



SI  HR

EVROPSKO TERRITORIALNO SODELOVANJE

EUROPSKA TERITORIJALNA SURADNJA

[WWW.SI-HR.EU](http://WWW.SI-HR.EU)



# SIRARSTVO U TEORIJI I PRAKSI

# **SIRARSTVO**

## **U TEORIJI I PRAKSI**



**Veleučilište u Karlovcu**  
Karlovac, 2015.

***Recenzenti:***

prof. dr. sc. Ljubica Tratnik  
doc. dr. sc. Nevijo Zdolec  
dr. sc. Milna Tudor Kalit

***Urednik:***

dr. sc. Bojan Matijević, prof. v. š.

***Lektorica:***

Marina Bastašić, prof.

***Izdavač:***

Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, Hrvatska

***Za izdavača:***

dr. sc. Branko Wasserbauer, prof. v. š.

***Grafičko oblikovanje:***

Sonja Stanković, dipl. ing. graf. teh.

***Tisk:***

Tiskara Galović, Duga Resa, Hrvatska

***Naklada:***

100 primjeraka

Objavljivanje ovog veleučilišnog priručnika odobrilo je Povjerenstvo za izdavačku djelatnost Veleučilišta u Karlovcu Odlukom o izdavanju publikacije broj 7.5-13-2014-7.

***ISBN:***

978-953-7343-79-8

© Sva prava pridržana. Ova knjiga je zaštićena autorskim pravima i ne smije se ni djelomično reproducirati, pohraniti u sustavu za reproduciranje, niti prenositi u bilo kojem obliku i na koji način bez pismenoga dopuštenja izdavača.

# Predgovor

Postoji mnoštvo različitih knjiga koje obrađuju problematiku tehnologije proizvodnje sira, a svaka od njih posebna je na svoj način. Posebnost knjige izražava se načinom na koji je nastala, stilom pisanja te sposobnošću autora da čitatelju približi i pojasni tematiku koju obrađuje, ali i pruži konkretnе odgovore na pitanja koja zanimaju čitatelja. Stoga, i priručnik *Sirarstvo u teoriji i praksi* poseban je na svoj način. Nastao je kao rezultat rada grupe autora na projektu Regionalna proizvodnja sireva – poduzetnička vrijednost za ruralni razvitak, akronim NAPREDAK, provedenog u okviru Operativnog programa Slovenija - Hrvatska 2007. - 2013., broj 4300 - 119/2012 -SVRL.

U svrhu provođenja projekta, okupljeni su hrvatski i slovenski vodeći stručnjaci, znanstvenici i istraživači koji se bave problematikom sirarstva s jednostavnim ciljevima: povećanjem razine tehnološkog znanja u postojećoj proizvodnji sira na malim poljoprivrednim gospodarstvima, educiranjem potrošača o značenju sira u prehrani te promoviranjem i razvijanjem kulture konzumacije sira.

Jedan od ciljeva projekta, što je i najvažnije, bio je povezivanje malih proizvođača sira sa znanstvenom institucijom čijom se realizacijom upravo i ostvaruje poduzetnička vrijednost za ruralni razvitak. Predavači su svoju zadaću shvatili više nego ozbiljno i svoja su predavanja prenijeli na papir na temelju čega je nastao ovaj priručnik slojevite strukture. Ta se slojevitost očituje u načinu odabira tema koje obrađuje. Svaka se tema može čitati zasebno i biti nasumično odabrana, a mogu biti jednako zanimljive običnom, čitatelju-laiku, ali i stručnjaku siraru.

Veliki doprinos kvaliteti dali su i recenzenti koji su pažljivo pročitali tekst, te svojim sugestijama priručniku pružili njegov završni istančan oblik. Osim toga, priručnik *Sirarstvo u teoriji i praksi* pisan je na hrvatskom i slovenskom jeziku, što mu daje dodatnu vrijednost, pokazujući ljepotu i svrhovitost prekogranične suradnje.

Nadam se da će svaki čitatelj pronaći korisne informacije te dugo i uspješno koristiti ovaj priručnik.

Karlovac, siječanj 2015.

**Bojan Matijević**

# Sadržaj

<b>PREDGOVOR</b>	<b>3</b>
<b>1. SIR KROZ POVIJEST</b>	<b>11</b>
<i>Bojan Matijević</i>	
1.1. Etimologija riječi sir	11
1.2. Civilizacijski značaj sira	12
1.2.1. Sir kao prehrambeni i zdravstveni fenomen	12
1.2.2. Sir kao tehnološki fenomen	13
1.2.3. Sir kao kulturni i vjerski fenomen	13
1.2.4. Sir kao ekonomski fenomen	14
1.3. Pretvorba mlijeka u sir	14
1.4. Sirarstvo starog vijeka	16
1.5. Sirarstvo srednjeg vijeka	20
1.6. Sirarstvo u periodu renesanse i industrijske revolucije	22
1.7. Suvremeno (moderno) doba sirarstva	24
Literatura	27
<b>2. OPĆE SIRARSTVO</b>	<b>29</b>
<i>Samir Kalit</i>	
2.1. Sir - definicija i podjele	29
2.2. Osnovni tehnološki postupci u proizvodnji sira	30
2.2.1. Hlađenje mlijeka	30
2.2.2. Toplinska obrada mlijeka	31
2.2.3. Standardizacija mlijeka	32
2.2.4. Homogenizacija mlijeka	32
2.2.5. Dodavanje boje i aditiva	32
2.2.6. Dodavanje mljekarskih kultura i zrenje mlijeka	33
2.2.7. Dodavanje sirila i sirenje mlijeka	35
2.2.8. Rezanje gruša i obrada sirnog zrna	38
2.2.9. Oblikovanje sira u kalup	39
2.2.10. Prešanje sira	40
2.2.11. Soljenje sira	41
2.2.12. Zrenje sira	42
2.2.13. Pakiranje, skladištenje i otprema sira	44
Literatura	45
<b>3. VRSTE SIREVA I ZNAČAJ U PREHRANI LJUDI</b>	<b>47</b>
<i>Rajka Božanić</i>	
3.1. Proizvodnja sira	47
3.2. Podjela i glavne vrste sira	48

3.2.1. Ekstra tvrdi sirevi	49
3.2.2. Tvrdi sirevi	51
3.2.3. Polutvrди sirevi	52
3.2.4. Sirevi sa zrenjem uz pojavu maza ili sluzi	52
3.2.5. Sirevi s plemenitim pljesnima	52
3.2.6. Sirevi parenog tijesta	53
3.2.7. Sirevi u salamuri	53
3.2.8. Svježi sirevi	54
3.2.9. Sirevi od sirutke	54
3.3. Prehrambena i zdravstvena vrijednost sira	55
Literatura	57
<b>4. TRADICIONALNI SIREVI HRVATSKE I SLOVENIJE</b>	<b>59</b>
<i>Samir Kalit</i>	
4.1. Današnji značaj tradicionalnih sireva	60
4.2. Specifičnosti tradicionalnih sireva	60
4.3. Mjere unapređenja i razvijanja tehnologije proizvodnje tradicionalnih sireva	60
4.4. Neki važniji tradicionalni sirevi Hrvatske i Slovenije	61
4.4.1. Paški sir	61
4.4.2. Tounjski sir	63
4.4.3. Preveli (prevhli) sir	64
4.4.4. Krčki sir	64
4.4.5. Sir Škripavac	65
4.4.6. