

JELENA B. ĐEROVSKI
ZORICA T. RADULOVIĆ
DUŠANKA D. PAUNOVIĆ
PREDRAG D. PUĐA

Univerzitet u Beogradu,
Poljoprivredni fakultet,
Institut za prehrambenu
tehnologiju i biohemiju

NAUČNI RAD

UDK: 637.652:637.146.1:637.05

UTICAJ DOPUNSKIH KULTURA NA SVOJSTVA NISKOMASNOG SIRA U SALAMURI

Sirevi sa smanjenim sadržajem masti često se odlikuju lošim i neprihvatljivim senzornim svojstvima koji se ogledaju u lošim teksturalnim osobinama i slabo izraženom i atipičnom ukusu i mirisu. Problemi u proizvodnji niskomasnih sireva mogu se delimično ili potpuno prevazići modifikacijom parametara tehnološkog postupka proizvodnje, upotrebom dopunskih starter kultura i dodavanjem različitih aditiva.

U radu je ispitan uticaj različitih dopunskih kultura na sastav i senzorna svojstva niskomasnog sira u salamuri. Niskomasni sir u salamuri sa 15% MuSM je proizveden od proteinskog praha Promiik 852A (Ingredia, Francuska), obranog mleka u prahu i pavlake, prema definisanom postupku proizvodnje. Kao osnovna starter kultura korišćeni su *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* i *Lc. lactis* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

Kao dopunska kultura za proizvodnju sira B korišćena je vrsta *Str. thermophilus* koja proizvodi egzopolisaharide, za proizvodnju sira C probiotska kultura, koja sadrži *Lb. acidophilus* i *Bifidobacterium* sp., a za proizvodnju sira D vrsta *Lb. casei*.

Hemijski sastav i pH vrednost kontrolnog i eksperimentalnih sireva ne razlikuju se značajno.

Senzorna ocena sireva pokazuje da sirevi proizvedeni sa dopunskim kulturama pokazuju znatno bolja svojstva u odnosu na kontrolni sir, proizveden samo sa osnovnom starter kulturom. Bolja svojstva sireva proizvedenih sa dopunskim kulturama u poređenju sa kontrolnim sirom ogledaju se u poboljšanju teksture, ukusa i mirisa.

Na osnovu rezultata može se zaključiti da je primena dopunskih kultura jedno od adekvatnih rešenja za postizanje prihvatljivih i funkcionalnih osobina niskomasnih sireva, što omogućava njihovo bolje pozicioniranje na tržištu proizvoda od mleka.

Ključne reči: sir u salamuri • dopunske kulture • sastav • proteoliza • senzorna svojstva

UVOD

Sirevi sa smanjenim sadržajem masti usled svojih nutritivno-dijetetskih svojstava sve više zaokupljaju pažnju proizvođača i potrošača proizvoda od mleka.

Mlečna mast je veoma vredna komponenta mleka i sira i u velikoj meri doprinosi specifičnim senzornim i funkcionalnim karakteristikama proizvoda. Sirevi sa smanjenim sadržajem masti se veoma često opisuju kao proizvodi sa čvrstom, tvrdom i atipičnom teksturom, nedovoljno izraženim ukusom i mirisom i sveukupno manje prihvatljivim senzornim svojstvima u odnosu na punomasne sireve iste kategorije.

Ipak, može se reći da se prva generacija sireva sa smanjenim sadržajem masti odlikovala ovako negativnim karakteristikama, jer se u poslednjih nekoliko godina ulažu napor kako bi se prevazišli pomenuti problemi. Prevazilaženje navedenih problema i postizanje prihvatljivih svojstava sireva sa smanjenim sadržajem masti zahteva se na modifikaciji tehnološkog postupka proizvodnje, upotrebi dopunskih starter kultura i aditiva (Puđa i Đerovski, 2007).

Ispitivanja o uticaju dopunskih kultura na karakteristike sireva sa sma-

njenim sadržajem masti vršena su na brojnim vrstama sireva, kao što su čedar (Fenelon i sar., 2002), edam (Tungjaroenchai i sar. 2001) feta (Katsiari i sar. 2002a,b, Michaelidou i sar. 2003 a), kefalograviera (Katsiari i sar., 2002 b), korišćenjem različitih sojeva mikroorganizama.

