

Značaj tradicijskih sireva s posebnim osvrtom na Lećevački sir

Siniša Matutinović, Ante Rako, Samir Kalit, Jasmina Havranek

Pregledni rad - Review

UDK: 637.35'63

Sažetak

U radu su opisani tradicijski hrvatski sirevi, a prikazan je i njihov značaj s obzirom na globalizaciju i industrijalizaciju u proizvodnji hrane. Najvažnija odlika tradicijskih sireva je njihova originalnost tehnologije i izvornost sirovine ugrađene u te proizvode. Kako se radi o proizvodima potencijalno vrlo velike profitabilnosti (visoke cijene), važno je na tim proizvodima provesti jednu od mogućih zaštita na europskoj razini. U tom smislu, upravo tvrdi sirevi jadranskog i dinarskog područja čine značajan potencijal s obzirom da se za njihovu proizvodnju koristi visokovrijedna sirovina - ovčje mlijeko proizvedeno od ekstenzivno uzgajanih ovaca na prirodnim pašnjacima karakterističnog botaničkog sastava u kojem dominira aromatsko mediteransko bilje. Ovo mlijeko karakterizira vrlo visok udio pojedinih kemijskih sastojaka, osobito masti i proteina, zbog čega predstavlja najbolju sirovinu upravo u proizvodnji tvrdih sireva. U radu je načinjen pregled kemijskog sastava ovčjeg mlijeka najvažnijih hrvatskih pasmina ovaca čije se mlijeko koristi u proizvodnji tvrdih sireva. U radu je dan pregled osnovnih tehnoloških parametara u proizvodnji tvrdih tradicijskih sireva s obzirom na vrstu, tipizaciju i toplinsku obradu mlijeka, sirenje, rezanje i obradu sirnog zrna, izgled, soljenje i zrenje sira. Prikazani su parametri karakterizacije sireva s obzirom na kemijsko-fizikalni sastav, biokemijske promjene i populaciju mikroorganizama koja dominira u tehnološkom postupku proizvodnje i zrenja sira, a koja određuje okus i miris zrelog sira. Također su opisane glavne značajke i tehnologija proizvodnje Lećevačkog sira, kao najvažnijeg tradicijskog sira sa šireg područja Splita, koji se oduvijek proizvodio na obiteljskim gospodarstvima i u industrijskim uvjetima, a opisane su i njegove senzorske značajke.

Ključne riječi: hrvatski tradicijski tvrdi sir, ovčje mlijeko, kvaliteta i originalnost, karakterizacija, tehnološki parametri

Uvod

Oko trećine proizvedenog mlijeka u svijetu se prerađuje u sir (Farkye, 2004.). Sir predstavlja jedan od najstarijih oblika «konzerviranja» mlijeka (Tratnik, 1998.), odnosno u prehrambenom smislu predstavlja «koncentrat» većine sastojaka mlijeka (Schöne i sur., 2003.).

Tradicijski sirevi nastali su samoniklo na nekom području kao rezultat interakcije čovjeka i okoliša. Posljednjih godina povećan je interes za specifičnim sirevima koji uključuju sireve proizvedene od ovčjeg i kozjeg mlijeka, kao i sireve proizvedene u uvjetima ekološke proizvodnje (Johnson i Lucey, 2006.). Hrvatska je riznica bogata tradicijskim sirevima čiji je nastanak vezan za običaje, navike, potrošnju, klimu, reljef i prenošenje znanja i iskustva iz proizvodnje sireva s generacije na generaciju. U uvjetima globalizacije i industrijalizacije proizvodnje hrane, tradicijski sirevi postaju vrlo značajan segment prehrane suvremenog čovjeka koji se u svojoj prehrani brine o prirodi i podrijetlu proizvoda. Osim što se čuva tradicija, ovaj vid proizvodnje povećava dohodovnost po gospodarstvu što je značajno za poljoprivrednu proizvodnju na područjima ograničenih resursa, kao što su jadranski otoci, priobalje i dalmatinsko zaleđe. Proizvodnjom tradicijskih sireva europskom, turističkom i domaćem tržištu ponuđeni su originalni proizvodi po čemu se lako može prepoznati neki prostor, kultura i klimatske karakteristike koje izravno utječu na proizvodnju hrane. Kako bi tradicijske sireve prepoznali i priznali potrošači na otvorenom tržištu EU, odnosno kako bi se hrvatsko tradicijsko sirarstvo uspješno integriralo u europske tijekove na ovom području mljekarstva, nužna je zaštita izvornosti, zemljopisnog podrijetla i garantiranog tradicijskog ugleda (Kalit, 2006.).

Posebno mjesto među našim tradicijskim sirevima zauzimaju sirevi s jadranskog i dinarskog područja, proizvedeni od ovčjeg mlijeka. Na jadranskim otocima i u dalmatinskom zaleđu ovca je predstavljala blago za domicilno stanovništvo tih područja kroz stotine godina. Ime Dalmacija dolazi od korijena ilirske riječi *delm* što je u prijevodu «ovca» (Jurić Arambašić, 2003.), iz čega se može zaključiti da je Dalmacija bila zemlja ovaca i ovčara. Tvrdi ovčji sir bio je osnovni i gotovo jedini mliječni proizvod koji su stanovnici tih područja koristili kao bogat izvor prehrane tijekom čitave godine. Proizvodnja nekih tvrdih ovčjih sireva na ovim područjima sačuvala se do danas, kao što su Brački, Krčki, Paški, Grobnički, dok su drugi gotovo zaboravljeni: Studenački, Segetskački i Lećevački.

Lećevački sir, od punomasnog ovčjeg, kravljeg ili miješanog ovčjeg i kravljeg mlijeka, od davnina su proizvodila domaćinstva lećevačkog kraja za vlastite potrebe i za lokalno tržište.

Ovčji tvrdi sirevi postižu najviše cijene na sve zahtjevnijem tržištu i osiguravaju visok profit obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima koja se bave proizvodnjom tradicijskih sireva toga tipa, kao i siranama čija je proizvodnja utemeljena na preradi ovčjeg mlijeka u tvrde sireve.

Kvaliteta ovčjeg mlijeka u proizvodnji tradicijskih sireva

Ovčje mlijeko ima puno veću energetska vrijednost od drugih vrsta mlijeka, jer ima bitno veću količinu proteina i masti (Tratnik, 1998.). Zbog visokog udjela suhe tvari, ovčje mlijeko se gotovo isključivo koristi za proizvodnju sira (Antunac, 2005.). Manje količine jogurta od ovčjeg mlijeka proizvode u Grčkoj, dok se svježe ovčje mlijeko konzumira vrlo rijetko (Pandek i sur., 2005.).

Tablica 1: Prosječni sastav i kakvoća mlijeka nekih izvornih pasmina ovaca
Table 1: Average milk composition and quality of some traditional sheep breeds

Pasmine/ Parametri Breed/ Parameters	Paška ovca ¹ Pag sheep	Krčka ovca ² Krk sheep	Istarska ovca ³ Istrian sheep	Travnička pramenka ⁴ Travnik sheep	Dalmatinska pramenka ⁵ Dalmatian sheep
Mliječna mast Milk fat (%)	7,87	7,81	6,99	7,75	7,56
Bjelančevine Protein (%)	5,75	5,59	5,96	5,93	6,24
Laktoza Lactose (%)	4,71	4,57	-	4,54	4,36
Suha tvar Total solids (%)	18,96	19,04	-	19,04	18,80
Suha tvar bez masti Solids non fat (%)	11,08	11,06	-	11,18	11,48
pH	6,60	6,66	-	6,78	6,70
Točka ledišta Freezing point	-0,5668	-0,5555	-	-0,5662	-0,5609
Broj somatskih stanica Somatic cell counts	321 066	407 000	-	1 094 528	682 445

^{1,4}Antunac (2004.)

²Prpić i sur. (2003.)

³Godišnje izvješće Hrvatskog stočarskog centra (2005.)

Yearly report from Croatian Livestock Center (2005)

⁵Vlastiti, neobjavljeni podatci / Our unpublished data

Proizvodnja kvalitetnog ovčjeg sira u prvom redu ovisi o kvaliteti mlijeka za sirenje, odnosno o njegovim kemijsko-fizikalnim i osobito higijenskim osobinama. Ukupnu kvalitetu mlijeka za sirenje određuju: kemijski sastav (udio masti, bjelančevina, kazeina, suhe tvari bez masti), fizikalna svojstva (kiselost, pH vrijednost, točka leđišta), higijenska kvaliteta (broj somatskih stanica i ukupan broj mikroorganizama), organoleptička svojstva (izgled, miris, boja, okus) i neprisutnost inhibitornih tvari u mlijeku (antibiotici, ostatci detergenata i sredstava za dezinfekciju). Proizvodnja sira ne ovisi isključivo o njegovu makrosastavu, npr. o udjelu masti, bjelančevina, laktoze i mineralnih tvari, već i o prisutnosti pojedinih sastojaka kao što su masne kiseline, udjel pojedinih frakcija kazeina, albumina i globulina (Antunac, 2004.).

Na svojstva, sastav i kakvoću mlijeka naših izvornih pasmina ovaca posebice utječu klima i tlo, jer određuju sastav biljnih zajednica na pašnjacima koji najvećim dijelom služe za hranidbu ovaca (Lukač, 1989.). U tablici 1 prikazan je prosječan kemijski sastav, fizikalna svojstva i higijenska kakvoća ovčjeg mlijeka, nekih izvornih pasmina ovaca, koje se koristi u proizvodnji tradicijskih tvrdih ovčjih sireva.

U proizvodnji tvrdih sireva na randman i svojstva sirenja najviše utječe udjel bjelančevina i masti. Utvrđen je linearan odnos količine proteina i masti na prinos sira, pa čak i onda kada je udjel proteina i masti bio visok zbog stadija laktacije ili genetskih osobina životinje (Verdier-Metz i sur., 2001.). Iz tablice je vidljivo, da se u proizvodnji tradicijskih sireva koristi mlijeko ovaca držanih na ekstenzivan način, pri čemu je njihova mliječnost manja, a kemijski sastav mlijeka za sirenje karakteriziran je visokim udjelom pojedinih sastojaka. Postoje razlike u kemijskom sastavu između pojedinih pasmina što je vezano uz utjecaj hranidbe i sezone. Tako se paške ovce janje u prosincu, a njihova mužnja za proizvodnju sireva započinje već u siječnju kada je hranidba bazirana na suhom voluminoznom sijenu, za razliku od udjela masti u mlijeku dalmatinske pramenke koje za potrebe proizvodnje sireva počinju musti u travnju kada je vegetacija započela. Ovce na paši dobivaju voluminoznu krmu s nižim udjelom strukturnih vlakana koji kod preživača čine osnovu visokog udjela masti u mlijeku (Kalit, 2001.). Upravo zbog toga postoji razlika i u udjelu proteina, a najviši je udjel proteina utvrđen u mlijeku dalmatinske pramenke. Ovce na paši dobivaju mladu voluminoznu krmu bogatu dušičnim tvarima potrebnim za sintezu bjelančevina u buragu preživača. S druge strane, većina proizvođača ovčjeg mlijeka u strukturu obroka daju određenu količinu koncentriranih krmiva koja povoljno utječu na visok sadržaj bjelančevina u mlijeku ovaca dalmatinske pramenke. Ostali

fizikalno-kemijski parametri ovčjeg mlijeka različitih pasmina, obuhvaćeni ovim pregledom, nalaze se unutar prirodnih granica vrijednosti za ovčje mlijeko.

Tehnologija proizvodnje tradicijskih ovčjih sireva

Na području Dinare i jadranskih otoka razvijena je dugogodišnja tradicija proizvodnje tvrdih ovčjih sireva što se može vidjeti iz mnogobrojnih radova: Zdanovski, 1936., 1947., 1967.; Baković, 1957., 1959., 1962., 1963., 1966.; Sabadoš, 1959., 1975.; Miletić, 1960., 1969.; Dozet, 1974., 1983. (citirano prema Hadžiosmanović i sur., 1982.) i Lukač (1989., 1995.).

Tehnologija proizvodnje tvrdih ovčjih sireva vremenom se mijenjala, odnosno prilagođavala suvremenim rješenjima radi poboljšanja i izjednačavanja kakvoće sira (Kirin, 2003.; Prpić, 2003.). Mijenjala se i zato što je svrha suvremene proizvodnje ovčjih sireva povećati i standardizirati proizvodnju. Međutim, osnovni proizvodni parametri i svojstva tvrdih ovčjih sireva su ostali gotovo nepromijenjeni kroz dugi niz godina njihove proizvodnje (tablica 2).

Iz tablice 2 vidljive su značajne razlike u tehnologiji proizvodnje različitih vrsta tvrdih sireva.

Karakterizacija tradicijskih sireva

Fizikalno-kemijske i mikrobiološke promjene te osobine tradicijskih sireva tijekom zrenja uključuju: analize suhe tvari sira, masti u suhoj tvari sira, titracijske kiselosti, pH, soli, udjela ukupnog dušika, u vodi topljivog dušika, indeks zrenja, udjela aminokiselina, biogenih amina te broj bakterija mliječno-kiselinske fermentacije, kvasaca, plijesni i koliformnih mikroorganizama (Addeo i sur., 1992.; Garcia-Palmer i sur., 1997.; Gobbetti i sur., 1997.a; Gobbetti i sur., 1997.b; Gobbetti i sur., 2002.; Kalit i sur., 2005.; Oner i sur., 2006.; Mikulec i sur., 2006.).

Razlikovanje stupnja zrenja pojedinih sireva započinje analizom primarne proteolize. Do sada su istražene primarne proteolitičke promjene nekih hrvatskih sireva kao što su Tounjski sir, Paški sir (Samaržija i sur., 2004.) i sir Podravec (Kalit, 1999.; Kalit i sur., 2005.). Međutim, analiza primarnih proteolitičkih promjena tijekom zrenja sireva, u većini, ne daje dovoljno informacija kojima je moguće odrediti razlike među sirevima. Stoga sireve možemo razlikovati po sekundarnim proteolitičkim promjenama (Coda i

Tablica 2: Osnovni tehnološki parametri tvrdih tradicijskih sireva

Table 2: Basic technological parameters of some traditional hard cheeses

Sirevi /Parametri Cheese/Parameters	Paški	Krčki ¹	Tarski	Livanjski	Lećevački ²
Vrsta mlijeka Milk type	Ovčje Sheep	Ovčje Sheep	Ovčje Sheep	Kravlje Cow	Ovčje/Kravlje Sheep/Cow
Tipizacija mlijeka (% masti) Milk standardisation (% fat)	Punomasno Full fat	7,81	6,15	3,6	4,69
Pasterizacija (°C/sek.) Pasteurization (°C/sec.)	72/20*	Ne provodi se Not performed	70/20	72/30	72/30
Temperatura sirenja (°C) Renneting temperature (°C)	32-33	32-35	31	30-32	30-32
Vrijeme sirenja (min.) Renneting time (min.)	45-60	20-45	30	30-40	30-40
Rezanje gruš (min.) Curd cutting (min.)	15	15	25-30	-	10
Veličina sirnog zrna Curd grains size	Pšenica Wheat	Grašak ili pšenica Wheat or pea	Pšenica Wheat	Pšenica Wheat	Pšenica Wheat
Temperatura sušenja sirnog zrna (°C) Curd grains drying temperature (°C)	42	39	42	45-48	42
Vrijeme sušenja sirnog zrna (min.) Time of curd grains drying (min.)	45-60	20-45	40-60	60	30-35
Prešanje sira (sati) Cheese pressing (h)	2	24	12-14	24	2
Veličina sira (visina/promjer) (cm) Cheese size (high/diameter) (cm)	7-8/18-22	6/13-16	6-8/ 16-18	10/19-20	7-8/18
Vrijeme soljenja sira (sati) Time of salting (h)	48	12	48	48-72	24
Vrijeme zrenja sira (dana) Time of ripening (days)	100	60	60-70	60-90	75-90

¹Prpić i sur. (2003.)²Vlastiti neobjavljeni podaci / Our unpublished data

sur., 2006.). Visokodjelotvornom tekućom kromatografijom obrnutih faza moguće je odrediti karakterističan sastav peptida i aminokiselina nekog sira. Dobiveni kromatogrami se razlikuju za pojedine tipove sireva zbog čega profil peptida može biti korišten u karakterizaciji nekog sira. Ove razlike mogu biti

posljedica drugačijih mehanizama razgradnje proteina tijekom zrenja zbog specifičnog sastava mikroflore i enzima tih sireva (De Llano i sur., 1995.). Na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u tijeku je istraživanje sastava polipeptida i aminokiselina tradicijskog ovčjeg sira radi utvrđivanja profila polipeptida/aminokiselina koji bi bio svojstven ovčjem siru s otoka Krka («Krčki sir») pa bi se mogao koristiti kao kriterij za njegovu karakterizaciju i prepoznavanje (Mikulec, 2007.).

