

JELENA B. ĐEROVSKI
ZORICA T. RADULOVIĆ
DRAGOJLO B. OBRADOVIĆ
PREDRAG D. PUĐA

Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd

UDK 637.336:637.047

ZRENJE BELOG SIRA U SALAMURI PROIZVEDENOG SA AUTOHTONIM BMK RODA *Lactobacillus* I *Lactococcus*

U radu su ispitane promene u toku zrenja belog sira u salamuri proizvedenog sa starter kulturama koju čine vrste *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *lactis biovar diacetyllactis*, *Lactobacillus casei* izolovane i selekcionisane iz autohtonih belih sireva u salamuri.

U toku 90 dana zrenja belog sira u salamuri određivani su parametri hemijskog sastava (SM, V, VBMS, MM, NaCl, UP) i proteolitičkih promena (RN, KZ, PTA-N). Broj starter kultura je određivan na odgovarajućim selektivnim podlogama, a senzorna ocena je izvršena petobalnim bod sistemom.

Svi parametri hemijskog sastava oglednog sira (SM, V, VBMS, MM, NaCl, UP) kretali su se u granicama propisanim za bele sireve u salamuri. Sadržaj RN i PTA-N se konstantno povećavao tokom celokupnog perioda zrenja. Porast RN i PTA-N je najintenzivniji u početnom periodu zrenja (30 dana). Na početku zrenja KZ je iznosio 8,50%, 30-og dana zrenja 16,54%, a 90-og dana zrenja 18,98%.

Broj ćelija starterske kulture se održavao na visokom nivou tokom celokupnog perioda zrenja. U početnom periodu zrenja (10 dana) broj starterske kulture se kretao na nivou 10^8 - 10^7 cfu/g, a na kraju ispitivanog perioda zrenja (90 dana) u granicama od 10^7 - 10^6 cfu/g.

Senzorna ocena belog sira u salamuri ukazuje na veoma dobre karakteristike oglednog sira. Ogledni beli sir u salamuri je najbolje ocenjen u početnom periodu zrenja (10-og dana) sa 93,78%,

a 90-og dana zrenja sa 88,74% od max. kvaliteta.

Autohtoni sojevi BMK mogu se uspešno koristiti kao starter kulture za proizvodnju belog sira u salamuri. Primena ovih sojeva BMK omogućava dobijanje proizvoda visokog i standardnog kvaliteta, veoma dobrih senzornih karakteristika, bliskih karakteristikama autohtonim belim sirevima u salamuri.

Ključne reči: beli sir u salamuri • autohtone bakterije mlečne kiseline • proteoliza

UVOD

Beli sirevi u salamuri veoma su zastupljena grupa sireva na našem području. Značajan deo ove grupe sireva su autohtoni beli sirevi u salamuri koji se izrađuju tradicionalnim načinom izrade u seoskim domaćinstvima ili malim zanatskim pogonima za preradu mleka. U zavisnosti od regiona gde se sirevi proizvode, postoji veliki broj različitih tipova belih sireva u salamuri kao što su: sjenički, homoljski, zlatarski, svrljiški i dr. (Dozet, 1996).

Proces zrenja sireva obuhvata skup složenih fizičkih, mikrobioloških i hemijskih promena u toku kojih se formiraju senzorne karakteristike sireva. Najvažniji agensi koji učestvuju u toku zrenja sireva su koagulanti, nativni enzimi mleka, enzimi starterske i nestarterske mikroflore (Fox i sar. 1993). Zrenje belih sireva u salamuri je veoma specifično i odvija se u salamuri određene koncentracije soli. Proučavanjem procesa zrenja, odnosno proteolitičkih promena belih sireva u salamuri, u našoj zemlji bavili su se Živković (1964), Mišić (1969), Miočinović (1984), Mačej (1989), Barać i sar. (2006) i dr.

Autohtoni beli sirevi u salamuri proizvode se bez upotrebe starter kultura. Usled toga, najveću ulogu u toku zrenja ovih sireva imaju mikroorganizmi nestarterske mikroflore, koji najvećim delom potiču od mleka kao sirovine za proizvodnju sireva. Radulović i sar. (2006) navode da dominantnu mikrofloru sjeničkog sira čine vrste *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (35,85%), *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* (18,86%), *Lb. plantarum* (16,99%), *Lc. lactis* ssp. *lactis biovar diacetyllactis* (7,55%), *Leuconostoc* (3,77%), *Lb. curvatus* (1,89%), *Lb. brevis* (1,89%) i *Enterococcus* sp. (13,20%). Rast i aktivnost nestarterske mikroflore je potpuno nekontrolisan. Nedovoljna kontrola procesa zrenja, različiti postupci tradicionalnog načina izrade sireva i često loši higijenski uslovi, doprinose da autohtona proizvodnja belih sireva u salamuri u velikoj meri rezultira u dobijanju proizvoda neujednačenog i nestandardnog sastava i karakteristika.

Tehnologiju i parametre sastava autohtonih belih sireva u salamuri proučavali su Miočinović i sar. (1982), Dozet (1996), Puđa i sar. (1994) Mačej i sar. (2005), Jovanović i sar. (2005), Jovanović i sar. (2004a), Jovanović i sar. (2004b), Mačej i sar. (2006) i dr.

