

Tehnologija sireva tipa pasta filata i proizvodnja mocarele uz dodatak obranoga mlijeka u prahu*

Bogdan Perko

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.354.64

Sažetak

U radu je proučavana mogućnost proizvodnje mocarela sira za ribanje i pripremu pizze, a uz produljen vijek trajanja sira do 30 dana. U mlijeko za proizvodnju sira dodavana je različita količina obranog mlijeka u prahu (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 i 3,0%) koja je prilagođena sposobnosti rastezanja sirne mase, ovisno o temperaturi rastezanja i pH vrijednosti sirne mase. Pri svakoj količini dodanog obranog mlijeka u prahu testirana je uporaba monokulture: *Streptococcus thermophilus* i uporaba miješane kulture: *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u omjeru 1:1. Tijekom proizvodnje mocarele podešavano je zakiseljavanje sirne mase, a količina suhe tvari, masti i prinos sira također su određeni. Rezanje i tvrdoća sira određena je uporabom Instron aparature, dok je struktura mocarele analizirana Scanning elektronskim mikroskopom. Nakon 30 dana od proizvodnje mocarela je senzorski ocjenjena. Najbolji rezultati postignuti su pri proizvodnji mocarele od mlijeka uz dodatak 2% obranog mlijeka u prahu i uporabom miješane starter kulture *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u omjeru 1:1.

Ključne riječi: sir, mocarela, tehnologija, obrano mlijeko u prahu, organoleptičke osobine.

Uvod

Pasta filata i mocarela predstavljaju najznačajniji doprinos Italije svjetskoj proizvodnji sira posljednjih godina. Pasta filata je naziv koji obuhvaća različite vrste sireva napravljenih po posebnom proizvodnom postupku, pri kojem proizvode sirnu grudu koju cijede, snažno kisele, a zatim toplinski obrađuju i pri tom rastežu. Vlakna se rastežu uporabom sile da bi se postigla primjerena tekstura vlakana i oblik. (Mann, 1992.). Postoje dvije glavne različite inačice mocarele: meka talijanska inačica i inačica za pizzu. Za obje se upotrebljavaju ponešto različite tehnologije. Karakteristična talijanska mocarela ima oblik kuglica mase manje od 100 g ili mase veće od 300 g. To je mliječno bijeli vrlo meki sir slabog

*Rad je izložen na 33. hrvatskom simpoziju mljekarskih stručnjaka, Lovran, 11.-13. studenoga, 1998.

mirisa po mlijeku ili vrhnju. Nikada nije kiseo a ima blagi okus po maslacu. Više nego po okusu ističe se svojim funkcionalnim osobinama.

Postoje različite inačice mocarele za pizze, a zasnivaju se na različitim sadržajima masti i vlage. Za pizze obično upotrebljavamo manje masnu i manje vlažnu mocarelu. Odabiranje kultura vrlo je značajno, jer određuje sposobnost sira za rastezanje, posmeđivanje, topljenje i izlučivanje masti.

Slovensko tržište nije prihvatilo mocarelu za pizze proizvedenu klasičnim postupkom. Kupci su je odbijali, jer je bila premekana, teško se ribala, a smetao ih je također kratki rok upotrebljivosti od 15 dana. Počeli su posezati za drugim vrstama sira.

Prvi cilj našega rada bio je postaviti novu tehnologiju izrade mocarele za pizze s više suhe tvari, kako bismo zadovoljili zahtjeve tržišta. Htjeli smo izraditi mocarelu za pizze s tako čvrstom teksturom tjesta da se može lako ribati, da se ne lijepi, te da ima dulji rok upotrebljivosti.

Drugi cilj je bio proučiti mogućnost upotrebe obranog mlijeka u prahu pri proizvodnji mocarele za pizze kako bi tipizirali mlijeko po sadržaju bjelancevina i suhe tvari.

Treći cilj ispitivanja bio je utvrditi koja kultura, da li monokultura *Streptococcus thermophilus* ili miješana *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* je primjerenija proizvodnji mocarele za pizze iz mješavine svježega i obranog mlijeka u prahu.

