavour (max.8)	7	6,4	4,8	4,8	7,2	7,2	6,4
	14	7,2	7,2	6,4	8	8	7,2
	21	8	8	8	8	8	8
	28	5,6	5,6	5,6	6,4	7,2	5,6

Eksperimentalni sirevi od UF-mlijeka imali su specifičnu, glađu teksturu, izraženiji sjaj i znatno mekšu konzistenciju (čak i od kontrolnih sireva proizvedenih od PM) što je u osnovi prihvatljivo, ali ne odgovara osobinama tradicionalnog sira tipa Feta. Na površini sireva od 5x ugušćenog PM (UF-F_P, 5x) primijećene su masne mrlje, dok je tijesto sireva od 3x ugušćenog DOM bilo mrvljivo i gotovo mazive konzistencije, što nije svojstveno siru tipa Feta

već jače ocijedenom svježem mekom siru. Razlog toga može biti nepoželjno ugušćenje DOM, što je već zapaženo pri proizvodnji svježeg sira (Tratnik i Kršev, 1992.), ali može biti i razlog većeg postotka kulture (tablica 2.) što je dodana u svrhu boljeg zakiseljavanja sirne mase.



Slika 5: Ukupna senzorska ocjena uzoraka sireva (max. 20 bodova) tijekom zrenja u salamuri (12°C)

Figure 5: Total sensory scores of cheese samples (max. 20 points) during ripening in brine (12°C)

Primjenom ultrafiltracije dolazi i do promjene uobičajenog okusa sira tipa Feta. Na to vjerojatno utječu promjene u sastavu sirne mase prije i nakon zrenja uvjetovane prisustvom većeg udjela proteina sirutke i većim pufer kapacitetom. S proteinima se koncentriraju i mineralne tvari što bitno utječu na konzistenciju i okus sireva.

Nakon 7 dana zrenja sirevi od UF-DOM (3x) najniže su ocijenjeni zbog mrvljivog tijesta i mekane, gotovo mazive konzistencije pjeskovitog i nedovoljno slanog okusa. Najbolje su tada ocijenjeni sirevi od DOM, po okusu i drugim karakteristikama vrlo slični sirevima od UF-DOM, (2x) kojih je jedino vanjski izgled bio najlošiji (tablica 5) zbog šarenog tijesta sa svjetlijim i

tamnijim nijansama od presušenih kockica gruša. Sirevi od UF-PM (UF-F_P, 3x i UF-F_P, 5x) po općem izgledu, boji i tijestu bili su vrlo slični kontrolnim sirevima od PM, no puno mekše konzistencije, dok im je okus bio nedovoljno slan i gotovo prazan. Zbog toga je postotak NaCl-a u njihovim salamurama povećan na 20%.

Nakon 14 dana zrenja u salamuri, većina je nedostataka poboljšana. Sirevi su postali tvrđe konzistencije, izraženijeg okusa i mirisa. Povećana je i slanost svih uzoraka, ali su sirevi UF-F_P, 5x bili još uvijek najmanje slani.

Nakon 21 dan zrenja sirevi su postali još tvrdi, slaniji, najboljeg okusa i mirisa (tablica 5.) dok su sirevi proizvedeni od DOM bili pomalo kiselkasti, što je karakteristično za sireve tipa Feta. Sirevi proizvedeni od PM i UF-PM postižu tada maksimalne ocjene, no u odnosu na ostale sireve konzistencija im je bila mekša i pomalo ljepljiva, a već se naziru i proteolitički procesi. Međutim, salamura je (svih sireva) još uvijek bila bistra, bez stranih okusa i mirisa.

Nakon 28 dana zrenja senzorska svojstva sireva su lošija, posebno vanjski izgled, tijesto i konzistencija (tablica 5). Svi su sirevi postali lomljivi i nježniji, s vidljivim znacima proteolize, što je više izraženo u sirevima od PM i UF-PM koji su bili gotovo mazive i ljigave konzistencije, zbog čega više nisu bili za konzumiranje kao ni sirevi od UF-DOM (3x). Sirevi proizvedeni od DOM i UF-DOM (2x) tada su također nešto slabije ocijenjeni, ali su još uvijek bili prihvatljivih senzorskih karakteristika, svojstvenih jako zreom siru tipa Feta. Međutim, salamura svih sireva tada bila je zamučena i nepoželjnog okusa i mirisa.