U industrijskoj proizvodnji belih sireva u salamuri najčešće se koriste mezofilne starter kulture (*Lc. lactis* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *cremoris*) Ipak, ove kulture doprinose da sirevi proizvedeni u industrijskim uslovima imaju manje izražene karakteristike ukusa i mirisa u odnosu na autohtone bele sireve u salamuri.

Cilj našeg rada je da se utvrdi mogućnost primene autohtonih sojeva bakterija mlečne kiseline roda *Lactococcus* i *Lactobacillus* izolovanih iz autohtonih

Adresa autora:

Jelena B. Đerovski, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11080 Zemun - Beograd, tel: +381
11 2615-315 / lok 117
e-mail: jelenadjerovski@agrifaculty.bg.ac.yu

sireva u proizvodnji belog sira u salamuri. Upotreba izolovanih sojeva BMK u industrijskoj proizvodnji belih sireva u salamuri bi omogućilo dobijanje proizvoda visokog i standardnog kvaliteta, sa izraženim senzornim karakteristikama sličnih veoma cenjenim karakteristikama autohtonih belih sireva u salamuri. (Radulović i sar. 2004)

MATERIJAL I METODI

Proizvodnja sireva

Beli sirevi u salamuri proizvedeni su od sirovog kravljeg mleka u tri ponavljanja. Mleko je termički tretirano pri 65°C/20 min., a zatim hlađeno do 33-34°C. Inokulacija je izvršena sa 1% inokuluma. Primenjeni inokulum su čimnile vrste *Lactotoccus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis biovar diacetylactis*, *Lactobacillus casei* (u odnosu 0,6: 1,3: 0,2) koje su izolovane i selekcionisane iz autohtonih belih sireva u salamuri. Kalcijum hlorid je dodat u količini 200 mg/l mleka, a posle 30 min. je dodato sirilo i koagulacija je izvršena pri 31-32°C u toku 45 min. Obrada grušta se sastojala iz sečenja gela (2-5 cm), mešanja i sušenja (3x5 min.). Nakon odlivanja surutke, sirna masa je prebačena u kalup, gde je izvršeno samopresovanje i presovanje (max. 3kg/kg sirne mase u toku 2,5-3h). Nakon završenog presovanja, sirna gruda je sečena na kriške (10x10x7cm) koje su suvo soljene sa 2,4%NaCl. Zrenje se obavljalo u salamuri koncentracije 8% NaCl.

Uzorkovanje i analiza sira

Uzorkovanje i analiziranje sireva su izvršeni u sledećim vremenskim intervalima tokom perioda zrenja: 1-og, 10-og, 30-og, 60-og i 90-og dana.

Analize osnovnih parametara sastava belih sireva u salamuri su obuhvatile: određivanje suve materije (SM) metodom sušenja (Carić i sar. 1997), određivanje mlečne masti (MM) metodom po Van Guliku (Carić i sar. 1997), određivanje sadržaja soli (NaCl) metodom po Mohr - u (Pejić, Đorđević, 1963), određivanje ukupnih azotnih materija (UN), odnosno proteina (UP = UN x 6,38), metodom po Kjeldahl - u (Carić i sar. 1997). Za praćenje proteolitičkih promena tokom zrenja belih sireva u salamuri određivane su u vodi rastvorljive azotne materije (RN) metodom po Kuchroo i Fox - u (1982) i azotne materije rastvorljive u 5%PTA (PTA-N) metodom po Stadhouders-u (1960).

Broj starter bakterija je određivan metodom razređenja. Laktobacili su određivani u fakultativno anaerobnim uslovima u gas-pak sistemu (BBL, Nemačka) na MRS agaru u toku 48h na temperaturi 30°C. Broj laktokoka je određivan na M17 agaru pod aerobnim uslovima inkubacije na istoj temperaturi (30°C) i u istom vremenskom intervalu (48h).

Senzorna ocena belog sira u salamuri vršena je metodom bodovanja peptobalnim bod sistemom u toku 90 dana zrenja (10-og, 30-og, 60-og i 90-og dana).

Vrednosti dobijenih ispitivanih parametara u toku 90 dana zrenja statistički su analizirani analizom varijanse (Microsoft Excel-5.0) i prikazani preko srednje vrednosti (Xsr), standardne devijacije (Sd) i koeficijenta varijacije (Cv).

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav sireva

Podaci hemijskog sastava belog sira u salamuri tokom perioda zrenja od 90 dana su prikazani u tabeli 1.

Suva materija belog sira u salamuri se kretala u granicama 45,62- 46,28%. U toku prvih 30 dana zrenja SM pokazuje trend povećanja, nakon čega blago opada. Prema sadržaju VuBMS sira koji se kretao u granicama 75,00- 74,96% beli sir u salamuri se svrstava u grupu mekih sireva. Dozet i sar. (2006) ukazuju da sadržaj vode sireva u salamuri treba da se kreće u granicama 45-56%, a VuBMS u intervalu 60-70%. Visok sadržaj mlečne masti mleka korišćenog za proizvodnju ogleđnog sira je rezultirao u nešto većem sadržaju VuBMS u odnosu na naveden interval.

Sadržaj MM belog sira u salamuri se kretao u intervalu 27,50-28,33%. Promene sadržaja MM belog sira u salamuri su u saglasnosti sa promenama SM sira tokom ispitivanog perioda zrenja. Prema sadržaju MuSM (60,28-61,23%) ispitivani beli sir u salamuri se svrstava u grupu ekstramasnih sireva, mada vrednost MuSM je veoma bliska graničnoj vrednosti za punomasne sireve

Tabela 1. OSNOVNI PARAMETRI HEMIJSKOG SASTAVA TOKOM ZRENJA BELOG SIRA U SALAMURI
Table 1. CHEMICAL COMPOSITION OF WHITE BRINED CHEESE DURING RIPENING

Dani zrenja/ Ripening time	Izračunati pokazatelji/ Investigated parameters	SM/DM (%)	V/M (%)	VuBMS/MFFB (%)	MM/MF (%)	MuSM/FDM (%)	NaCl (%)	UP/TP (%)
1	Xsr (n=3)	45.62	54.38	75,00	27.50	60.28	1,73	14.95
	Sd	2.12	2.12	1,59	1.32	0.5158	0,19	0.91
	Cv	4.65	3.90	2,12	4.81	0.86	10,67	6.11
10	Xsr (n=3)	46.79	53.21	74,08	28.17	60.20	2,07	15.33
	Sd	1.71	1.71	1,55	1.04	1.12	0,15	0.69
	Cv	3.66	3.22	2,09	3.70	1.86	7,31	4.51
30	Xsr (n=3)	47.06	52.94	74,22	28.67	60.92	2,15	15.38
	Sd	1.03	1.03	0,62	1.04	1.12	0,10	0.45
	Cv	2.19	1.95	0,83	3.63	1.84	4,44	2.93
60	Xsr (n=3)	46.67	53.33	74,76	28.67	61.42	2,07	15.12
	Sd	1.34	1.34	1,08	0.76	0.14	0,10	0.40
	Cv	2.87	2.51	1,45	2.66	0.23	5,04	2.65
90	Xsr (n=3)	46.28	53.72	74,96	28.33	61.23	1,98	14.89
	Sd	1.43	1.43	1,45	0.58	0.84	0,12	0.50
	Cv	3.10	2.67	1,93	2.04	1.37	6,18	3.35

- 60%MuSM (Pravilnik SI. List 26/2002). Visok sadržaj MuSM oglednog sira je takođe posledica visokog sadržaja mlečne masti mleka korišćenog za proizvodnju sireva (oko 4%).

Sadržaj soli oglednog belog sira u salamuri je iznosio 1,73-1,98%. Veće apsolutne koncentracije soli (>3,5%) bi svakako uticale na rast i aktivnost mikroorganizama, pa s tim u vezi i na promene razgradnje proteina tokom zrenja sireva. (Mačej, 1989)

Prikazani rezultati hemijskog sastava oglednog belog sira u salamuri su u saglasnosti sa literaturnim podacima. Ipak, važno je istaći da prema literaturnim podacima parametri hemijskog sastava belih sireva u salamuri, pre svega autohtonih belih sireva, pokazuju širok interval variranja (Miočinović i sar. 1982, Dozet, 1996, Mačej i sar. 2005, Jovanović i sar. 2005, Jovanović i sar. 2004a,b, Mačej i sar. 2006, Hayaloglu i sar. 2002) Velika variranja i neujednačen hemijski sastav belih sireva u salamuri su rezultat raznolikosti i specifičnosti postupaka izrade i procesa zrenja ovih sireva.

Promene azotnih materija tokom zrenja belih sireva u salamuri

U tabeli 2 su prikazani podaci o sadržaju UN, RN i PTA-N tokom zrenja belog sira u salamuri. U istoj tabeli 2 prikazan je i sadržaj RN i PTA-N izraženih

kao udeo u ukupnim azotnim materijama (UN).

Sadržaj UN oglednog belog sira u salamuri kretao se u granicama 2,3438-2,3333%. Sadržaj UN, odnosno proteina, u saglasnosti je sa literaturnim podacima o sadržaju proteina sjeničkog sira (Jovanović i sar. 2004a), homoljskog sira (Jovanović i sar. 2004b), zlatarskog sira (Jovanović i sar. 2005), svrljiškog sira (Mačej i sar. 2005) i dr.

U početnom periodu zrenja sadržaj UN se povećavao, dok se u završnim fazama ispitivanog perioda zrenja sadržaj UN smanjuje. Većina autora navodi da je promena sadržaja UN usko povezana sa promenama SM tokom zrenja belog sira u salamuri (Živković, 1964, Mišić, 1969, Azarnia i sar. 1997, Goncu, Alp-kent, 2005). Ipak, stvarni sadržaj UN u toku zrenja belog sira u salamuri smanjuje se usled prelaska dela azotnih materija iz sira u salamuru. Živković (1962) je pokazao da se sadržaj UN/SM u toku zrenja belih sireva u salamuri smanjuje, što ukazuje da se količina UN u salamuri konstantno povećava. Prema Michae-lidou i sar. (2005), smanjenje sadržaja UN u siru i povećanje istog u salamuri je najveće u toku prvih 60 dana zrenja feta sira.