Prirodna populacija bakterija mliječno-kiselinske fermentacije izravno utječe na senzorske karakteristike tradicijskih sireva kroz biokemijske reakcije koje se događaju kao posljedica djelovanja njihovih enzima u siru (npr. sekundarne proteolitičke promjene). Stoga izolacija i identifikacija prirodne populacije tih bakterija čini temelj razvijanja tehnologije proizvodnje tradicijskih sireva u smislu njihove industrijalizacije. Većina bakterija nestarterske mikroflore u siru dospijevaju iz sirovog mlijeka (Casey i sur., 2006.). Međutim, sirutka koja se koristi za obnavljanje kulture u tradicijskoj proizvodnji sireva može biti korisna u dobivanju slike o sastavu i ulozi mikroorganizama potrebnih u proizvodnji sireva. Tako je izolacija i karakterizacija pojedinih bakterija mliječno-kiselinske fermentacije iz sirutke provedena u sirevima kao što su Grana Padano, (Fornasari i sur., 2006.) i Reggiano Argentino (Candiotti i sur., 2002.). Određivanje dominantne mikroflore tradicijskih sireva moguće je provesti sekvencioniranjem 16S rRNA. Tako je u analizi prirodne populacije bakterija sira Pecorino Siciliano, primjenom ove metode, utvrđena dominacija vrsta *Streptococcus bovis* i *Lactococcus lactis* (Randazzo i sur., 2006.), dok je primjenom triju molekularnih tehnika i trideset fenotipskih metoda analize utvrđena dominacija *Lactobacillus brevis*, *Lactococcus plantarum*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* u siru Canestrato Pugliese (Aquilanti i sur., 2006.). Istraživanja se provode i radi utvrđivanja nekih sojeva bakterija i kvasaca koji mogu imati potencijalno značajan utjecaj na razvoj arome i okusa sira. Tako su Abeijon i sur. (2006.) utvrdili da sojevi *Enterococcus faecium* izolirani iz ovčjeg mlijeka i tradicijskih sireva Argentine imaju metabolički potencijal u doprinošenju razvoja okusa i arome ovčjeg sira. Nakon tehnološke karakterizacije, kvasci mogu biti korišteni kao starteri u proizvodnji sira (Carrasco i sur., 2006.).

Osobine i značaj Lećevačkog sira

Lećevački sir je tradicijski hrvatski sir koji pripada skupini tvrdih dalmatinskih i primorskih sireva. U prošlosti je proizvođen od punomasnog

ovčjeg, kravljeg ili miješanog ovčjeg i kravljeg mlijeka, ovisno o doba godine. Lećevački sir je proizvođen oduvijek u domaćinstvima lećevačkog kraja za vlastite potrebe i lokalno tržište (Bubić, 1981.). Proizvodnja lećevačkog sira na poluindustrijski način započinje 1962. godine u PZ Lećevecica (Bubić, 1981.). Prije 40 - ak godina to je bio najcjenjeniji sir na splitskom tržištu. Danas se lećevački sir proizvodi u pogonu Mljekare Split od punomasnog miješanog ovčjeg i kravljeg mlijeka. Sama tehnologija proizvodnje nije značajno promijenjena, s time da se korištenjem moderne sirarske opreme i primjenom suvremene tehnologije proizvodi lećevački sir ujednačene i visoke kakvoće.

Lećevački sir ima oblik koluta promjera 18 cm i visine između 7 i 8 cm. Masa mu se kreće od 1,9 do 2,5 kg. Zrenje sira traje minimalno 75 dana. Lećevački sir pune zrelosti se prilikom žvakanja topi u ustima i oslobađa veliku količinu ugodnih spojeva okusa i arome. Kora sira je slamnato-žuta, tekstura sira je reziva, poluelastična. Na presjeku sir ima sporadično raspoređene oči veličine do 2 mm; miris sira je izražen i karakterističan za ovčje sireve, okus je umjereno pikantan te ga karakterizira tipična aroma dalmatinskih sireva kao posljedice hranidbe ovaca i krava aromatskim mediteranskim biljem. Bugaud i sur. (2001.) su utvrdili da okoliš i ispaša, s pripadajućim parametrima, utječu na sastav masnih kiselina, hlapljivih sastojaka i proteolitičku aktivnost u mlijeku, te da neki sastojci izravno dopijevaju u mlijeko (terpeni). Sirevi proizvedeni od mlijeka dobivenog s planinske ispaše, kao što je na Dinarskom gorju, imaju veći udjel nezasićenih masnih kiselina (C18) što utječe na bolja reološka svojstva i povećanu primarnu proteolizu, u odnosu na sireve dobivene od mlijeka s ispaše iz doline. Carpino i sur. (2004.) su utvrdili utjecaj prirodne paše, u odnosu na kompletan obrok, na aromatske spojeve u Ragusano siru te su otkrili 8 aromatskih spojeva jedinstvenih samo za taj sir. Promjene mlijeka posljedica su i unosa tvari koje mlijeko normalno ne sadrži, a mogu dovesti do promjena normalnih sastojaka mlijeka (Miletić, 1994.). S druge strane, različite bakterije porijeklom iz tradicijskih sireva, kao što su *Enterobacteriaceae* posjeduju mnoge metaboličke aktivnosti koje doprinose senzorskoj kvaliteti tih sireva (Chaves-Lopez i sur., 2006.).

Tehnologija proizvodnje Lećevačkog sira

Ovčje mlijeko se pomiješa s kravljim u tanku odgovarajućeg kapaciteta. Tako pomiješano mlijeko se pasterizira na temperaturi od 72 °C, ohladi na 4 °C i ostavi preko noći u zgotovljaču. Ujutro se mlijeko dogrije na temperaturu