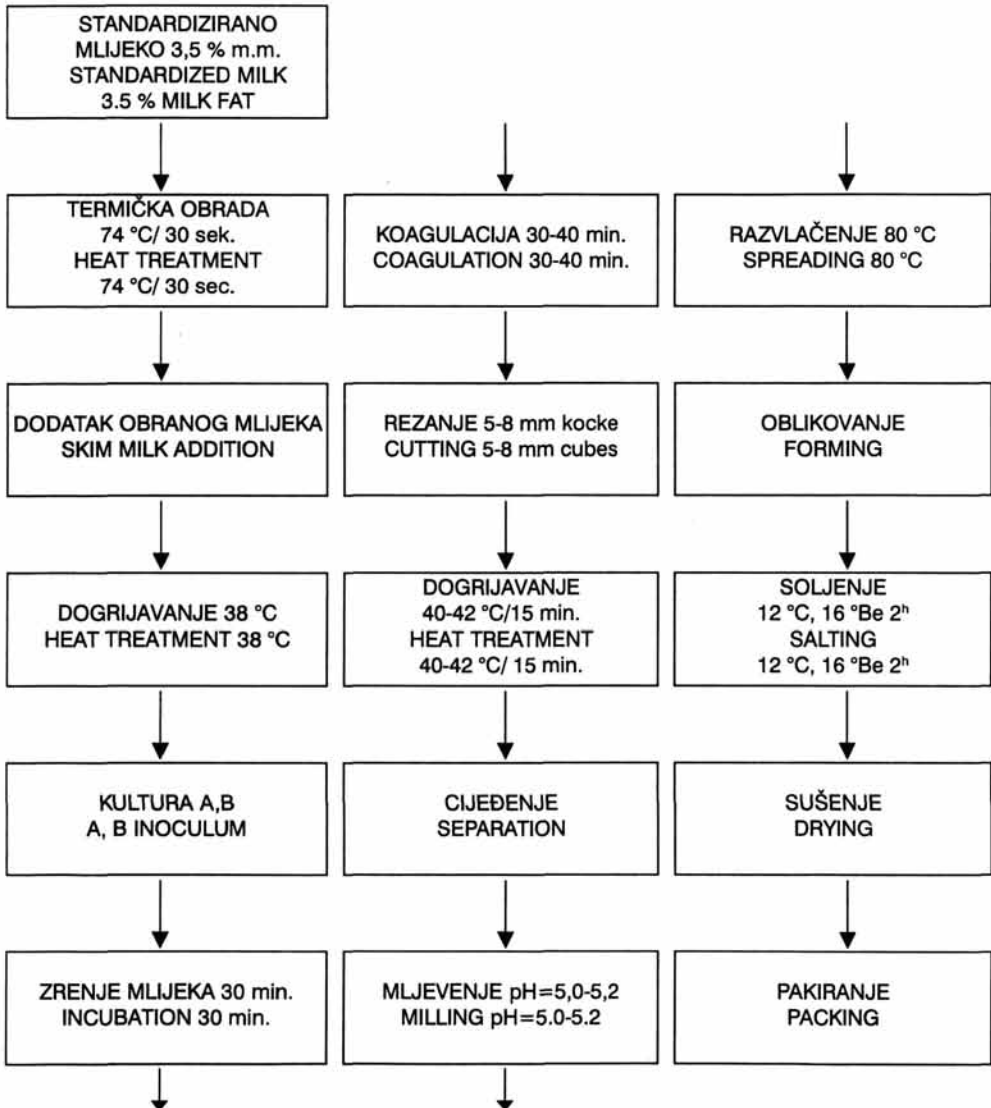
Materijal i metode rada

Pretpostavljalo se da je moguće povećati količinu suhe tvari u mocareli s primijenjenim tehnološkim postupkom koji se temeljio na izradi manjega zrna, na produženju vremena i povišenju temperature sušenja zrna do tog stupnja, da je sirnu grudu moguće u stroju normalno rastezati.

Za izradu mocarele s traženim osobinama, uveden je novi tehnološki postupak. Kao sirovinu koristilo se standardizirano mlijeko s 3,5 % mliječne masti, koje je termički obrađeno, pasterizirano na 74 °C u trajanju od 30 sekundi. Pasteriziranome, na 6 °C ohlađenomu mlijeku dodana je odgovarajuća količina obranog mlijeka u prahu i dobro promiješano. Mlijeko se odmaralo 7-10 sati. Dobro promiješano mlijeko polako je dogrijano na 38 °C. Naizmjenično je upotrebljena monokultura *Streptococcus thermophilus* i miješana kultura *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u omjeru 1:1. Kultura je upotrijebljena u liofiliziranom obliku za direktno cijepljenje u mlijeko. Mlijeko je podvrgnuto predzrenju u trajanju 30 minuta na 38 °C. Koagulacija je trajala 30 do 40 minuta, a zatim je gruš razrezan u kocke 5 do 8 mm. Temperatura dogrijavanja povišena je na 40 do 42 °C za 15 minuta. Sirutka je odstranjena a sirna gruda je položena uz stijenku sirarske kade.

Slika 1.: Tehnološki postupak izrade mocarele za pizze

Figure 1: Process flow-sheet in mozzarella cheese (for pizza) production



Pri pH vrijednosti 5,0 -5,2 sirna gruda bila je spremna za mljevenje. Mljevena sirna gruda miješana je s odgovarajućom količinom vruće vode (80 °C) u stroju za rastezanje. Sir je oblikovan, stavljen u kalupe i brzo ohlađen, zatim soljen u salamuri (12 °C, 16° Be) 2 sata, a zatim sušen 24 sata u kanalu za sušenje. Pakiran je u termorastezljive vrećice.

Pri radu su naizmjenično ispitivane dvije različite kulture:

A = monokulture *Streptococcus thermophilus*

B = miješane kulture *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u omjeru 1:1.

Odgovarajuća količina obranoga mlijeka u prahu rastopljena je u pasteuriziranom i na 6° C ohlađenom mlijeku. Tako pripremljeno mlijeko ostavljeno je na dozrijevanju 7 do 10 sati da se mlijeko u prahu što bolje otopi i da bjelančevine mogu ponovo nabubriti, vezati vodu i time dobiti odgovarajuću tehnološku sposobnost sirenja, kiseljenja i rastezanja.

Obrano mlijeko u prahu dodavano je u sljedećim količinama:

uzorak 1 (n=15) kultura B	0,5% obranoga mlijeka u prahu
uzorak 2 (n=15) kultura A	0,5% obranoga mlijeka u prahu
uzorak 3 (n=15) kultura B	1,0 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 4 (n=15) kultura A	1,0 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 5 (n=15) kultura B	1,5 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 6 (n=15) kultura A	1,5 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 7 (n=15) kultura B	2,0 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 8 (n=15) kultura A	2,0 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 9 (n=15) kultura B	2,5 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 10 (n=15) kultura A	2,5 % obranoga mlijeka u prahu
uzorak 11 (n=15) kultura A	3,0 % obranoga mlijeka u prahu

Količina obranoga mlijeka u prahu povećavana je sve do količine, potrebne za normalno sirenje, rastezanje i oblikovanje sirnog tijesta.