Zaključci

Količina suhe tvari korištenih mlijeka kretala se oko 10% (kod djelomično obranog mlijeka) do 35,7% (kod UF-punomasnog mlijeka, 5x ugušćenog).

Sirenje punomasnog mlijeka (48 minuta) trajalo je nešto duže nego sirenje djelomično obranog mlijeka (38 minuta). Ugušćenjem djelomično obranog mlijeka trajanje sirenja se neznatno skratilo (za par minuta), dok se ugušćenjem punomasnog mlijeka bitno skratilo (oko 25 minuta).

Cijeđenje sireva proizvedenih od UF-mlijeka trajalo je znatno duže (oko 16-20 sati) nego cijeđenje sireva od kontrolnih uzoraka mlijeka (3-4 sata).

Prinos sireva povećava se razmjerno s ugušćenjem mlijeka čemu pridonosi povećana količina mliječne masti. Najveći prinos ostvaren je u siru od UF-PM, 5x ugušćenog (59%).

Svježje proizvedeni sirevi imali su gotovo podjednaku količinu suhe tvari (oko 40%), a nakon 14 dana zrenja u salamuri povećala se suha tvar svih sireva, i to više sireva od PM (za oko 24%), nego sireva od DOM (svega oko 10%). Veća vlažnost sireva od UF-DOM (oko 55%), u odnosu na sireve od UF-PM (oko 45%), vjerojatno je zbog manjeg udjela masti (oko 36%/suha tvar), a većeg udjela proteina (oko 50%/suha tvar).

Senzorski su bolje ocijenjeni kontrolni sirevi proizvedeni od DOM i PM u odnosu na eksperimentalne sireve proizvedene od UF-mlijeka. Sirevi tipa Feta proizvedeni od DOM postigli su maksimalnu zrelost i kvalitetu nakon 14 dana zrenja u salamuri, a sirevi proizvedeni od PM tek nakon 21 dan zrenja, kao i eksperimentalni sirevi od UF-mlijeka. Nakon 28 dana zrenja u sirevima od PM i UF-PM bila je izraženija proteoliza, dok su sirevi proizvedeni od DOM i UF-DOM, 2x ugušćenog još uvijek bili prihvatljivih senzorskih svojstava.

10%-tna salamura bila je odgovarajuća za sve sireve osim za uzorke od UF-PM, kod kojih je bila potrebna 20%-tna salamura zbog slabijeg prodiranja soli.

THE INFLUENCE OF ULTRAFILTRATION OF WHOLE OR PARTIALLY SKIMMED MILK ON FETA TYPE CHEESES' COMPOSITION AND PROPERTIES

Summary

The application of ultrafiltration in Feta cheese production is widely used especially due to maximal utilization of all milk components, the highest cheese yield and more economic production as well.

The aim of this work was to investigate the influence of different concentrated milk samples (whole milk, 3x and 5x concentrated, or partially skimmed milk with 1.8% milk fat, 2x and 3x concentrated) on production parameters, chemical composition and sensory properties of experimental Feta cheese samples during ripening in brine at 12 °C. The control cheese samples from non-concentrated whole and partially skimmed milk were also

produced. These samples obtained better sensory scores, during the entire ripening time (28 days), compared to experimental Feta cheese samples. The highest chemical changes were recorded for the experimental Feta cheeses from ultrafiltered whole milk, where total solid content increased for about 24% after 14 days of ripening. In a case of Feta cheeses produced from ultrafiltered partially skimmed milk, the total solid content increased only for about 10%. Furthermore, cheeses from ultrafiltered partially skimmed milk, 2x concentrated, possessed similar composition and sensory properties to control cheese samples from non-concentrated partially skimmed milk. In this case the highest protein content (50%) and the lowest fat content (36%) in total solids of cheeses, was obtained. These cheese samples possessed also the best taste after 28 days of ripening in brine. For ripening of cheeses from ultrafiltered whole milk the brine with 20% NaCl was necessary, but for another Feta cheese samples the brine with 10% NaCl was desired. The highest cheese yield (59%) was obtained from ultrafiltered whole milk, 5x concentrated.