potrebnu za dodavanje kulture i aditiva. U mlijeko za sirenje dodaje se CaCl_2 . Količina CaCl_2 od 0,02 % omogućuje dovoljnu količinu topljivog Ca potrebnog za koagulaciju (Slanovec, 1982.; Tratnik, 1998.; Farkye, 2004.), skraćuje vrijeme koagulacije, odnosno pridonosi čvrstoći gruša (Lucey i Fox, 1993.; Singh i Waungana, 2001.) i povećava zadržavanje Ca u siru (Solorza i Bell, 1998.). Wolfschoon-Pombo (1997.) utvrdio je da dodatak 0,01 % CaCl_2 u mlijeko za sirenje rezultira povećanim prinosom sira u količini od 38 g/100 kg mlijeka, jer dolazi do povećanja čestica gruša od 3,5 na 7,5 mm uslijed brže i povećane agregacije tijekom koagulacije što dovodi do stvaranja finijeg i čvršćeg koaguluma u kojem povećane kazeinske interakcije utječu na nešto povećano zadržavanje masti i bezmasne suhe tvari u matriksu kazeinske mreže. Nakon dodavanja CaCl_2 dodaje se mljekarska kultura, mlijeko se promiješa i ostavi neko vrijeme dok se ne postigne odgovarajuća zrelost za sirenje. Dodatak starterskih kultura u mlijeko za sirenje osigurava proizvodnju dovoljne količine mliječne kiseline (koja potpomaže djelovanju enzimskog pripravka i zavisno o stupnju acidifikacije, odnosno demineralizacije, utječe na teksturu sira), a svojim enzimima doprinosi procesu zrenja (Tratnik, 1998.; El Soda i sur., 2000.; Farkye, 2004.; McSweeney, 2004.). Sirilo se dodaje i temeljito promiješa da bi se ravnomjerno raspodijelilo u mlijeku nakon čega se mlijeko za sirenje ostavi mirovati 30 do 40 minuta dok se ne postigne zadovoljavajuća čvrstoća gruša. Čvrstoća gruša se provjerava uranjanjem sirarske lopatice u gruš i njegovim podizanjem, pri čemu gruš puca poput porculana, a izdvojena sirutka je zelene boje. Tada se pristupa rezanju sirnog gruša automatskim noževima dok se ne postigne zrno veličine pšenice. Zatim se zrno miješa i dogrijava na temperaturu od 41 °C kroz 30 minuta. Ovim postupkom omogućeno je otjecanje sirutke iz sirnog zrna, odnosno toplinska sinereza. Sinerezom se utječe na količinu istisnute sirutke, odnosno na količinu vlage u siru koja izravno utječe na senzorska i funkcionalna svojstva sira (Calvo i Balcones, 2000.). Na sinerezu utječe: prethodna toplinska obrada mlijeka (koagulacija sirutkinih proteina), količina topljivog Ca, pH (prethodna acidifikacija mlijeka za sirenje ubrzava sinerezu), obrada koaguluma, rezanje i miješanje (izrazito ubrzava sinerezu na način da sprječava sedimentaciju-deformaciju zrna pri čemu se sužavaju odvodni kanalići), temperatura dogrijavanja gruša (viša temperatura pospješuje sinerezu) i količina masti (porastom udjela mliječne masti, opada sinereza) (Slanovec, 1982.; Walstra i sur., 1999.). Nakon zadržavanja na temperaturi od 41 °C zrno se, zajedno sa sirutkom, izlijeva u pred-prešu u kojoj se nalaze perforirani kalupi. Sirutka otječe, a kalupi

napunjeni do vrha stavljaju se pod pneumatsku prešu. Poslije tri okretanja (odnosno dva sata) preša se isključi, a oblikovani sir ostaje u kalupima dok ne postigne odgovarajuću pH vrijednost od 5,1 do 5,2. Sir se stavlja u salamuru jakosti 18 °Bé, temperature 15 do 16 °C i kiselosti 4,6 do 4,7 pH. Salamurenje traje 24 sata, a nakon 12 sati salamurenja potrebno je sireve okrenuti kako bi sol ravnomjerno prodrla. Sol u siru ima višestruku ulogu, a glavna je funkcija da služi kao konzervans, sudjeluje u formiranju okusa i osigurava izvor Na (Guinee i Fox, 2004.). Isti autori navode da je sol glavni pokazatelj aktivnosti vode te prema tome utječe na mikrobiološki rast, enzimsku aktivnost, biokemijske promjene tijekom zrenja sira i paralelno sudjeluje u stvaranju željenog okusa i arome te zajedno s pH vrijednošću i udjelom Ca, ima veliki utjecaj na agregaciju para-kazeina i na njegovu hidrataciju, jer utječe na kapacitet vezanja vode na stvoreni kazeinski matriks, njegovu tendenciju sinerezi, njegove reološke i teksturalne osobine. Poslije salamurenja sirevi se jedan dan cijede i suše na policama, a zatim odvoze na zrenje u kontrolirane uvjete. Temperatura u zrioni je između 12 i 16 °C, a vlažnost zraka se kreće između 75 i 85 %. Da bi to osigurali, zrionica je opremljena klima-uređajem, ovlaživačima i automatskim odvlaživačima. Mladi sirevi imaju poprilično sličnu aromu, (McSweeney i Sousa, 2000.) uslijed metaboličke aktivnosti starterskih bakterija koje uglavnom stvaraju diacetil i moguće acetaldehid (Urbach, 1997.). Proces zrenja obuhvaća kompleks biokemijskih, mikrobioloških i enzimatskih procesa koji će transformacijom sastojaka sira oblikovati karakteristična svojstva za svaku pojedinu vrstu sira (Lucey i sur., 2003.; McSweeney, 2004.). Prema tome, Lećevački sir zrije na drvenim policama minimalno 75 dana, mora ga se okretati svaki dan, brisati svaki drugi dan krpom uronjenom u mlaku, slanu vodu. Tek nakon završetka zrenja nastaju karakteristična svojstva sira, odnosno specifičan okus, miris, aroma i konzistencija kao posljedica kemijskih i biokemijskih procesa kod kojih se složeni organski spojevi (prvenstveno proteini, masti i mliječni šećer) razgrađuju na jednostavnije spojeve okusa i arome (Kalit, 2002.). Tako biokemijski procesi zrenja imaju ulogu prethodne probave, pa su zreliji sirevi lakše probavljivi, iako je stvarna probavljivost većine sireva gotovo 100 %. Drži se da su zreli sirevi probavljiviji od samog mlijeka čija je stvarna probavljivost oko 92 % (Tratnik, 1998.).

Pogreške u proizvodnji tvrdih ovčjih sireva

Pogreške u proizvodnji tvrdih sireva mogu biti tehnološkog i mikrobiološkog podrijetla. Do pogreške u tehnologiji može doći u svakoj

tehnološkoj fazi, a izravno se očituje u organoleptičkim karakteristikama sira (Šoša, 1995.).