Dopunske kulture koje se dodaju u proizvodnju sireva treba da ispunjavaju zahteve za malom acidogenom i izraženom proteolitičkom aktivnošću. Generalno, cilj primene dopunskih kultura je poboljšanje inferiornih senzornih svojstava sireva sa smanjenim sadržajem masti. Slabija acidogena sposobnost ovih kultura je neophodna kako bi se sprečio intenzivni razvoj kiselosti usled prisustva većeg sadržaja vode u sirevima sa smanjenim sadržajem masti, što bi omogućilo stvaranje defekata ukusa. S druge strane, izražena i kontrolisana proteolitička aktivnost dopunskih kultura, a posebno peptidazna aktivnost, smanjuje mogućnost pojave gorčine usled formiranja većeg sadržaja željenih peptida koji su osnovni nosioci arome sira (Puđa i Đerovski, 2007).

Kao dopunske kulture u proizvodnji sireva mogu se koristiti brojni mikroorganizmi. Broadbent i sar. (2001) navode da se dodavanjem startera koji proizvode egzopolisaharide (*Streptococcus thermophilus* MR-C1) utiče na povećanje sadržaja vode u siru (za 1,5%) i poboljšanje senzornih i funkcionalnih svojstava mocarele. Upotrebom starter kultura (*Lactococcus lactis* spp. *cremoris* JFR1) koje proizvode egzopolisaharide (EPS) poboljšava se topivost, teksturalne i senzorne karakteristike čedra sa smanjenim sadržajem masti. Redistribucija vode je najodgovorniji faktor za promene teks-

Adresa autora:

Mr Jelena Đerovski, asistent, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun – Beograd, Srbija, tel.: +381 11 2615315/lok 117,
e-mail: jelenadjerovski@agrifaculty.bg.ac.yu

ture i omekšavanje sirnog testa čedra sa smanjenim sadržajem masti tokom prvih par nedelja zrenja, što je rezultat sposobnosti EPS da vežu značajnu količinu slobodne vode (Awad i sar. 2005).

Sposobnosti egzopolisaharida da deluju kao agensi viskoziteta, stabilnosti i vezivanja vode ukazuje na to da se sojevi sposobni da produkuju egzopolisaharide uspešno mogu koristiti kao prirodna alternativa u odnosu na komercijalne stabilizatore u brojnim proizvodima od mleka sa smanjenim sadržajem masti.

Poslednjih godina evidentno je prisutna sve veća tražnja za funkcionalnim i organski proizvedenim proizvodima. S tim u vezi, proizvodnju sireva sa smanjenim sadržajem masti je neophodno povezati sa pojedinim aspektima proizvodnje funkcionalne hrane kao što je npr. upotreba probiotičkih kultura kako bi se istovremeno obezbedili višestruki pozitivni efekti na zdravlje potrošača koji trenutno predstavljaju važnu smernicu u opredeljivanju potrošača za određenu vrstu proizvoda (Đerovski i sar., 2007., Puđa i sar., 2008). Ryhänen i sar. (2001) su proizveli niskomasni polutvrđi probiotički sir sa bioaktivnim osobinama uz primenu mešavine kultura *Lactococcus* sp., *Leuconostoc* sp., *Propionibacterium* sp. i *Lactobacillus* sp. uz *L. acidophilus* i *Bifidobacterium* sp. dobrih senzornih karakteristika koji ima pozitivne efekte na zdravlje potrošača.

Cilj našeg rada je sagledavanje uticaja različitih dopunskih kultura na sastav i svojstva niskomasnog sira u salamuri proizvedenog od proteinskog praha Promilk 852A (Ingredia, Francuska). Kao dopunske starter kulture u zavisnosti od proizvedene varijante sira korišćene su vrsta *Str. Thermophilus* koja produkuje egzopolisaharide, probiotička kultura koja sadrži *Lb. acidophilus* i *Bifidobacterium* sp. i vrsta *Lb. casei* 80 izolovana i selekcionisana iz autohtonih sireva u salamuri (Radulović, 2007).