Kemijske i fizikalne analize mlijeka i sira vršene su u aparatu Milko Scan 133. Uzorkovanje mlijeka i sira obavljano je po međunarodnom standardu FIL/IDF/IMV2 1968. (Mengebier, 1969.); stupanj kiselosti mlijeka određivan je po Soxhlet-Henklu (VDLUF, Methodenbuch VI, 1985., c. 8.3); pH sirutke i sira mjereno je pomoću pH metra Iskra MA 5741; postotak masti u siru pomoću butirometrijske metode po Van Guliku (Sabadoš, 1970.); postotak masti u mlijeku bjelančevina, mliječnog šećera i suhe tvari je izmjeren aparaturom Milko Scan 133; postotak suhe tvari sira određen je metodom sušenja na 102°C (IDF Standard 4A; 1982.); postotak masti u suhoj tvari sira po standardnoj formuli (IDF Standard 4A; 1982.) i prinos po standardnoj formuli (Emmons, 1993.).

Organoleptički je mocarela ocjenjivana po 20-bodovnom sistemu kojega propisuje Pravilnik o ocjenjivanju kakvoće mlijeka i mliječnih proizvoda 1995.

Za instrumentalnu analizu reoloških osobina teksture mocarele upotrebljen je univerzalni aparat za mehaničko testiranje INSTRON, stolni model, tip 1111 (Žlender, 1975.). Instrumentalno smo izmjerili čvrstoću rezanja te tlačnu čvrstoću uzorka mocarele bez dodatka obranoga mlijeka u prahu i uzorka mocarele s dodatkom 2,5% obranoga mlijeka u prahu. Na jednom uzorku izvršena

su po četiri paralelna mjerenja za svaku osobinu. Srednja vrijednost predstavljala je rezultat mjerenja.

Struktura mocarele proučavana je pomoću SCANNING elektronske mikroskopije mikroskopom JSM - 840A SCANNING MICROSCOPE. Površina pripremljenog uzorka izložena je snopu elektrona, pri čemu sekundarni (odbiti) elektroni daju povećanu sliku strukture površine. Prije pripreme uzorka za SEM namakanjem sira u otopini acetona uklonjena je mliječna mast.

Rezultati i rasprava

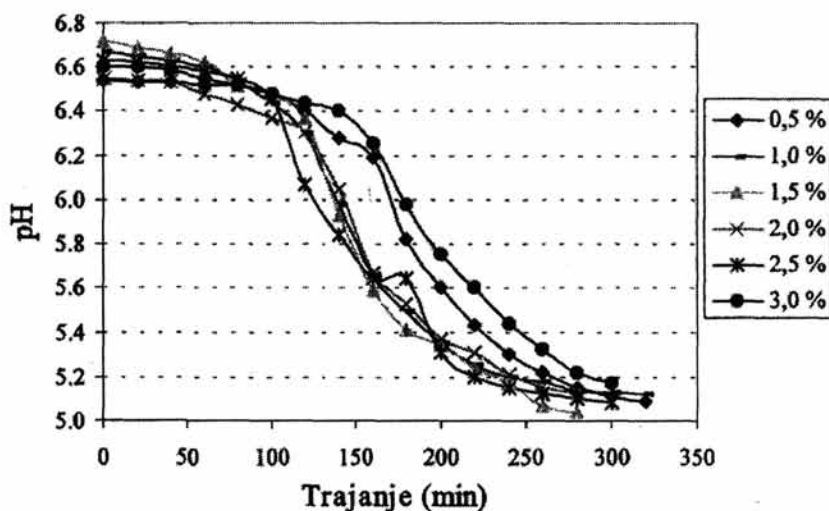
Kiseljenje

Tabela 1.: Kretanje prosječnih vrijednosti pH od sirenja do pH 5,15 pri uporabi kulture A i kulture B, uz dodatak različitih količina obranoga mlijeka u prahu (15 ponavljanja svakog uzorka)
Table 1: Average pH values in correlation with production time, using A and B starter cultures with different amount of skim milk powder addition (15 replicants of each sample)

Dodatak mlijeka u prahu Addition of skim milk powder	0,5 %		1,0 %		1,5 %		2,0 %		2,5 %		3,0 %
	1 - B	2 - A	3 - B	4 - A	5 - B	6 - A	7 - B	8 - A	9 - B	10 - A	11 - A
Vrijeme (min) Time (min)											
0	6,55	6,54	6,55	6,67	6,69	6,72	6,60	6,55	6,60	6,63	6,60
20	6,55	6,53	6,55	6,65	6,66	6,69	6,59	6,54	6,60	6,62	6,60
40	6,55	6,53	6,55	6,63	6,64	6,66	6,57	6,53	6,60	6,60	6,59
60	6,55	6,52	6,55	6,60	6,62	6,62	6,56	6,48	6,59	6,58	6,55
80	6,56	6,52	6,56	6,54	6,60	6,52	6,54	6,43	6,57	6,55	6,52
100	6,53	6,48	6,53	6,44	6,56	6,48	6,50	6,37	6,56	6,46	6,48
120	6,50	6,40	6,50	6,30	6,50	6,37	6,40	6,31	6,49	6,07	6,44
140	6,48	6,28	6,48	5,98	6,43	5,93	6,25	6,05	6,30	5,84	6,40
160	6,39	6,19	6,39	5,65	6,10	5,59	6,04	5,67	6,07	5,64	6,25
180	6,08	5,82	6,08	5,49	5,76	5,41	5,62	5,53	5,88	5,64	5,98
200	5,83	5,60	5,83	5,35	5,53	5,34	5,38	5,37	5,65	5,31	5,75
220	5,60	5,43	5,60	5,25	5,42	5,24	5,28	5,31	5,48	5,20	5,60
240	5,44	5,30	5,44	5,20	5,25	5,17	5,22	5,21	5,28	5,15	5,44
260	5,27	5,22	5,27	5,18	5,19	5,07	5,13	5,15	5,18	5,12	5,32
280	5,20	5,15	5,20	5,14	5,14	5,04	5,10	5,13	5,14	5,10	5,22
300	5,17	5,11	5,17	5,13	5,11				5,10	5,08	5,17
320	5,15	5,09	5,15	5,12	5,09						
Vrijeme od sirenja do pH 5,15 Time from coagulation to pH 5.15	280	240	230	250	235	205	215	230	250	210	245