Dinamika formiranja u vodi rastvorljivih azotnih materija u siru (RN) veoma je važna sa aspekta sagledavanja obi-

ma proteolitičkih promena tokom zrenja sireva. Takođe, sadržaj RN izražen kao udeo u UN se označava kao koeficijent zrelosti (KZ) i predstavlja značajnog pokazatelja zrenja.

Iz tabele 2 se uočava da na početku zrenja ogledni sir sadrži izvesnu količinu u vodi rastvorljivih azotnih materija (0,1992%) što ukazuje da promene na proteinima počinju još u toku proizvodnog procesa. Pored toga, smatra se da izvesna količina RN u siru nakon rezanja potiče od albumina, koji su zajedno sa surutkom inkorporirani u sir, kao i prisustva male količine neproteinskog azota rastvorenog u vodenoj fazi sira (Živković, 1964).

U toku celokupnog perioda zrenja sadržaj RN i KZ oglednog sira se konstantno povećavao. Porast RN i RN/UN najintenzivniji u toku prvih 30 dana zrenja (grafikon 1).

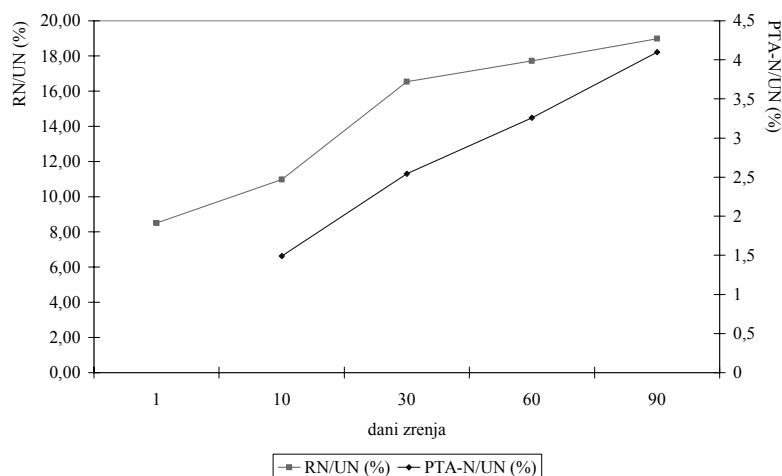
Koeficijent zrelosti na početku zrenja belog sira u salamuri iznosio je 8,50%. U toku prvih mesec dana zrenja KZ se povećao za 94,59% i 30-og dana je dostigao 16,54%. Daljim odmicanjem zrenja, nastajanje RN je znatno usporeno. U periodu između 30-og i 90-og dana zrenja KZ se povećao za svega 14,75% i na kraju ispitivanog perioda zrenja KZ oglednog sira je iznosio 18,98%.

Tok proteolitičkih promena tokom zrenja belih sireva u salamuri u velikoj

Tabela 2. SADRŽAJ UN, RN, RN/UN, PTA-N i PTA-N/UN BELOG SIRA U SALAMURI

Table 2. THE CONTENT OF TN, WSN, WSN/TN, PTA-N AND PTA-N/TN OF WHITE BRINED CHEESE DURING RIPENING

Dani zrenja/ Ripening time	Izračunati pokazatelji/ Investigated parameters	UN/TN (%)	RN/WSN (%)	RN/UN WSN/TN (KZ/RI) (%)	PTA-N (%)	PTA/UN PTA-N/TN (%)
1	Xsr (n=3)	2.3438	0.1992	8.50	-	-
	Sd	0.1432	0.0129	1.06	-	-
	Cv	6.11	6.47	12.43	-	-
10	Xsr (n=3)	2.4028	0.2637	10.97	0.0358	1.49
	Sd	0.1085	0.0129	1.02	0.0038	0.22
	Cv	4.51	4.90	9.26	10.67	14.70
30	Xsr (n=3)	2.4112	0.3988	16.54	0.0613	2.54
	Sd	0.0707	0.0303	1.69	0.0030	0.20
	Cv	2.93	7.59	10.23	4.94	7.82
60	Xsr (n=3)	2.3694	0.4199	17.72	0.0772	3.26
	Sd	0.0628	0.0268	1.58	0.0105	0.53
	Cv	2.65	6.38	8.94	13.62	16.13
90	Xsr (n=3)	2.3333	0.4428	18.98	0.0958	4.10
	Sd	0.0781	0.0355	2.09	0.0069	0.43
	Cv	3.35	8.02	11.00	7.16	10.51



Grafik 1. DINAMIKA RN/UN i PTA-N/UN BELOG SIRA U SALAMURI TOKOM ZRENJA
Figure 1. DYNAMICS OF WSN/TN and PTA-N/TN CONTENT OF WHITE BRINED CHEESE

meri zavisi od dodatih startera, odnosno njihove metaboličke aktivnosti (Hayaloglu i sar. 2004). Intenzivno nastajanje RN, kao i povećanje KZ u početnom periodu zrenja belog sira u salamuri velikim delom je posledica maksimalne aktivno-

sti dodatih BMK (Živković, 1964). Dodati sojevi BMK su jaki proteoliti koji rezultiraju u veoma izraženoj proteolitičkoj aktivnosti, već tokom prvih mesec dana zrenja belog sira u salamuri.