Key words: Feta type cheeses, ultrafiltration, production, composition, yield, sensory properties

Literatura

- ABD EL-SALAM, M.H. (1987.): Domiati and Feta Type cheeses, in Fox P.F.: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2 Chapman and Hall, London, str. 277-307.
- ABD EL-SALAM, M.H., ALICHANIDIS, E., ZERFIRIDIS, G.K. (1993.): Domiati and Feta Type Cheeses in Fox P.F.: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2, Chapman and Hall, London str. 301-335.
- ALY, M.E. (1995.): An attempt for producing low-sodium Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 52 (3), 295-299.
- BIRD, J. (1996.): The application of membrane systems in the dairy industry, *Journal of the Society of Dairy Technology* 49 (1) str. 16-23.
- ERNSTROM, C.A., SUTHERLAND, B.J. AND JAMESON, G.W. (1980.): Cheese Base for Processing. A High Yield Product from Whole Milk by UF, *Journal of Dairy Science* 63 (2)
- GLOVER, F.A. (1985.): *Ultrafiltration and reverse Osmosis for the Dairy Industry*, The National Institute for Research and Dairing, Reading, England.
- HANSEN, R. (1977.): Feta cheese production by ultrafiltration, *Nordeuropaeisk Mejer-Tidsskrift* 43 304-309 u Glover F.A. (1985.): Ultrafiltration and Reverse Osmosis for the Dairy Industry, The National Institute for Research and Dairing, England
- ISO (TC 34) SC 12 (Secretarijat-139) E., *Sensory analysis*, DC.,14985-02-05.
- KYLE S., HICKEY M.W. (1993.): Feta Cheese with Ultrafiltration Retentate, *The Australian Journal of Dairy Technology*, 48 (5), 47-48.
- MAUBOIS, J.L. AND MOCQUOT, G. (1974.): Application of Membrane UF to Preparation of Varius Types of Cheese, *Journal of Dairy Science*, 58 (7), 1001-1007.
- MURR, D. BANKS, J.H. (1985.): Development in Membrane Technology, *J. Soc Dairy Technology* 38 (4) 116-119
- PEJIĆ, D., ĐORĐEVIĆ, J. (1963.): *Mljekarski praktikum*, Naučna knjiga, Beograd
- PITSO, S., BESTER, B.H. (2000.): Quality aspects of Feta cheese manufactured from mixtures of cow`s and goat`s milk, *Milchwissenschaft-MilkScience International*, 55 (8), 454-458.
- POLYCHRONOADOU, A. (1994.): Objective indices of maturity of Feta and Teleme cheese, *Milchwissenschaft* 49 (7), 376-379.
- RAPHAELLIDES, S., ANTONIOU, K.D. (1996.): Effect of ripening on the mechanical properties of traditional and UF Teleme cheeses, *Milchwissenschaft* 51 (2), 82-85.
- ROWE, C.I. (1973.): Food analysis by atomic absorption spectroscopy, Varian Techtron Pty. Ltd, Springvale, Australia.
- SCOTT, R. (1981.): Cheesmaking Practice, Applied Science Publishers, London.

SHAMMET, K.M., MC MAHON, D.J. MAHON, D.J., ERNSTRON, 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.

ŠĆURIC, M. (1991.): Utjecaj retentata mlijeka na randman i sastav sira Feta, *Mljekarstvo* 41 (11), 283-296.

ŠĆURIC, M. (1991.): Proizvodnja sira Feta, *Mljekarstvo*, 41 (12), 329-333.

TABORŠAK, N. (1980.): Industrijska proizvodnja sireva u salamuri, *Mljekarstvo* 30 (3), 73-79.

TRATNIK, LJ. (1980.): Proizvodnja sira od ultrafiltracijom ugušćenog mlijeka, *Mljekarstvo* 30 (11), 7-9.

TRATNIK, LJ. (1998.): Mlijeko-tehnologija, biokemija i mikrobiologija; Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.

TRATNIK, LJ., KRŠEV, LJ (1992.): Proizvodnja svježeg mekog sira od ultrafiltriranog rekonstituiranog obranog mlijeka, *Mljekarstvo* 42 (2), 131-138 .

TRATNIK, LJ., BOŽANIĆ, R., HARJAČ, A., KOZLEK, D. (2000.): Optimiranje proizvodnje i kakvoće sireva u salamuri tipa Feta i Domiati, *Mljekarstvo* 50 (3), 227-238.

Adrese autora – Author’s addresses:

Andrea Harjač, dipl. ing
LURA d.d. Tvornica Bjelovar
Prof. dr. sc. Ljubica Tratnik
Doc. dr. sc. Rajka Božanić
Damir Kozlek, dipl. ing.
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Sveučilišta u Zagrebu, Pierrotijeva 6, 10000 Zagreb

Prispjelo – Received:

15. 10. 2001.

Prihvaćeno – Accepted:

15. 11. 2001.