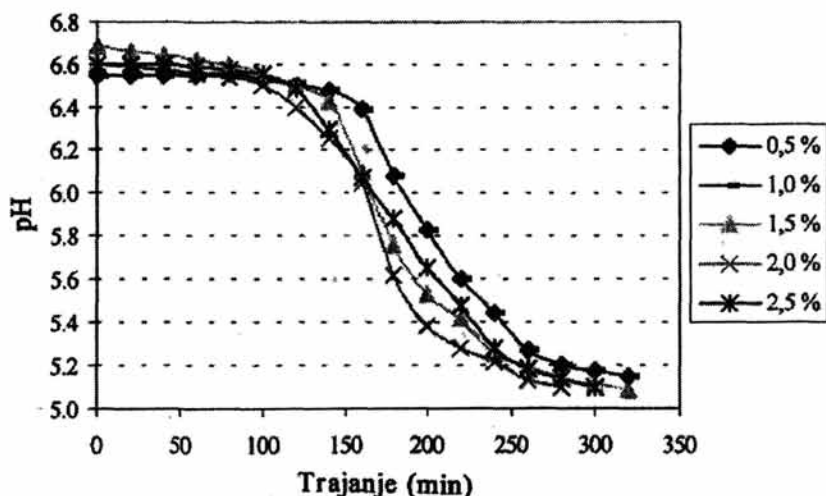
Graf 1.: Usporedba krivulja kiseljenja uz dodatak različitih količina obranoga mlijeka u prahu (0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %, 2,5 %, 3,0 %) uz upotrebu kulture A (prosječne vrijednosti od 15 ponovljenih uzoraka 2, 4, 6, 8, 10, 11)

Graph 1: Acidification curves of cheese obtained with different skim milk powder addition (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %, 2.0 %, 2.5 %, 3.0 %) using A starter culture (for the samples 2, 4, 6, 8, 10 and 11 an average value of 15 replicates are represented)



Graf 2.: Usporedba krivulja kiseljenja uz dodatak različitih količina obranoga mlijeka u prahu (0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %, 2,5 %) uz upotrebu kulture B (prosječne vrijednosti 15 ponovljenih uzoraka 1, 3, 5, 7, 9)

Graph 2: Acidification curves of cheese obtained with different skim milk powder addition (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %, 2.0 % and 2.5 %) using B starter cultures (for the samples 1, 3, 5, 7 and 9 an average value of 15 replicates are represented)



Usporedbom krivulja kiseljenja sireva proizvedenih uz dodatak različitih količina obranoga mlijeka u prahu uz upotrebu kulture A vidljivo je, da je kiseljenje najbrže u uzorku koji je sadržavao 2 % dodanog mlijeka u prahu. Usporedbom krivulja kiseljenja sireva proizvedenih uz različite dodatke obranog mlijeka u prahu uz upotrebu kulture B očito je da je kiseljenje općenito bilo sporije nego u uzorcima proizvedenim uz dodatak kulture A. Dodatak mlijeka u prahu nije bitno utjecao na brzinu, osim kod 0,5 % dodatka kada je kiseljenje bilo sporije. Sirno tijesto dobiveno kulturom A ljepše se sjajilo, sirna vlakna su bila rastezljiva, elastična i glatka. Većom količinom dodatka obranoga mlijeka u prahu i uporabom miješane kulture B, to nije bilo moguće postići.

Rezultati kemijske analize mlijeka

Tabela 2: Pregled rezultata kemijske analize mlijeka s dodanim mlijekom u prahu
Table 2: Results of chemical analysis for milk with skim milk powder addition

Uzorak Sample	MLJEKO / MILK					Dodatak obranog mlijeka u prahu (%) Addition of skim milk powder (%)
	Mliječna mast (%) Milk fat (%)	Bjelančevine (%) Proteins (%)	Laktoza (%) Lactosa (%)	Suha tvar (%) Dry matter (%)	Kiselost mlijeka (SH)	
1	3,45	3,21	4,82	12,01	6,7	0,5
2	3,57	3,23	4,88	12,38	6,6	0,5
3	3,65	3,32	5,01	12,67	6,8	1,0
4	3,50	3,40	5,02	12,62	7,0	1,0
5	3,48	3,45	5,12	12,75	7,0	1,5
6	3,48	3,47	5,13	12,78	7,3	1,5
7	3,50	3,48	5,21	12,89	7,5	2,0
8	3,50	3,49	5,26	12,95	7,3	2,0
9	3,46	3,56	5,27	12,99	7,8	2,5
10	3,54	3,56	5,28	13,08	7,6	2,5
11	3,58	3,72	5,47	13,47	8,1	3,0

Rezultati kemijskih analiza pripremljenog mlijeka za sirenje pokazuju da je količina dodanoga obranoga mlijeka u prahu utjecala na porast količine mliječnih bjelančevina, laktoze i ukupne suhe tvari u mlijeku.

Titracijska kiselost mlijeka također se povećavala, ovisno o postotku dodanoga obranoga mlijeka u prahu. Povišena kiselost pripremljenoga mlijeka za sirenje utjecala je na skraćenje trajanja sirenja, koje se povećavanjem dodatka obranog mlijeka u prahu skratilo od 40 minuta pri dodatku od 0,5 %, na 22 minute pri dodatku od 3 %.