Poboljšanje senzornih svojstava

niskomasnih sireva u salamuri omogućilo bi dobijanje proizvoda prihvatljivih i funkcionalnih svojstava koji bi mogli naći svoje mesto na tržištu proizvoda od mleka i proširiti postojeći asortiman.

MATERIJAL I METODI

Proizvodnja sireva

U ovom eksperimentu sirevi u salamuri su proizvedeni od proteinskog praha Promilk 852A (Ingredia, Francuska), obranog mleka u prahu (Mlekara, Subotica) i pavlake (Polimark, Beograd).

Sastav proteinskog praha „Promilk 852“, obranog mleka u prahu i pavlake određen je standardnim metodama ispitivanja i obuhvata sadržaj suve materije, proteina, mlečne masti i pepela (Carić i sar., 2000.). Sastav svih sirovina koji je dobijen analiziranjem prikazan je u tabeli 1.

Na osnovu sastava svih sirovina vršeno je preračunavanje potrebnih količina pojedinih komponenata („Promilk 852“, obrano mleko u prahu, pavlaka, voda) neophodnih za postizanje željenog sastava niskomasnog koncentrata i budućeg sira (~15% MuSM).

Priprema koncentrata je obuhvatila rekonstituciju obranog mleka u prahu i proteinskog praha Promilk 852A u određenoj količini vode. Hidratacija proteinskog praha Promilk 852A sa određenom količinom vode je vršena u toku 1 sata na temperaturi 50°C uz intenzivno miksiranje u toku 30 s/10 min. Nakon toga, vršeno je odmeravanje preračunatih količina rekonstituisanog obranog mleka u prahu, proteinskog praha Promilk 852A, pavlake i vode potrebnih za dobijanje koncentrata odgovarajućeg sastava. Termički tretman koncentrata je vršen na temperaturi 80°C, a potom je hlađen do 35°C. Hidratacija koncentrata je vršena u toku 20 – 24 h na temperaturi 4 – 8°C.

Nakon pripreme, koncentrat je za-

grevan na temperaturu inokulacije (35°C). Kao osnovna starter kultura korišćene su LL50A i BT 10X kultura (DSM, Holandija), u odnosu 50:50, koju čine *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* i *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. U proizvodnji eksperimentalnih sireva B, C i D korišćene su sledeće dopunske kulture: ADD 100 F (DSM, Holandija) koja je sačinjena od vrste *Streptococcus thermophilus* koja produkuje egzopolisaharide (sir B); probiotička kultura MY – 721 (DSM, Holandija) koja sadrži *Lb. acidophilus* i *Bifidobacterium* sp. (sir C); *Lb. casei* 80 (sir D).

Podsiranje je vršeno sa sirlom Fromase (DSM, Holandija), a potom je koncentrat razlivan u ambalažne jedinice (0,5kg). Koagulacija i fermentacija su vršene u toku 17–18 h na temperaturi 28 – 30°C do postizanja pH vrednosti ~ 4,8. Sirevi su, nakon postizanja željene pH vrednosti, soljeni sa ~2% kuhinjske soli, a potom stavljeni na zrenje na temperaturu 10°C u toku 5 nedelja.

Uzorkovanje i analiza sira

Uzorkovanje i analiziranje sastava sireva je vršeno pre soljenja (0 dan) i nakon 35-og dana zrenja. Analize parametara sastava sireva u salamuri su obuhvatile: određivanje suve materije (SM) metodom sušenja, određivanje mlečne masti (MM) metodom po Van Guliku, određivanje sadržaja soli (NaCl) metodom po Volhardu, određivanje ukupnih azotnih materija (UN), odnosno proteina (UP=UN x 6,38), metodom po Kjeldahl-u (Carić i sar. 1997.).

Obim proteolitičkih promena nakon 35 dana zrenja ustanovljen je određivanjem sadržaja u vodi rastvorljivih azotnih materija (RN), metodom po Kuchroo i Fox-u (1982), i sadržajem azotnih materija rastvorljivih u 5% PTA (PTA-N) metodom po Stadhouders-u (1960). Sadržaj RN i PTA-N su izraženi kao udeo u ukupnim azotnim materijama (RN/UN i PTA-N/UN).