Pravilan proces zakiseljavanja u tehnologiji proizvodnje sira jedan je od najvažnijih činitelja koji utječe na konačnu kakvoću sira (Kalit, 2005.). U praksi se događa da se proizvede prekiseo ili nedovoljno kiseo sir. Prekiselir je često suh, tvrd s nedovoljno povezanim, mrvičastim tijestom i suhom površinom, dok je sir nedovoljne kiselosti mekan i elastičan. Tvrde sireve potrebno je dulje i jače prešati, pa može doći do prenapetosti prešanja sira što ima za posljedicu zaostajanje sirutke, nejednoliko obojeno tijesto sira i predebelu koru.

Česte pogreške tvrdih sireva nastaju nepravilnom njegom sira i zrenjem u neadekvatnim vrućim i suhim, ili prevlažnim zrionicama. Tako u jednom slučaju dolazi do pojave raspucale i tvrde kore te razvoja plijesni na površini, a u drugom slučaju može doći do rasta kvasaca i korineformnih bakterija na kori, pa ona postaje sluzava i ljepljiva, a na nju se dalje naseljavaju plijesni.

Mikrobiološke pogreške sireva ovise u prvom redu o mikrobiološkoj kakvoći sirovine, zatim o higijeni tijekom prerade, uvjetima i njezi sira tijekom zrenja te sastavu sira. Kontaminacija koliformnim mikroorganizmima uzrokuje rano nadimanje sira uslijed stvaranja plinova u ranom stadiju proizvodnje sira (u prvih 48 sati od početka proizvodnje). Ovakav sir poprima izgled spužve.

U siru, tijekom zrenja, mogu rasti sporogene anaerobne bakterije maslačne fermentacije koje uzrokuju pogrešku kasnog nadimanja. Kasno nadimanje se javlja nakon nekoliko tjedana, pa i nekoliko mjeseci zrenja, a očituje se pogreškama teksture i okusa; u nekim slučajevima i pojavom pukotina s velikim otvorima i stranim okusom i mirisom. Najčešći uzročnik ove pogreške je *Clostridium tyrobutyricum* koji u mlijeko dospijeva iz silaže loše kakvoće ili tla. Kasno nadimanje sira česta je pojava u priobalnom dijelu Hrvatske, osobito u toplim periodima sezone s mnogo kiše kada se vime mliječnih ovaca kontaminira česticama vlažne zemlje bogate sporama koje, nedovoljnom higijenom, tijekom mužnje dospijevaju u mlijeko. Pogrešci pogoduje i zrenje sira u toplim zrionicama u kojima se ne provodi redovita kontrola mikroklima (Kalit, 2003.). Pogreške teksture i okusa mogu biti posljedica kontaminacije mlijeka i sira drugim vrstama mikroorganizama, međutim učestalost takvih pogrešaka u proizvodnji dalmatinskih tvrdih sireva - nije velika.

Zaključak

Lećevački sir je tradicijski tvrdi sir dalmatinske zagore koji se oduvijek proizvodio na lećevačkom području od punomasnog ovčjeg, kravljeg ili miješanog ovčjeg i kravljeg mlijeka. Iako se tehnologija proizvodnje Lećevačkog sira kao i drugih tvrdih sireva prilagođavala suvremenim rješenjima proizvodnje, osnovni proizvodni parametri ostali su gotovo nepromijenjeni, ali se kakvoća proizvedenih sireva poboljšava i ujednačava.

Danas je proizvodnja tradicijskih sireva u Hrvatskoj još uvijek neorganizirana i neujednačena. Ulaganjem u proizvodnju i tehnologiju tradicijskih ovčjih sireva, kao što je Lećevački sir, izravno se može utjecati na razvoj ovčarstva za koje na području dinarskog gorja i jadranskih otoka postoje izvrsni klimatski i zemljišni uvjeti zbog kojih je moguća proizvodnja mlijeka karakteristične arome.

Agrarna politika EU potiče proizvodnju tradicijskih sireva i njihovu zaštitu oznakama zemljopisnog podrijetla. Time svaka zemlja zaštićuje socijalni, okolišni i kulturološki identitet određenog područja. Tako je danas svrha proizvodnju tradicijskih ovčjih sireva prevesti u industrijske uvjete prerade mlijeka, što osigurava tržišno orijentiranu proizvodnju tradicijskih sireva koji će svojom kvalitetom i prepoznatljivošću naći svoje mjesto na sve zahtjevnijem hrvatskom i europskom tržištu.

LECEVACKI CHEESE

Summary

In this review traditional Croatian cheeses were described as well as their importance considering globalization and industrialization in food production. The most important property of traditional cheeses is their originality and origin of milk that is incorporated in those products. As the high profitability (high price) of the products is very important it is necessary to conduct one of possible protections on European level. In that sense, hard cheeses from Adriatic and Dinara areas have significant potential due to the fact that high value raw material - sheep milk produced from breed with very extensively management using natural pasture with characteristic botanical composition consisting aromatic Mediteranean plants, is used in their production. This milk is characterized with high percentage of some chemical components, especially fat and protein. Considering that fact, this milk represents the best

material especially for hard cheese production. In this paper the review of milk chemical composition of the most important Croatian sheep breeds which milk is used for production of hard cheeses, was performed. The review of basic technological parameters in production of hard traditional cheeses considering type, standardization and heat treatment of milk, renneting, curd cutting and drying, dimension, salting and ripening is represented. Characterization parameters of cheese, considering chemical and physical composition, biochemical changes, dominant microflora which dominates in technological production procedure and determines taste and odour of mature cheese, are shown. The basic characteristics and technology of Lecevački cheese production was described too, as the most important traditional cheese from Split area surroundings. This cheese type was produced on family farms as well as on industrial level for some time. Its sensory characteristics are described in the paper.