Rezultati kemijske analize mocarele**Tabela 3: Pregled rezultata kemijskih analiza sira mocarele nakon pakiranja****Table 3: Results of chemical analysis for mozzarella cheese after packing**

Uzorak Sample	SIR / CHEESE						Dodatak obranog mlijeka u prahu (%) Addition of skim milk powder (%)
	pH	Suha tvar (%) Dry matter (%)	Mast (%) Fat (%)	Mast u suhoj tvari sira (%) Fat in dry matter (%)	Iskorištenje (%) Yield (%)	Masa (kg) Weight (kg)	
1	5,25	54,74	25,5	46,58	10,6	372	0,5
2	5,29	55,67	24,5	44,01	10,5	366	0,5
3	5,37	53,89	23,5	43,61	11,2	392	1,0
4	5,28	56,42	26,0	46,08	10,9	380	1,0
5	5,31	53,79	24,5	45,55	11,6	405	1,5
6	5,29	55,24	25,0	45,26	11,4	400	1,5
7	5,26	53,69	21,5	40,04	12,7	444	2,0
8	5,24	55,42	23,5	42,40	12,3	432	2,0
9	5,41	53,57	23,0	42,93	12,6	441	2,5
10	5,57	53,48	24,0	44,88	12,5	438	2,5
11	5,26	56,02	27,5	49,09	13,0	455	3,0

Vrijednost pH, kod svih sireva, kretala se u uobičajenim granicama bez obzira na postotak dodanoga obranog mlijeka u prahu.

Postotak dodanoga obranog mlijeka u prahu nije bitno utjecao na postotak suhe tvari u siru, jer je tehnologija sirenja usporedo prilagođavana. Već kod dodatka 2% obranog mlijeka u prahu dogrijavanje s vrućom vodom više nije bilo potrebno, jer je zrno bilo već dovoljno čvrsto i suho. Trajanje obrađivanja i sušenja zrna u sirutci također je skraćeno. Kod dodatka 2% obranoga mlijeka u prahu zrno je obrađivano i sušeno još 20 minuta, a kod dodatka 2,5% samo 10 minuta. Tijekom mljevenja sirne grude u stroju dodano je više vruće vode.

Količina dodanoga obranog mlijeka u prahu prosječno je bitno utjecala na količinu proizvedenog sira. Utvrđeno je, da se upotrebom miješane kulture B postižu veći prinosi kod iste količine dodanoga obranog mlijeka u prahu, nego kod upotrebe monokulture A.

Rezultati organoleptičke analize**Tabela 4: Prosječne vrijednosti (pet ocjenjivača) organoleptičkog ocjenjivanja sira trideset dana nakon izrade****Table 4: The results of sensory evaluation, performed by five panellists, of cheese after 30 days of production**

Uzorak Sample	Dodatak obranog mlijeka u prahu (%) Addition of skim milk powder (%)	Vanjski izgled 2 boda Exterior 2 points	Unutarnji izgled Interior			Miris 2 boda Odour 2 points	Okus 10 bodova Taste 10 points	Kvalitetni razred ukupno bodova No. of scores achieved
			Boja 1 bod Colour 1 point	Tijesto 2 boda Consistency 2 points	Slika na prerezu 3 boda Cross section 3 points			
1	0,5	2	1	1,80	2,85	2	8,50	18,15
2	0,5	2	1	1,85	2,85	2	8,50	18,20
3	1,0	2	1	1,75	2,75	2	8,50	18,00
4	1,0	2	1	1,80	3,00	2	8,50	18,30
5	1,5	2	1	2,00	2,75	2	8,65	18,40
6	1,5	2	1	1,70	2,75	2	8,43	17,88
7	2,0	2	1	1,81	2,95	2	8,50	18,26
8	2,0	2	1	1,70	2,95	2	8,50	18,15
9	2,5	2	1	1,50	3,00	2	8,30	17,80
10	2,5	2	1	1,43	2,93	2	8,31	17,67
11	3,0	2	1	1,56	2,94	2	8,31	17,81

30 dana nakon izrade sira, vanjski izgled sira bio je kod svih uzoraka - bez obzira na postotak dodanoga obranoga mlijeka u prahu svojstven - bez pogrešaka. Kod unutarnjeg izgleda ocjenjivači su ocjenjivali boju, teksturu i sliku na prerezu. Sir je na prerezu bio u svim slučajevima jednakomjerne mliječne boje. U uzorcima koji su sadržavali od 0,5 do 2,0 % dodanoga obranoga mlijeka u prahu, nisu zapažene značajne razlike u tijestu. U uzorcima koji su sadržavali 2,5 i 3,0 % obranoga mlijeka u prahu, struktura tijesta bila je u prosjeku čvršća, slabo zrnata i drobljiva. Slika mocarele na prerezu u svim je slučajevima - bez obzira na postotak dodanoga obranog mlijeka u prahu - svojstvena, tijesto ujednačeno, glatko, bez pukotina. Miris je u svim slučajevima bio svojstven - po mlijeku. Okus sira svih uzoraka koji su sadržavali od 0,5 do 2,0 % obranoga mlijeka u prahu svojstveno je blag, a okus uzoraka koji su sadržavali 2,5 i 3,0 % obranoga mlijeka u prahu bio je kiselkast. S povećavanjem dodatka obranog mlijeka u prahu iznad 2,0 % kakvoća opada zbog slabijih osobina tijesta i slabijega okusa, iako su uzorci još uvijek bili pogodniji za ribanje od mocarele bez dodanoga mlijeka u prahu.

S obzirom da je naš cilj bio izraditi mocarelu koja bi bila, i 30 dana nakon izrade, primjereno čvrsta za ribanje, a rezultati organoleptičkog ocjenjivanja vrlo su povoljni. Usprkos tome što su ocjene za mocarelu s dodatkom obranoga mlijeka u prahu niže nego kod mocarele bez dodatka, ipak su s obzirom na ukupnu ocjenu - svi su se uzorci mogli uvrstiti u extra ili prvi razred kakvoće.