Vrednost KZ tokom zrenja ogleđnog belog sira u salamuri je u saglasnosti sa podacima drugih autora. (tabela 3). Iz tabele 3 se uočava da KZ pojedinih belih sireva u salamuri pokazuje širok interval variranja, što je posledica različitog sastava sireva, parametara proizvodnog procesa i procesa zrenja ovih sireva. Abd-El Salam i sar. (1993) navode da se KZ belih sireva u salamuri najčešće kreće u intervalu 12-20% i maskimalno dostiže vrednost 25%.

Za praćenje sekundarne razgradnje proteina posebno su značajni peptidi male molekulske mase i aminokiseline (<600Da) u siru koji su rastvorljivi u 5%PTA (Fox i sar. 1993). Većina ovih jedinjenja nastaje aktivnošću enzima starterske i nestarterske mikroflora. Podaci o sadržaju PTA-N i PTA-N izraženog kao udeo u ukupnim azotnim materijama ogleđnog belog sira u salamuri prikazani su u tabeli 2.

U toku celokupnog perioda zrenja sadržaj PTA-N i PTA-N/UN se konstantno povećavao. Povećanje sadržaja PTA-N je najintenzivnije u toku prvih 30 dana zrenja, što ukazuje da već u tom periodu dolazi do značajnog formiranja

Tabela 3. KOEFICIJENT ZRELOSTI BELIH SIREVA U SALAMURI RAZLIČITIH AUTORA
Table 3. THE RIPENING INDEX OF WHITE BRINED CHEESES BY DIFFERENT AUTHORS

Beli sir u salamuri/ White brined cheese	Stepen zrelosti/ The rate of ripening (dan/days)	Koeficijent zrelosti/ Ripening index (%)	Autori/Authors
Beli sir u salamuri	30	12.63	Mačej (1989)
	30	9.46	Živković (1964)
	90	14.61	
		20.72	Mišić (1969)
	30	9.81	Miočinović (1984)
Turski beli sir u salamuri „Beyaz Peynir“	Mlad sir	3.00	Hayaloglu i sar. (2002)
	Zreo sir	19.21	
	Mlad sir	7.74	
	Zreo sir	13.52	
	Mlad sir	11.55	
	Zreo sir	22.66	
Turski beli sir u salamuri	30	19.91	Goncu i AlpKent (2005)
	90	27.26	
Iranski beli sir u salamuri	15	15.8	Azarnia i sar. (1997)
	45	~21.4	
Autohtoni beli sir u salamuri- Sjenički sir	–	21.42 (12.05-40.93)	Mačej i sar. (2004b)
Autohtoni beli sir u salamuri - Homoljski sir	–	17.70 (9.63-28.24)	Jovanović i sar. (2004b)
Autohtoni beli sir u salamuri - Svrlijski sir	–	3.67	Mačej i sar. (2005)

sekundarnih produkata razgradnje. S obzirom da su ovi produkti razgradnje u velikoj meri odgovorni za formiranje ukusa i mirisa sireva, smatra se da sir već nakon tog perioda ima zadovoljavajuću zrelost. Mačej (1989) navodi da beli sir u salamuri već nakon 20 dana zrenja dotiže punu zrelost.

Literaturni podaci o sadržaju PTA-N belih sireva u salamuri su veoma oskudni. Sadržaj PTA-N turskog belog sira u salamuri se kreće u intervalu 0,106- 0,150% kod mladih sireva i 0,116- 0,220% kod zrelih sireva (Hayaloglu i sar. 2002.). Mallatou i sar. (2004.) pokazuju da teleme sir proizveden od ovčijeg, kozijeg ili mešanog ovčijeg i kozijeg mleka ne razlikuju se značajno u sadržaju PTA-N/UN. 180-og dana zrenja sadržaj PTA-N/UN ovih sireva se kretao u granicama 2,23 -2,30%. Abd El Salam i sar. (1993) navode da se sadržaj PTA-N/UN belih sireva u salamuri najčešće kreće u intervalu 3-5%, što ukazuje da su rezultati našeg eksperimenta u saglasnosti sa literaturnim podacima.

Broj starter bakterija

Broj starter bakterija u toku zrenja oglednog belog sira u salamuri prikazan je u tabeli 4.

Tokom celokupnog perioda zrenja broj ćelija starterske kulture se održavao na visokom nivou. Broj laktokoka se kretao reda veličine 10^8 cfu/g, a maksimalan broj bakterija je evidentiran 10 dana zrenja, nakon čega se uočava veoma blagi trend opadanja. Na kraju ispitivanog perioda zrenja broj laktokoka je i dalje bio na visokom nivou i iznosio $4,20 \times 10^7$ cfu/g. (Tzanetakis i sar. 1995.)