Key words: Croatian traditional hard cheese, sheep milk, quality and originality, characterization, technological parameters

Literatura

- ABEJON, M. C., MEDINA, R. B., KATZ, M. B, GONZALES, S. N. (2006): Technological properties of *Enterococcus faecium* isolated from ewe's milk and cheese with importance for flavour development. *Canadian Journal of Microbiology*, 52 (3), 237-245.
- ADDEO, F., CHIANESE, L., SALZANO, A., SACCHI, R., CAPPUCCIO, U., FERRANTI, P., MALORNI, A. (1992): Characterization of the 12 % trichloroacetic acid-insoluble oligopeptides of Parmigiano-Reggiano cheese. *Journal of Dairy Research*, 59, 401-411.
- ANTUNAC, N. (2004.): Sastav i osobine ovčjeg mlijeka i njihov značaj u preradi. U: Šesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, Zbornik predavanja, Poreč, 21. i 22. listopada, 51-69.
- AQUILANTI, L., DELL AQUILLA, L., ZANNINI, E., ZOCCHETTI, A., CLEMENTI, F. (2006): Resident lactic acid bacteria in raw milk Canestrato Pugliese cheese. *Applied Microbiology*, 43 (5), 582.
- ANTUNAC, N. (2005.): Značaj higijenske kvalitete mlijeka u proizvodnji sira. U: Sedmo savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, Zbornik predavanja, Zadar, 13. i 14. listopada, 41-58.
- BUBIĆ, M. (1981.): Prilog poznavanju kakvoće i proizvodnje Lecevačkog sira. Magistarski rad, Veterinarski fakultet u Zagrebu.

- BUGAUD, C., BUCHIN, S., HAUWUY, A., COULON, J. B. (2001): Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures. *Lait* 81, 757-773.
- CALVO, M. M., BALCONES, E. (2000): Some factors influencing the syneresis of bovine, ovine and caprine milks. *Journal of Dairy Science*, 83, 1733-1739.
- CANDIOTI, M. C., HYNES, E., QUIBERONI, A., PALMA, S. B., SABBAG, N., ZALAZAR, C. A. (2002): Reggianito Argentino cheese: influence of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from natural whey cultures on cheese making and ripening processes. *International Dairy Journal*, 12, 923-931.
- CARPINO, S., MALLIA, S., LA TERRA, S., MELILLI, C., LICITRA, G., ACREE, E. T. (2004): Composition and aroma compounds of Ragusano cheese: Native pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 87, 816-830.
- CARRASCO, M. S., MORAGUES, L. G., VIGNATTI, C. I., SCARINCI, H. E., SIMONETTA, A. C. (2006): Characterisation and technological aspects of yeasts isolated from raw milk and different types of cheeses produced in Argentina. *Australian Journal of Dairy Technology*, 61 (1), 21-25.
- CASEY, M. G., HANI, J. P., GRUSKOVNJAK, J., SCHAEREN, W., WECHSLER, D. (2006): Characterisation of non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) of Groyere PDO cheese. *Lait*, 86 (6), 407-414.
- CODA, R., BRECHANY, E., DE ANGELIS, M., DE CANDIA, S., DI CAGNO, R., GOBBETTI, M. (2006): Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of nine Italian ewes milk cheeses. *Journal of Dairy Science*, 89 (11), 4126-4143.
- DE LLANO, D. G., POLO, M. C., RAMOS, M. (1995): Study of proteolysis in artisanal cheeses: High performance liquid chromatography of peptides. *Journal of Dairy Science*, 78, 1018-1024.
- EL SODA, M., MADKOR, A. S., TONG, S. P. (2000): Adjunct cultures: Recent developments and potential significance to the cheese industry. *Journal of Dairy Science*, 83, 609-619.
- FARKYE, Y. N. (2004): Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 91-96.
- FORNASARI, M. E., ROSSETTI, L., CARMINATI, D., GIRAFFA, G. (2006): Cultivability of *Streptococcus thermophilus* of Grana Padano cheese whey starters. *FEMS Microbiology Letters*, 257 (1), 139-144.
- GARCIA-PALMER, F. J., SERRA, N., PALOU, A., GIANOTTI, M. (1997): Free amino acids as indices of Mahon cheese ripening. *Journal of Dairy Science* 80, 1908-1917.
- GOBBETTI, M., LOWNEY, S., SMACCHI, E., BATTISTOTTI, B., DAMIANI, P., FOX, P. F. (1997-a): Microbiology and biochemistry of Taleggio cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 7, 509-517.

GOBBETTI, M., BURZIGOTTI, R., SMACCHI, E., CORSETTI, A., DE ANGELIS, M. (1997-b): Microbiology and biochemistry of Gorgonzola cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 7, 519-529.

GOBBETTI, M., MOREA, M., BARUZZI, F., CORBO, M. R., MATARANTE, A., CONSIDINE, T., DI CANGO, R., GUINEE, T., FOX, P.F. (2002): Microbiological, compositional, biochemical and textural characterisation of Caciocavallo Pugliese cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 12, 511-523.

GUINEE, P. T., FOX, F. P. (1999): Salt in cheese, U: *Cheese: Chemistry, physics and microbiology, Vol. 1*, General aspects (ed. by Fox F. P.), An Aspen Publication, Aspen Publishers, Inc, Gaithersburg, Maryland, 251-295.

HADŽIOSMANOVIĆ, M., BUBIĆ, M., ŽIVKOVIĆ, J., PFEIFER, K. (1982.): Prilog poznavanju kakvoće lećevičkog sira. *Mljekarstvo*, 32 (2), 40-44.

HRVATSKI STOČARSKI CENTAR (2006.): Godišnje izvješće 2005. Zagreb.

JURIĆ ARAMBAŠIĆ, A. (2003.): Ljetna preradba mlijeka na Dinari. U: Sir, tradicija i običaji, Pučko otvoreno učilište, Zagreb 75-82.

KALIT, S. (1999.): Somatske stanice i njihov utjecaj na proizvodnju i zrenje sira Podravca. Magistarski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

KALIT, S. (2001.): Utjecaj hranidbe mliječnih krava na kemijski sastav i higijensku kakvoću svježeg sirovog mlijeka. U: *Kako profitabilno proizvesti zdravo kravlje mlijeko i govede meso. Briga za čovjeka, životinju i okoliš*. Bizovac, 09.04., 22-26.

KALIT, S. (2002.): Zrenje sireva. U: *Četvrto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*. Varaždinske Toplice, 24. i 25. listopada, 47-56.