Rezultati mehaničkog ispitivanja sira mocarele s aparatom Instron

Tabela 5.: Rezultati mehaničkog ispitivanja aparatom Instron, čvrstoća rezanja i čvrstoća uzorka sira bez i sa 2,5 % dodanoga mlijeka u prahu

Table 5: The results of mechanical testing, cutting and oppressed firmness analysis using Instron apparatus, of cheese samples with or without 2.5 % skim milk powder addition

Uzorak Sample	Čvrstoća rezanja (N) Cutting firmness				Srednja vrijednost Average value
	1. mjerenje 1 st measurement	2. mjerenje 2 nd measurement	3. mjerenje 3 rd measurement	4. mjerenje 4 th measurement	
Mocarela	5,25	4,6	5,2	4,6	4,66
Mocarela sa 2,5% obr. ml. u prahu Mozz. with 2.5% skim milk powder addition	4,90	4,9	5,3	5,2	5,07
Tlačna čvrstoća (N) Oppressed firmness					
Mocarela	79,0	83,0	80,0	81,0	80,8
Mocarela sa 2,5% obr. ml. u prahu Mozz. with 2.5% skim milk powder addition	94,0	91,0	95,0	92,0	93,0

Aparatom Instron uspoređivana je čvrstoća rezanja i tlačna čvrstoća uzorka mocarele bez dodanoga obranoga mlijeka u prahu i uzorka s dodatkom 2,5% obranoga mlijeka u prahu. Utvrđeno je da su obje vrijednosti uzorka mocarele s dodanim obranim mlijekom u prahu primjetno više, nego uzorci mocarele bez dodatka.

Tabela 6.: Rezultati mehaničkog ispitivanja uzoraka mocarele sa 2,5 % dodanoga mlijeka u prahu upotrebom kulture B i A; uzorci C bez dodatka mlijeka u prahu (kultura B) u tijeku tehnološkog postupka

Table 6.: The results of mechanical testing of Mozzarella cheese with 2.5 % skim milk powder addition, during production with B and A starter cultures: C samples contain no milk powder (B starter culture)

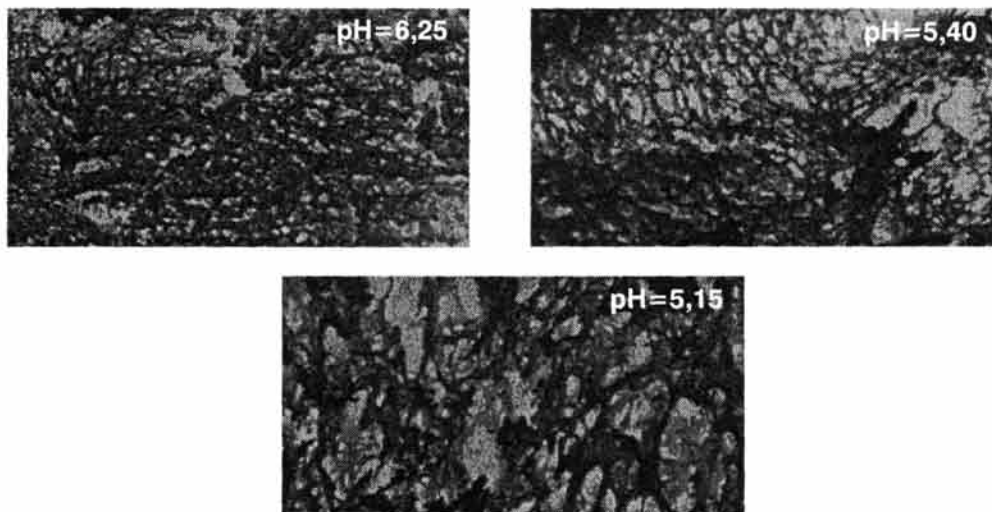
	pH	Mocarela B	Mocarela A	Mocarela C
Tvrdća na rez (N) Cutting strength	6,25	5,6	8,3	7,4
	5,40	6,3	8,5	7,2
	5,15	5,9	7,6	7,3
	po razt. after stretching	15,6	15,7	15,4
Tvrdća na pritisak (N) Pressure strength	6,25	79,0	106,0	102,3
	5,40	84,0	91,7	119,3
	5,15	59,3	77,0	101,0
	po razt. after stretching	266,3	249,3	165,7
Tlačna elastičnost Sila (N) Pressure resistance	6,25	7,5	15,8	11,1
	5,40	4,0	5,2	8,3
	5,15	3,3	5,3	6,5
	po razt. after stretching	26,0	29,2	23,5
Podizanje (N) Increase in pressure deformation	6,25	3,9	4,7	4,5
	5,40	3,1	3,0	3,6
	5,15	3,3	3,6	3,3
	po razt. after stretching	3,6	3,8	3,8
Tlačna elastičnost II Sila (N) Pressure resistance II	6,25	6,5	13,3	9,5
	5,40	3,4	4,4	7,1
	5,15	2,7	4,4	5,6
	po razt. after stretching	22,5	24,8	20,3
Podizanje (N) Increase in pressure deformation	6,25	3,4	4,3	4,0
	5,40	2,5	2,5	3,2
	5,15	2,7	3,1	2,8
	po razt. after stretching	3,3	3,3	3,3

Rezultati pokazuju da se tlačna čvrstoća uzoraka bitno povećala dodatkom mlijeka u prahu, a posebno kod uzoraka s miješanom kulturom, dok su uzorci mocarele A i B u usporedbi s uzorcima C sačuvali odličnu elastičnost.