Tabela 1. SASTAV PROTEINSKOG PRAHA „Promilk 852A“, OBRANOG MLEKA U PRAHU I PAVLAKE
Table 1. COMPOSITION OF MILK PROTEIN POWDER „Promilk852A“, SKIM MILK POWDER AND CREAM

	SM/DM (%)	MM/MF (%)	UP/TP (%)	Pepeo/Ash (%)	Laktoza/Lactose (%)
Pavlaka/Cream	58,30	54,0	1,73	0,20	-
Proteinski prah „Promilk 52“/ Milk protein powder	93,53	1,0	80,0	7,20	5,50
Obrano mleko u prahu / Skim milk powder	94,28	1,1	34,24	7,90	51,00

Senzorna ocena sireva u salamuri proizvedenih bez i sa dopunskom kulturom je vršena metodom bodovanja petobalnim bod sistemom nakon 7, 21 i 35 dana zrenja.

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav sireva

Podaci o sastavu sirevu u salamuri proizvedenih bez i sa dopunskom kulturom pre soljenja i nakon 5 nedelja zrenja prikazani su u tabeli 2.

Sirevi prema sadržaju VuBMS i MuSM pripadaju grupi mekih niskomasnih sireva (Pravilnik Sl. list 26/2002). Iz tabele 2 se uočava da se u periodu pre soljenja do 35-og dana zrenja značajno povećava sadržaj suve materije, kao posledica ulaska soli u sir i izdvajanja vode.

Sadržaj proteina je nešto veći u poređenju sa istom vrstom punomasnog sira (Đerovski i sar. 2007, Puđa i sar. 2008). Visok sadržaj proteina i nizak sadržaj masti u suvoj materiji sira doprinosi da ovi sirevi imaju izrazito čvrstu i nepodesnu teksturu proteinskog matriksa. Usled toga, proizvodnja sireva sa smanjenim sadržajem masti treba da ima za cilj zadržavanje veće količine vode, odnosno ostvarivanje sadržaja VBMS bliskog istom kod sireva sa većim sadržajem masti, a sve sa ciljem poboljšanja teksturalnih osobina sira (Puđa i Đerovski, 2007).

Između kontrolnog i eksperimentalnog sira ustanovljene su veoma male razlike u sastavu što ukazuje da primena dopunskih kultura ne utiče značajno na hemijski sastav sira (Katsiari i sar., 2002, Fenelon i sar., 2002, Michaelidou i sar., 2003).

Proteoliza

Na slici 1 prikazani su podaci o sadržaju RN i PTA-N izraženih kao udeo u ukupnim azotnim materijama nakon 5 nedelja zrenja sireva proizvedenih bez i sa dopunskom kulturom.

Sagledavanje sadržaja u vodi rastvorljivih azotnih materija u siru (RN) veoma je važno sa aspekta razmatranja uticaja dopunskih kultura na obim proteolitičkih promena sireva. Sadržaj RN izražen kao udeo u UN označava se kao koeficijent zrelosti (KZ) i predstavlja značajnog pokazatelja zrenja.

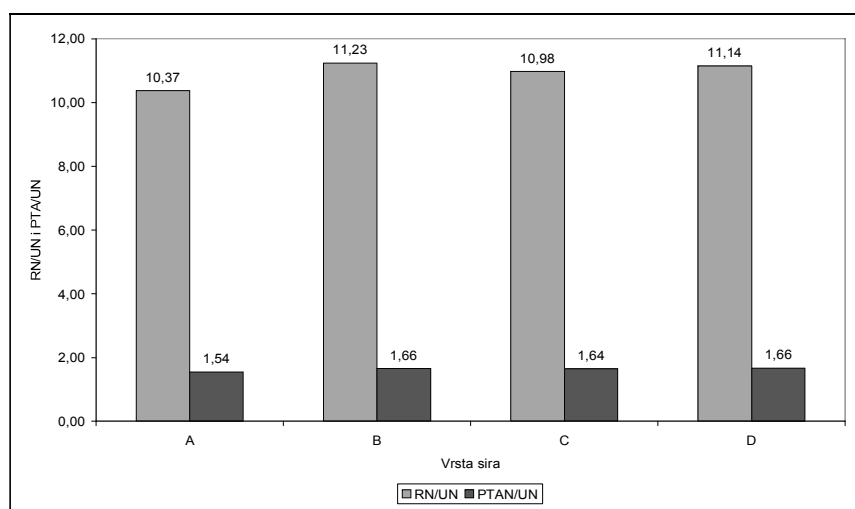
Na slici 1 uočava se da se sadržaj RN/UN nakon 5 nedelja zrenja sireva proizvedenih bez i sa dopunskom kul-