KALIT, S. (2003.): Najčešće pogreške u tehnologiji proizvodnje autohtonih sireva na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG). U: *Peto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*. Opatija, 9. i 10. listopada, 63-73.

KALIT, S. (2005.): Značaj razvoja kiselosti u pojedinim fazama proizvodnje sira. U: Sedmo savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, Zbornik predavanja, Zadar, 13. i 14. listopada, 59-66.

KALIT, S., HAVRANEK, J., KAPŠ, M., PERKO, B., ČUBRIĆ-ČURIK, V. (2005): Proteolysis and optimal ripening time of Tounj cheese. *International Dairy Journal*, 15/6-9, 619-624.

KALIT, S. (2006.): Znanstveni projekt: Tehnološki parametri proizvodnje tradicijskih sireva u funkciji njihove zaštite. Znanstveni program: Tradicijska proizvodnja ovčjih sireva i jogurta u zaštiti ruralnih područja. Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa RH.

KIRIN, S., MARIJAN, Ž., MIHALJEVIĆ, D. (2003.): Livanjski sir. *Mljekarstvo*, 53 (4), 281-291.

LUCEY, A. J., FOX, F. P. (1993): Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: A review. *Journal of Dairy Science* 76, 1714-1724.

- LUCEY, A. J., JOHNSON, E. M., HORNE, S. D. (2003): Invited review: Perspectives on the basis of the reology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86, 2725-2743.
- LUKAČ, J. (1989.): Tounjski sir - prilog poznavanju autohtonih mliječnih proizvoda Hrvatske. Doktorska disertacija. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- LUKAČ-HAVRANEK, J. (1995.): Autohtoni sirevi Hrvatske. *Mljekarstvo*, 45 (1), 19-37.
- McSWEENEY, H. L. P., SOUSA, J. M. (2000): Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A review. *Lait*, 80, 293-324.
- McSWEENEY, H. L. P. (2004): Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 127-140.
- MIKULEC, N., HABUŠ, I., ANTUNAC, N., VITALE, L.J., HAVRANEK, J., KALIT, S., BRAJKOVIĆ, N. (2006.): Korištenje RP-HPLC DAD i ELSD metode u praćenju proteolitičkih promjena tijekom zrenja Krčkog sira. 37. hrvatski simpozij mljekarskih stručnjaka s međunarodnim sudjelovanjem. Zbornik sažetaka, Lovran 26. - 29. studenog, 33.
- MIKULEC, N. (2007.): Promjena sadržaja topivih peptida i aminokiselina tijekom zrenja krčkog sira. Prijedlog teme doktorske disertacije, Agronomski fakultet Zagreb.
- MILETIĆ S. (1994.): Mlijeko. U: *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatsko mljekarsko društvo. 13-40.
- ONER, Z., KARAHAN, A. G., ALOGLU, H. (2006): Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. *Food Science and Technology*, 39 (5), 449-454.
- PANDEK, K., MIOČ, B., BARAĆ, Z., PAVIĆ, V., ANTUNAC, N., PRPIĆ, Z. (2005.): Mliječnost nekih pasmina ovaca u Hrvatskoj. *Mljekarstvo* 55 (1), 5-14.
- PRPIĆ, Z., KALIT, S., LUKAČ - HAVRANEK, J., ŠTIMAC, M., JERKOVIĆ, S. (2003.): Krčki sir. *Mljekarstvo* 53 (3), 175-194.
- RANDAZZO, C. L., VAUGHAN, E. E., CAGGIA, C. (2006): Artisanal and experimental Pecorino Siciliano cheese: microbial dynamics during manufacture assessed by culturing and PCR-DGGE analysis. *International Journal of Food Microbiology*, 109 (1-2) 1-8.
- SAMARŽIJA, D., ANTUNAC, N., HAVRANEK, J., PECINA, M., MIOČ, B., PAVIĆ, V. (2004.): Autohtoni tradicijski paški sir. Prijedlog kriterija za dobivanje oznake izvornosti za autohtoni Paški sir koji se na tradicijski način proizvodi iz ovčjeg mlijeka na otoku Pagu - Studija. Biokemijske karakteristike, 36.
- SCHÖNE, F., LEITERER, M., HARTUNG, H., KINAST, C., GREILING, A., BÖHM, V., JAHREIS, G. (2003): Trace elements and further nutrition-related constituents of milk and cheese. *Milchwissenschaft*, 58, 486-490.
- SINGH, H., WAUNGANA, A. (2001): Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. *International Dairy Journal*, 11, 543-551.
- SLANOVEC, T. (1982.): *Sirarstvo*. ČZP Kmečki glas, Ljubljana.

SOLORZA, J. F., BELL, E. A. (1998): Effect of calcium on the mineral retention and cheesemaking parameters of milk. *International Journal of Dairy Technology*, 51, 37-43.

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

URBACH, G. (1997): The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: contribution of volatile compounds. *International Journal of Dairy Technology*, 50, 79-86.

VERDIER-METZ, I., COULON, J. B., PRADEL, P. (2001): Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. *Animal Research*, 50, 365-371.

WALSTRA, P., VAN DIJK, M. J. H., GUERTS, J. T. (1999): The syneresis of curd. U: Cheese: *Chemistry, physics and microbiology*, Vol. 1, General aspects (ed. by Fox F.P.), An Aspen Publication, Aspen Publishers, Inc, Gaithersburg, Maryland, 135-177.

WOLFSCHOON-POMBO, F. A. (1997): Influence of calcium chloride addition to milk on the cheese yield. *International Dairy Journal*, 7, 249-254.

Adresa autora - Author's addresses

Siniša Matutinović, dipl. ing.¹

Mr. sc. Ante Rako²

Doc. dr. sc. Samir Kalit³

Prof. dr. sc. Jasmina Havranek³

¹Mils Mljekara Split, d.d.
Komulovića put 4, Split

²Ured državne uprave u Splitsko-dalmatinskoj županiji
Služba za gospodarstvo, Imotski

³Zavod za mljekarstvo
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, Zagreb

Prispjelo - Received: 09.01.2007.

Prihvaćeno - Accepted: 26.03.2007.