Proučavanje strukture mocarele sa scanning elektronskom mikroskopijom

Promatranjem strukture mocarele sa scanning elektronskom mikroskopijom utvrđeno je da u sirnom tijestu tijekom kiseljenja nisu vidljive izrazite usmjerenosti bjelančevina ili masti. U uzorcima mocarele poslije rastezanja u vrućoj vodi opazili smo uporednu usmjerenost izduženih vlakana bjelančevina. U uzorcima bez dodanoga obranog mlijeka u prahu su praznine, koje su prije mikroskopiranja ispunjavale masne kuglice jednakomjerno raspoređene po svojoj površini uzorka. U uzorcima koji su sadržavali obrano mlijeko u prahu te su praznine veće i nejednakomjerno raspoređene. Vlakna bjelančevina mocarele s dodatkom obranog mlijeka u prahu su kraća i nisu glatka. Nakon rastezanja u vrućoj vodi svojstvena struktura se istegne.

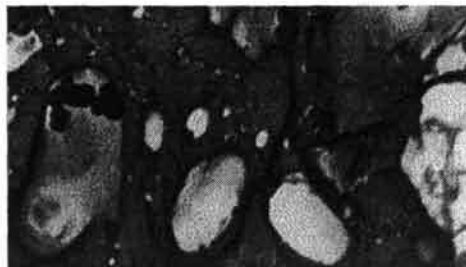
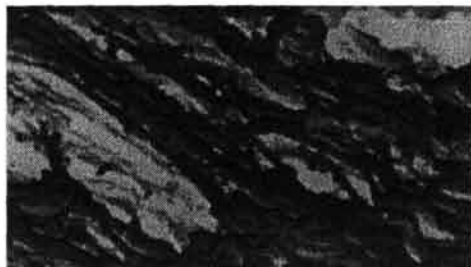
Slika 2.: Mikroskopske snimke sirnog tijesta na početku kiseljenja (pH 6,25) tijekom kiseljenja (pH 5,40) i prije rastezanja (pH 5,15); povećanje 500 puta
Figure 2.: Micrographs of cheese coagulum at the beginning of acidification (pH 6.25), during acidification (pH 5.4) and before the expansion (pH 5.15); magnification of 500x



- A - neorijentirana mreža bjelančevina s vidljivim prazninama u bjelančevinastom matriksu koje su prije mikroskopije ispunjavale masne globule
- B - bjelančevinska vlakna su rastegnuta; praznine su povećane
- C - bjelančevinska vlakna su jače rastegnuta

Slika 3.: Mikroskopske snimke strukture mocarele nakon rastezanja u vrućoj vodi; povećanje 3500 puta

Figure 3.: Micrographs of Mozzarella cheese after hot water expansion; magnification of 3500x



A - bjelančevinska vlakna orijentirana u istom smjeru

B - bakterije cjepiva u sirnom tijestu

Na osnovu gore navedenih rezultata, propisan je novi tehnološki postupak izrade mocarele za pizze s dodatkom 2,0 % obranoga mlijeka i upotrebom mješane kulture *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u omjeru 1:1.

U tom pokusu sirenje je prosječno trajalo samo 25 minuta. Nije bilo potrebno dogrijavanje sirnog zrna, a sušenje je skraćeno za 10 minuta. Tako izrađena sirna gruda kod pH vrijednosti 5,15 do 5,20 lako je gnječena, rastezana i oblikovana, iako su sirna vlakna bila nešto kraća. Tako je proizvedena mocarela imala primjereno čvrstu teksturu i nakon 30 dana. Okus je blag i nije kiselkast, kao s većom količinom dodatka obranoga mlijeka u prahu. Organoleptičnim ocjenjivanjem je svrstana u ekstra razred kakvoće. Prinos tako proizvedene mocarele bio je prosječno čak veći nego kod 2,5% dodatka obranoga mlijeka u prahu.

Zaključci

Dodatkom obranoga mlijeka u prahu u mlijeko za izradu mocarele za pizze i upotrebom različitih kultura postignuto je sljedeće:

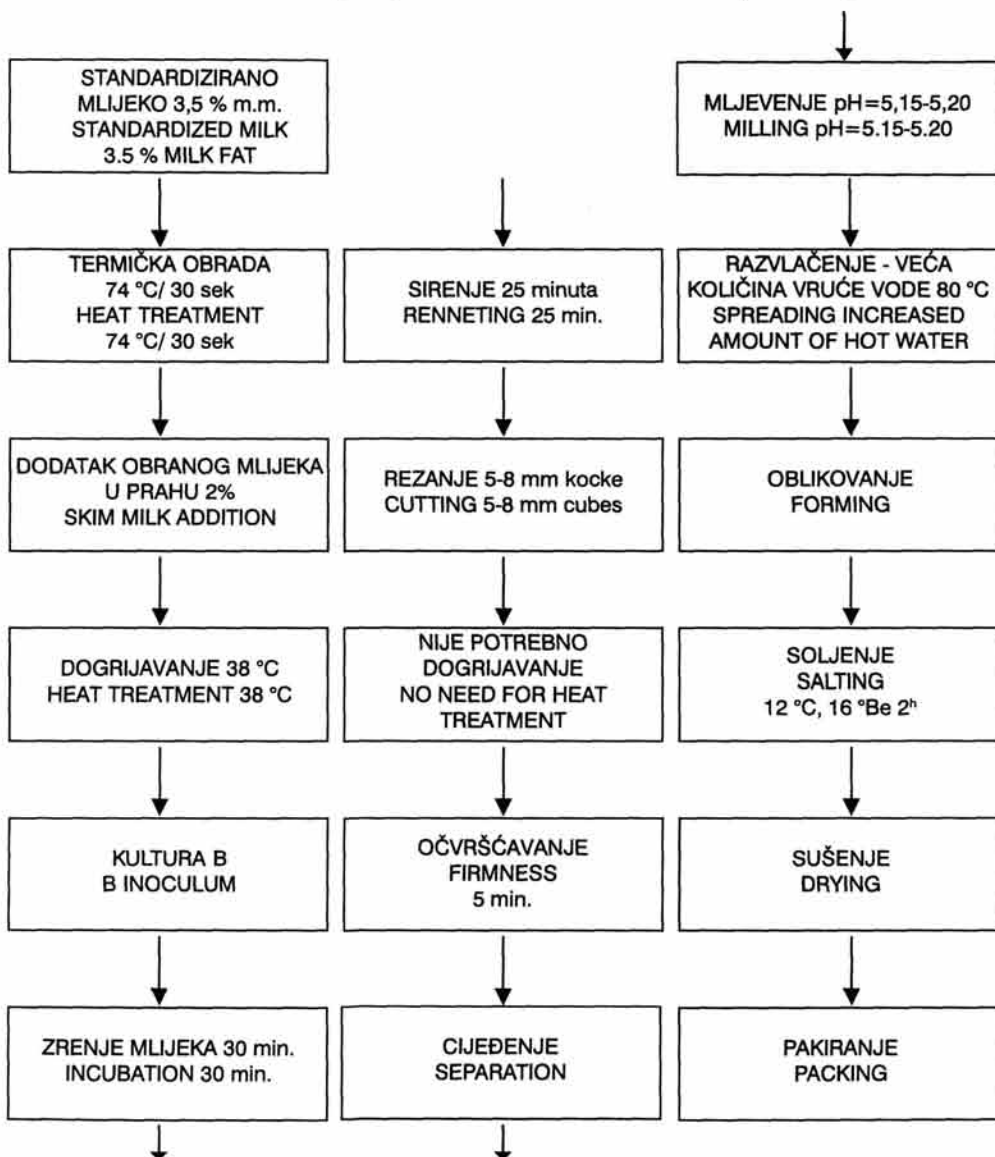
1. Skraćenje proizvodnoga procesa (kraće trajanje sirenja, nije potrebno dogrijavanje sirnoga zrna, kraće trajanje sušenja zrna).