Tabela 2. OSNOVNI PARAMETRI HEMIJSKOG SASTAVA SIREVA U SALAMURI PROIZVEDENIH BEZ I SA DOPUNSKOM KULTUROM

Table 2. CHEMICAL COMPOSITION OF BRINED CHEESES MADE WITHOUT AND WITH ADJUNCT CULTURE

Dani zrenja Ripening time	Sir Cheese	SM DM (%)	V M (%)	VuBMS MFFB (%)	MuSM FDM (%)	NaCl/VF NaCl/M (%)	UP TP (%)
0*	A	26,56	73,44	76,50	15,06	-	14,53
	B	26,84	73,16	76,21	14,90	-	15,34
	C	25,97	74,03	77,11	15,40	-	15,20
	D	26,02	73,98	77,06	15,37	-	15,50
35	A	30,17	69,83	73,12	14,92	2,99	16,20
	B	29,89	70,11	73,41	15,06	2,98	16,25
	C	30,63	69,37	72,64	14,69	2,99	16,36
	D	30,17	69,83	73,12	14,92	2,92	16,15

* 0 dan – pre soljenja sireva



Slika 1. SADRŽAJ RN/UN I PTA-N/UN SIREVA PROIZVEDENIH BEZ I SA DOPUNSKOM KULTUROM NAKON 5 NEDELJA ZRENJA

Figure 1. THE CONTENT OF WSN/TN AND PTA-N/TN OF CHEESES MADE WITHOUT AND WITH ADJUNCT CULTURE AFTER 5 WEEKS OF RIPENING

tumom kretao u intervalu 10,37 do 11,23. Ova vrednost koeficijenta zrelosti je relativno niska u poređenju sa istim kod drugih vrsta sireva u salamuri proizvedenih od mleka kao sirovine. Abd – El Salam i sar. (1993) navode da se KZ belih sireva u salamuri najčešće kreće u intervalu 12 – 20% i maksimalno dostiže vrednost 25%. Ovakvi rezultati ukazuju na relativno mali obim proteolitičkih promena kod sireva proizvedenih u našem eksperimentu, verovatno kao posledica velikog udela serum proteina. Evidentno je da prisustvo serum proteina u UF sirevima menja tok zrenja ovih sireva u poređenju sa sirevim proizvedenim od mleka (Guinee i sar., 1995, Lo i Bastian, 1998).

Na slici 1 se uočava da se sadržaj RN/UN ne razlikuje značajno između kontrolnog i eksperimentalnih sireva. Ipak, možemo ustanoviti da sirevi proizvedeni sa dopunskom kulturom pokazuju nešto veći sadržaj RN/UN, verovatno kao posledica blago povećane proteolitičke aktivnosti dodatih starter kultura.

U toku sekundarne razgradnje proteina nastaju peptidi male molekulske mase i aminokiseline (<600Da) koji su rastvorljivi u 5% PTA. Ova jedinjenja nastaju aktivnošću enzima starterske i nestarterske mikroflora i u najvećoj meri su odgovorna za formiranje ukusa i mirisa sireva (Fox i sar. 1993). Podaci o sadržaju PTAN/UN sireva u salamuri su relativno oskudni. Abd El Salam i sar. (1993.) navode da sadr-

žaj PTAN/UN sireva u salamuri se najčešće kreće u intervalu 3 – 5%.

Prema podacima sa slike 1 uočava se da se sadržaj PTAN/UN kretao u intervalu 1,54 kod kontrolnog sira A do 1,66 kod eksperimentalnog sira B i D. Nešto veći sadržaj PTAN/UN kod sireva proizvedenih sa dopunskom kulturom su verovatno posledica peptidazne aktivnosti, koja se odražava na formiranje prekursora ukusa i mirisa sira. Michaelidou i sar. (2003) navode da dodavanje komercijalne dopunske kulture u proizvodnji niskomasnog feta sira ne utiče značajno na sadržaj RN/UN, ali značajno povećava sadržaj PTAN/UN i slobodnih aminokiselina. Ovi rezultati ukazuju da dodavanje dopunske kulture ne utiče značajno na obim primarne proteolize, ali utiče na nivo sekundarnih proteolitičkih promena pri čemu nastaju mala jedinjenja odgovorna za formiranje ukusa i mirisa sira.