Broj laktobacila se takođe održavao na visokom nivou, (10^7 - 10^6 cfu/g), što je na nešto nižem nivou u odnosu na broj laktokoka. Ovi rezultati su očekivani s obzirom da je njihov udeo u starteru bio znatno niži od udela laktokoka.

Ovako visok broj starter ćelija tokom celokupnog perioda zrenja determiniše procese fermentacije laktoze, razgradnje proteina i formiranje arome, što rezultira određenim senzornim karakteristikama sira. Visok broj starter kulture i njihova izražena proteolitička aktivnost tokom celokupnog perioda zrenja rezultira veoma intenzivnim proteolitičkim promenama. Izneti rezultati o relativno visokom sadržaju RN, KZ i PTA-N i njihovom intenzivnom povećanju u toku prvih 30 dana zrenja potvrđuju rezultate o broju ćelija starterske mikroflora. (Karakus, Alperden, 1995).

Senzorna ocena

U tabeli 5. su prikazani rezultati senzorne ocene oglednog belog sira u salamuri.

Iz tabele 5 se uočava da je ogledni beli sir u salamuri u svim ispitivanim periodima zrenja ocenjen kao odličan, sa veoma visokim ocenama svih parametara senzornih karakteristika. Prosečne ocene 10-og, 30-og, 60-og i 90-og dana zrenja su izosile 4,69, 4,61, 4,57, odnosno 4,44. U istim danima zrenja procenat maksimalnog kvaliteta je iznosio 93,78%, 92,13%, 91,45% odnosno 88,74%. Iz rezultata se uočava da je ogledni beli sir u salamuri najbolje ocenjen 10 - og dana. Dobre senzorne karakteristike belog sira u salamuri su posledica biohemijskih procesa koji se najintenzivnije odvijaju u početnom periodu zrenja i doprinose

formiranju željenih senzornih karakteristika, a što je velikim delom posledica metaboličke aktivnosti visokog broja prisutnih ćelija starter kultura.

U kasnijoj fazi zrenja uočava se smanjen kvalitet oglednog belog sira u pogledu senzornih karakteristika, pre svega ukusa i u manjoj meri mirisa (tabela 5). Ipak, razlike u ocenama senzornih karakteristika u pojedinim tačkama zrenja nisu posebno izražene.

Tabela 4. BROJ ĆELIJA STARTER BAKTERIJA TOKOM ZRENJA BELOG SIRA U SALAMURI
Table 4. THE NUMBER OF STARTER BACTERIA CELLS DURING RIPENING OF WHITE BRINED CHEESE

Dani zrenja/ Ripening time	1	10	30	60	90
Broj laktokoka/ The number of Lactococcus spp.					
Xsr	1.23×10^8	1.63×10^8	5.77×10^7	4.37×10^7	4.20×10^7
Sd	$0,15 \times 10^8$	$0,21 \times 10^8$	$0,35 \times 10^7$	$0,67 \times 10^7$	$0,75 \times 10^7$
C _v	12,39	12,74	6,09	15,25	17,98
Dani zrenja/ Ripening time	1	10	30	60	90
Broj laktobacila/ The number of Lactobacillus spp.					
Xsr	2.80×10^7	2.03×10^7	1.25×10^7	9.03×10^6	8.27×10^6
Sd	$0,44 \times 10^7$	$0,25 \times 10^7$	$4,74 \times 10^6$	$0,31 \times 10^6$	$0,40 \times 10^6$
C _v	15,57	12,38	37,81	3,38	4,89

Tabela 5. SENZORNA OCENA BELOG SIRA U SALAMURI
Table 5. THE SENSORY EVALUATION OF WHITE BRINED CHEESE DURING RIPENING

Dani zrenja/ Ripening time	Izračunati pokazatelj/ Calculated parameters	Ispitivani pokazatelji/ Investigated parameters						Senzorna ocena/ Sensory evaluation	
		Opšti izgled/ Appearance	Presek/ Texture	Boja/ Colour	Miris/ Odour	Ukus/ Taste	Konzistencija/ Consistency	X _{sr}	% max kval. / % max. quality
10	X (n=3)	5.00	4.56	4.94	4.67	4.61	4.78	4.69	93.78
	Sd	0.0000	0.0981	0.0981	0.4384	0.1905	0.2542		
	Cv (%)	0.00	2.15	1.98	9.39	4.13	5.32		
	% max	100.00	91.11	98.89	93.33	92.22	95.55		
30	X (n=5)	4.90	4.73	4.80	4.50	4.43	4.70	4.61	92.13
	Sd	0.1481	0.1470	0.2739	0.2041	0.1520	0.2167		
	Cv (%)	3.03	3.11	5.70	4.54	3.43	4.61		
	% max	98.00	94.64	96.00	89.96	88.64	94.00		
60	X (n=5)	4.80	4.60	4.77	4.40	4.50	4.57	4.57	91.45
	Sd	0.2167	0.1481	0.2525	0.2764	0.2041	0.0931		
	Cv (%)	4.51	3.22	5.30	6.28	4.54	2.04		
	% max	96.00	92.00	95.32	88.00	89.96	91.36		
90	X (n=5)	4.61	4.83	4.94	4.28	4.11	4.56	4.44	88.74
	Sd	0.0981	0.0000	0.0980	0.2542	0.2553	0.0981		
	Cv (%)	2.13	0.00	1.98	5.94	6.21	2.15		
	% max	92.27	96.60	98.87	85.53	82.20	91.13		

ZAKLJUČAK

Beli sir u salamuri proizveden sa izolovanim i selekcionisanim autohtonim sojevima *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *lactis biovar diacetyllactis*, *Lactobacillus casei* se prema svima parametrima sastava uklapa u grupu belih sireva u salamuri.