2. Veći prinos sira i time veće i jednakomjerno iskorištenje proizvodnih kapaciteta.

3. Tako proizvedena mocarela je čvršća, i nakon 30 dana po izradi ostaje dovoljno čvrsta te je moguće ribanje bez ljepljenja. Zato smo joj mogli produljiti rok upotrebljivosti na 30 dana.

4. Kod 2,5 i 3,0 % dodanoga obranoga mlijeka u prahu radi lakšega rastezanja bolje je upotrebljavati monokulturu *Streptococcus thermophilus*.

Slika 4.: Prilagođeni tehnološki postupak izrade mocarele za pizze
 Figure 4: Modified technological process of Mozzarella cheese (for pizza) production



5. Za najučinkovitiji postupak izrade mocarele za pizze najpovoljniji je 2,0 % dodatak obranoga mlijeka u prahu uz upotrebu miješane kulture *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u omjeru 1:1. Kod te kombinacije skraćuje se trajanje sirenja, izbjegava dogrijevanje, skraćuje sušenje i postiže veći prinos sira.

TECHNOLOGY OF PASTA FILATA CHEESE AND PRODUCTION OF MOZZARELLA WITH ADDITION OF SKIM MILK POWDER

Summary

The possibilities of production of mozzarella cheese for pizzas and for grating, as well as prolongation of the shelf-life up to 30 days, with addition of skim milk powder using monoculture and mixed starter culture were studied. Into the milk samples, 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; and 3.0 % of skim milk powder was added. The amount of added skim milk powder was accommodate to stretching ability of cheese paste regarding to its pH value and stretching temperature.

In order to increase the amount of added skim milk powder the production technology was modified. Whenever a certain amount of skim milk powder was added the monoculture *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and mixed cultures *Streptococcus salivarius* subsp., *thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* at the ratio 1 to 1 were tested. During the production of mozzarella cheese the acidification was monitored. In the mozzarella for pizzas the content of dry matter, fat and the yield were determined. Cutting and oppressed firmness, were analysed using the Instron apparatus, while the structure of mozzarella cheese was analysed using Scanning electron microscopy. Sensory evaluation of mozzarella cheese was performed after 30 days of the production. The best results were obtained from milk containing 2% of skim milk powder and mixed starter culture *Streptococcus salivarius* subsp., *thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* at the ratio 1 to 1.

Key words: cheese, mozzarella, technology, skim milk powder, sensory properties

Literatura

- Emmons, D.B. (1993): Definition and expression of cheese yield. Factors affecting the yield of cheese. International Dairy Federation Special Issue N. 9301, s. 12-20.
- IDF Standard 4 A. (1982): Cheese and processed cheese. Determination of the total solids content (Reference Method) . 2 s.
- Mann, E. J., (1992): Mozzarella cheese. Dairy Industries International, 57/9, s. 17 - 18.
- Mengebier, H. (1969): Chemische Einheitsmethoden und Internationale Standards für Milch und Milcherzeugnisse. Kempten Verlag Th. Mann GmbH Holdesheim Vorkswirtschaftlicher Verlag, 76 s.
- Methode C 8.2. (1985): Bestimmung des Somregardes von Milch und thissigen Milchprodukten., V: Methodenbuch Bomol VI. Milch und Milchprodukte, VDLUFA, 3 s.
- Pravilnik o ocenjevanju kakovosti mleka in mlečnih izdelkov. 1995 Ljubljana. Gospodarska zbornica Slovenije, 10 s.

Sabadoš, D. (1970): Kontrola i ocjenjivanje kvalitete mlijeka i mliječnih proizvoda. Zagreb, Poljoprivredni fakultet, s. 1-4.

Žlender, B. (1975): Instrumentalno merjenje teksture živil. Živilski dnevi, Ljubljana, Sensorika živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo, s. 175-186.

Adresa autora - Author address:

Doc. dr. Bogdan Perko,
Biotehniška fakulteta
Domžale, Slovenija

Primljeno - Received: 16. 11. 1998.

Prihvaćeno - Accepted: 20. 01. 1999.