Ukus i miris sireva sa smanjenim sadržajem masti zavise od aromatskih komponenti koje su osnovni nosioci arome određene vrste sira. Tako npr. Katsiari i Voutsinas (1994) navode da niskomasni feta sir ima zadovoljavajuća senzorna svojstva, jer su nosioci ukusa ovog sira niska pH vrednost, odnosno izražena kiselost, visok sadržaj soli i ograničen obim proteolize koji se zadržavaju i kod sira sa smanjenim sadržajem masti.

Senzorna ocena

U tabeli 3 prikazani su rezultati senzorne ocene sireva u salamuri proizvedenih bez i sa dopunskim kulturama.

Iz table 3 uočava se da su spoljni izgled, boja i izgled preseka svih ispitivanih sireva bili odlični u svim tačkama zrenja. Senzorne ocene ovih parametara veoma malo variraju i kreću se od 4,83 – 5,00. Značajnije razlike između kontrolnog i eksperimentalnih sireva proizvedenih sa dopunskim kulturama uočavaju se u teksturi, ukusu i mirisu. S tim u vezi, uočava se da je kontrolni sir u svim tačkama zrenja imao lošije teksturalne osobine u poređenju sa eksperimentalnim sirevima. Ipak, relativno dobra tekstura svih sireva, i kontrolnog i eksperimentalnih, posledica je relativno visokog sadržaja vode u siru. Naime, poznato je da je jedan od načina prevazilaženja problema teksture sireva sa smanjenim sadržajem masti postizanje nivoa vode, odnosno VBMS kao u punomasnim sirevima (Ardo, 1993, Puđa i Đerovski, 2007).

Sirevi proizvedeni sa dopunskim kulturama u svim tačkama zrenja imali su bolje ocene ukusa i mirisa u odnosu na kontrolni sir. Ovi rezultati su verovatno posledica nešto većeg sadržaja u vodi rastvorljivih azotnih materija (RN) i sadržaja azotnih materija rastvorljivih u 5% fosfovolframskoj kiselini (PTAN) sireva proizvedenih sa dopunskim kulturama. Michaelidou i sar. (2003) navode da je u punomasnom i siru proizvedenom sa komercijalnim dopunskim kulturama značajno veći sadržaj malih peptida, slobodnih aminokiselina i ukupnih masnih kiselina u odnosu na iste u niskomasnom siru, što se reflektuje na senzorna svojstva sira. Poboljšanje ukusa i mirisa sireva proizvedenih sa dopunskim kulturama verovatno su posledica peptidazne (aminopeptidazne) aktivnosti

enzima dopunske kulture. Ipak, pojedini autori navode da dodavanje dopunskih kultura nema izraženo pozitivno dejstvo na svojstva sireva sa smanjenim sadržajem masti (Drake i sar., 1995, Tungjaroenchai i sar., 2001). U kasnijim fazama zrenja niskomasnih sireva gorak ukus je relativno česta pojava, koja se delimično objašnjava većim sadržajem vode u njima (Mistry, 2001). Činjenica da eksperimentalni sirevi ne pokazuju gorčinu može biti povezana sa peptidaznom aktivnošću dopunskih kultura koje doprinose razgradnji hidrofobnih peptida odgovornih za pojavu gorčine u siru. Na osnovu rezultata i pregleda literature može se zaključiti da uticaj dopunskih kultura na poboljšanje ukusa i mirisa sireva sa smanjenim sadržajem masti u velikoj meri zavisi od vrste upotrebene kulture.

ZAKLJUČAK

Sirevi sa smanjenim sadržajem masti veoma često pokazuju brojne nedostatke, posebno u pogledu ukusa, mirisa i teksture.