Proteolitičke promene u toku zrenja belog sira u salamuri bile su veoma intenzivne. Sadržaj RN i PTA-N se konstantno povećavao tokom ispitivnog perioda zrenja sa najintenzivnijim porastom u toku prvih mesec dana zrenja. 30-og dana zrenja KZ belog sira u salamuri je iznosio 16,54%. Nakon toga formiranje RN se usporava i 90-og dana zrenja KZ je imao vrednost 18,98%. Na kraju ispitivanog perioda zrenja sadržaj PTA-N izražen kao udeo u UN imao je vrednost 4,10% što ukazuje na značajan obim sekundarne razgradnje proteina i peptida.

Ogledni beli sir u salamuri je u svim ispitivanim tačkama zrenja imao veoma dobre senzorne karakteristike i ocenjen je kao odličan. U početnom periodu zrenja (10 i 30 dana) ocene belog sira su bile nešto veće u odnosu na kasniju fazu zrenja. Ogledni beli sir u salamuri je najbolje ocenjen 10-og dana sa prosečnom

ocenom 4,69, odnosno 93,78% od max. kvaliteta i 30-og dana sa ocenom 4,61 tj. 92,13% od max kvaliteta.

Svi izneti rezultati i posebno veoma dobre senzorne karakteristike oglednog sira ukazuju na zaključak da se autohtoni sojevi BMK mogu uspešno koristiti u proizvodnji belog sira u salamuri.

LITERATURA

1. Abd El Salam, M. H., Alichanidis, E., Zrefridis, G. K. (1993): Domiat and Feta type cheese, In P., F., Fox., (Ed.) Cheese: Chemistry, physics and microbiology, Vol. 2, (str. 301 - 337), London: Elsevier Applied Science.
2. Azarnia, S., Ehsani, M. R., Mirhadi, S. A. (1997): Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd curing the ripening of Iranian brine cheese, International Dairy Journal, 7, 473 - 478.
3. Barać, M., Jovanović, S., Mačej, O., (2006): Proteolitičke promene tokom zrenja autohtonih belih sireva u salamuri, Monografija „Autohtoni beli sirevi u salamuri“, Ur. Dozet, N., Mačej, O., Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 65 - 86.
4. Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D. (1997): Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, Prometj i Tehnološki fakultet, Novi Sad.
5. Dozet, N., Adžić, N., Stanišić, M., Živić, N. (1996): Autohtoni mlječni proizvodi, Poljoprivredni fakultet, Podgorica, Silmir, Beograd.
6. Dozet, N., Jovanović, S., Mačej, O. (2006): Sirevi u salamuri - mesto i značaj u sirarstvu, Monografija „Autohtoni beli sirevi u salamuri“, Ur. Dozet, N., Mačej, O., Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 3 - 33.
7. 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.
8. Goncu, A., Alpkent, Z. (2005): Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a starter, International Dairy Journal, 15, 771 - 776.
9. Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F. (2002): Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese „Beyaz Peynir“, International Dairy Journal, 12, str. 635 - 648.
10. Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F., Hannon, J. A., McSweeney, P. L. H. (2004): Proteolysis in Turkish White - brined cheese made with defined strains of *Lactococcus*, International Dairy Journal, 14, 599 - 610.
11. Jovanović S., Mačej, O., Barać, M. (2004): Karakteristike autohtone proizvodnje homoljskog belog sira u salamuri, Biotehnologija u stočarstvu, Vol. 20 (5-6), 157- 163.
12. Jovanović, S., Mačej, O., Barać, M. (2004): Karakteristike autohtone proizvodnje sjeničkog sira na području Sjeničko - peštarske visoravni, Biotehnologija u stočarstvu, Vol. 20 (1-2), 131- 139.
13. Jovanović, S., Mačej, O., Vučić, T., Seratlić, S. (2005): Karakteristike autohtone proizvodnje zlatarskog sira, Zbornik radova Simpozijuma „Mleko i proizvodi od mleka“, Ur. Mačej, O., Jovanović, S., Tara, 84 - 86.