Rezultati ovog rada ukazuju da primena dopunskih kultura poboljšava teksturalne osobine i ukus i miris niskomasnih sireva u salamuri proizvedenih od proteinskog praha Promilk 852A. Dodavanje probiotskih bakterija omogućava dobijanje proizvoda prihvatljivih senzornih i funkcionalnih svojstava. Poboljšanje često inferornih svojstava niskomasnih sireva omogućava bolje pozicioniranje ovih proizvoda na tržištu proizvoda od mleka.

Tabela 3. SENZORNA OCENA SIREVA U SALAMURI PROIZVEDNIH BEZ I SA DOPUNSKOM KULTUROM TOKOM ZRENJA
Table 3. THE SENSORY EVALUATION OF BRINED CHEESES MADE WITHOUT AND WITH ADJUNCT CULTURE DURING RIPENING

Dani zrenja Ripening time	Sir Cheese	Ispitivani pokazatelji Investigated attributes						Senzorna ocena Sensory evaluation	
		Spoljni izgled Exterior appearance	Boja Colour	Izgled preseka Interior appearance	Tekstura i konzistencija Texture and consistency	Ukus Taste	Miris Odour	X _{Sr}	% max kval. % max. quality
7	A	4,83	4,83	4,92	3,92	3,50	3,50	3,99	79,83
	B	5,00	4,92	4,42	4,50	4,17	4,33	4,43	88,67
	C	4,92	4,92	5,00	4,33	4,08	4,08	4,39	87,83
	D	5,00	4,92	4,75	4,42	4,58	4,42	4,63	92,50
21	A	5,00	5,00	5,00	3,67	2,92	3,00	3,70	74,00
	B	5,00	5,00	5,00	4,42	4,08	4,17	4,43	88,67
	C	5,00	5,00	5,00	3,92	4,00	4,17	4,30	86,00
	D	5,00	5,00	5,00	4,42	4,00	4,08	4,39	87,39
35	A	5,00	5,00	5,00	3,67	3,50	3,50	3,98	79,67
	B	5,00	5,00	4,83	4,17	4,00	3,75	4,29	85,83
	C	5,00	5,00	4,67	4,17	4,25	4,42	4,44	88,83
	D	5,00	5,00	5,00	4,50	4,42	4,58	4,63	92,50

LITERATURA

- Abd El Salam, M., H., Alichanidis, E., Zrefridis, G., K. (1993): Domiati and Feta type cheese. In P., F., Fox., (Ed.) Cheese: Chemistry, physics and microbiology, Vol. 2, (str. 301–337), London: Elsevier Applied Science.
- Ardo, Y. (1993). Characterizing ripening in low-fat, semi-hard roundeyed cheese made with undefined mesophilic DL-starter. *International Dairy Journal*, 33, 343–357.
- Awad, S., Hassan, A.N., Halaweish, F. (2005): Application of exopolysaccharide-producing cultures in reduced-fat Cheddar cheese: composition and proteolysis, *Journal of Dairy Science*, 88, 4195–4203.
- Broadbent, J.R., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Welker, D.L. (2001): Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality of low fat cheese, *International Dairy Journal*, 11(4-7), 433–439.
- Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D. (1997): Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, Prometej i Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Đerovski, J., Puđa, P. (2007): Sirevi sa smanjenim sadržajem masti, *Savremena poljoprivreda*, LVI (5), posebno izdanje, 86–103.
- Đerovski, J., Puđa, P., Radulović, Z., Obradović, D., Martinović, M (2007): Zrenje sireva od UF mleka sa probiotskim kulturama, *Prehrambena industrija*, 18, 1–2, 76–81.
- Drake, M.A., Swanson, B.G. (1995): Reduced- and low-fat cheese technology: A review, *Trends in Foods Science and Technology*, 6, 366–369.
- Fenelon, M.A., Beresford, T.P., Guinee, T.P. (2002): Comparison of different bacterial culture systems for the production reduced-fat Cheddar cheese, *International Journal of Dairy Technology*, 55(4), 194–203.
- Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P.L.H., Wallace, J. (1993): Biochemistry of cheese ripening., In: Fox, P., F., (Ed.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, Vol. 1, (str. 389–438), London: Elsevier Applied Science.
- Guinee, T.P., Puđa, P. D., Reville, W.J., Harrington, D., Mulholland, E.O., Cotter, M., Cogan, T.M. (1995): Composition, microstructure and maturation of semi-hard cheeses from high protein ultrafiltered milk retentates with different levels of denatured whey protein. *International Dairy Journal*, 5, 543–568.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P. (1994): Manufacture of low-fat Feta cheese. *Food Chemistry*, 49,53–60.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P., Kondyli, E. (2002b): Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. *International Dairy Journal*, 12 (9), 757–764.
- Kuchroo, C., N., Fox, P., F., (1982): Soluble nitrogen in Cheddar cheese. Comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37, 331–335.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P., Kondyli, E., Alichanidis, E. (2002a): Flavour enhancement of low fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture. *Food Chemistry*, 79, 193–198.
- Lo, C.G., Bastian, E.D. (1998): Incorporation of native and denatured whey proteins into cheese curd for manufacture of reduced fat Havarti-type cheese. *Journal of Dairy Science*, 81, 16–24.
- Michaelidou, A., Katsiari, M.C., Kondyli, E., Voutsinas, L.P., Alichanidis, E. (2003a): Effect of a commercial adjunct culture on proteolysis in low-fat Feta-type cheese. *International Dairy Journal*, 13(2-3), 179–189.
- Mistry, V.V. (2001): Low fat cheese technology. *International Dairy Journal*, 11, 413–422.
- Pravilnik o kvalitetu mleka i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture, SL. List 26/2002.
- Puđa, P., Đerovski, J. (2007): Sirevi sa smanjenim sadržajem masti. *Savremena poljoprivreda, specijalno izdanje*, 5, 86–103.
- Puđa, P., Đerovski, J., Radulović, Z., Obradović, D. (2008): Effects of probiotics cultures and salt reduction on the characteristics of UF white brined cheeses. *Book of abstracts. 5th IDF Symposium on cheese ripening*, Bern, Švajcarska.
- Radulović, Z. (2007): Izolacija i selekcija autohtonih bakterija mlečne kiseline i njihova primena u standardizaciji sireva u tipu sjeničkog, *Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu*.
- Ryhänen, E.-L., Pihlanto-Leppälä, A., Pakkala, E. (2001): A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal*, 11(4-7), 441–447.
- Stadhouders, J., (1960): The hydrolysis of protein during the ripening of Dutch cheese. The enzymes and the bacteria involved. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 14, 83–110.
- Tungjaroenchai, W., Drake, M.A., White, C. (2001): Influence of adjunct cultures on ripening of reduced fat Edam cheese. *Journal of Dairy Science*, 84 (10), 2117–2124.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF ADJUNCT CULTURES ON THE PROPERTIES OF LOW FAT BRINED CHEESE

Jelena B. Đerovski, Zorica T. Radulović, Dušanka D. Paunović, Predrag D. Puđa
University of Belgrade, Faculty of Agriculture

Reduced fat cheeses are usually characterized as having poor and unacceptable sensory properties. Elimination of the defects in these cheeses has proved technologically challenging. Approaches include manipulation of processing parameters, use of adjunct cultures and additives.

The influence of different adjunct cultures on the composition and sensory properties of low fat brined cheeses were investigated in this paper.

Low fat UF brined cheeses (~15% FDM) were produced using milk protein powder Promilk 852A (Ingredia, France), skim milk powder and cream, according to the defined production procedure. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* and *Lc. lactis* ssp. *Cre-moris*, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* strains were used as primary starter cultures. Exopolysaccharide – producing *Str. thermophilus* was used as adjunct starter culture for the production of cheese B, probiotic culture which contains *Lb. acidophilus* and *Bifidobacterium* sp. was used for the production of cheese C, while *Lb. casei* was used for the production of cheese D. Composition and pH value of cheeses did not differ significantly. Cheeses made with adjunct cultures showed much better characteristics than the control cheese, made only with primary starter culture. Better properties of cheeses produced with adjunct cultures included improved texture, flavour and odour.

It was concluded that application of adjunct cultures could be an adequate solution for getting acceptable and functional properties of low fat cheeses. Also, this could lead to better positioning of low fat cheeses on the dairy products market.

Key words: brined cheese • adjunct cultures • composition • proteolysis • sensory properties