14. Karakus, M., Alperden, I. (1995): Effect of starter composed of various species of lactic bacteria on quality and ripening of turkish white pickled cheese, LWT, 28, 404- 409.
15. Kuchroo, C. N., Fox, P. F. (1982): Soluble nitrogen in Cheddar cheese. Comparasion of extraction procedures. Milchwissenschaft, 37, 331 - 335.
16. Mačej, O. (1989): Proučavanje mogućnosti izrade mekih sireva na bazi koagregata belančevina mleka, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
17. Mačej, O., Dozet, N., Jovanović, S. (2006): Karakteristike autohtone proizvodnje sjeničkog, homoljskog, zlatarskog i svrljiškog belog sira, Monografija „Autohtoni beli sirevi u salamuri“, Ur. Dozet, N., Mačej, O., Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 33-63.
18. Mačej, O., Jovanović, S., Barać, M., Seratić, S., Vučić, T. (2005): Chemical and sensory characteristics of Svrlijg white cheese, 8th International Symposium Modern Trends in Livestock Production, Biotechnology in Animal Husbandry, Beograd- Zemun, Vol. 1, 21 (5 - 6), 369 - 373.
19. Mallatou, H., Pappa, E. C., Boumba, V. A. (2004): Proteolysis in Teleme cheese made from ewe's, goats' or mixture of ewe's and goats' milk, International Dairy Journal, 14, 977 - 987.
20. Michaelidou, A. M., Alichanidis, E., Polychroniadou, A., Zerfidis, G. (2005): Migration of a water-soluble nitrogenous compounds of Feta cheese from the cheese blocks into the brine, International Dairy Journal, 15, 663 - 668.
21. Miočinović, D., Ostojić, M., Otenhajmer, I., Ciljević, F. (1982): Prilog proučavanju proizvodnje sjeničkog sira, XX seminar za mlekarsku industriju, Mlekarsstvo, 32 (6), 139 - 143.
22. Miočinović, D. (1984): Uticaj povećanja suve materije mleka dodatkom obranog mleka u prahu na kvalitet i randman belog sira, Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
23. Mišić, D. (1969): Uticaj dodavanja NaCl mleku pre podsirivanja na osobine belog mekog sira, Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
24. Pejić, O., Djordjević, J. (1963): Mlekarski praktikum, Naučna knjiga, Beograd.
25. Pravilnik o kvalitetu mleka i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture, SL. List 26/2002.
26. Puđa, P., Bjelanović, M., Mačej, O., Mikuljanac, A. (1994): Proučavanje tehnologije autohtonog zlatarskog sira, Zbornik X jubilarnog savetovanja - Aditivi u tehnologiji mleka, Novi Sad, 34 - 35.
27. Radulović, Z., Radin, D., Obradović, D. (2006): Autohtona mikroflora sjeničkog sira, Prehrambena industrija, 17 (1 - 2), 48 - 52.
28. Radulović, Z., Radin, D., Obradović, D., Barać, M., Martinović, A. (2004): Primena autohtonih bakterija mlečne kiseline roda *Lactococcus* u proizvodnji belog sira u salamuri, Zbornik radova Simpozijuma Mleko i proizvodi od mleka, stanje i perspektive, 249.
29. 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.
30. Tzanetakis, N., Vafopoulou - Mastrojiannaki, A., Litopoulou - Tzanetaki, E. (1995): The quality of white brined cheese from goat's milk with different starters, Food Microbiology, 12, 55 - 63.
31. Živković, Ž. (1964): Dinamika azotnih materija u toku zrenja belog mekog sira, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.

SUMMARY

THE RIPENING OF WHITE BRINED CHEESE MADE WITH AUTOCHTHONOUS LAB GENUS *LACTOBACILLUS* AND *LACTOCOCCUS*

Jelena B. Đerovski, Zorica T. Radulović, Dragojlo B. Obradović, Predrag D. Puđa

Faculty of Agriculture, University of Belgrade

The changes of chemical composition parameters and starter cells number during white brined cheese ripening have been researched. The white brined cheese has been made with *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *lactis biovar diacetylactis*, *Lactobacillus casei*, isolated and selected from autochthonous white brined cheeses, as starter cultures.

The chemical composition parameters (total solids, water, milk fat, proteins, salt) and proteolysis parameters (WSN, WSN/TN and PTA/N) were analysed during 90 days of cheese ripening. The growth of starter culture was determined on the particular selective medium. Also, sensory evaluation of cheese characteristics was done/obtained.

Values of chemical composition parameters ranged in the appropriate interval of white brined cheese group. The content of WSN and PTA-N was constantly increasing during entire cheese ripening period. The growth of WSN and PTA-N content was highest during first weeks of ripening period (30 days). The cheese ripening index was 8,50%, 16,54% and 18,98% at the start, after 30 days and 90 days, respectively.

The number of starter culture cells was maintained on high level during the entire cheese ripening period. Within the first few days (10 days) their growth was relatively rapid to high numbers (10^8 - 10^7 cfu/g). At the end of cheese ripening period the number of starter culture cells was too high ranging from 10^7 - 10^8 cfu/g.

The sensory evaluation has shown that examined white brined cheese possessed very good characteristics during the ripening period which has been researched. The cheese was evaluated with 93,78% and 88,74% of max. quality after 10 and 90 days, respectively. Results of this paper show that isolated and selected autochthonous LAB can be successfully applied as starter culture in white brined cheese production. The using of autochthonous LAB provides obtaining of white brined cheese with specific sensory characteristics, as well as high and standard product quality.

Key words: White brined cheese • autochthonous lactic acid bacteria • proteolysis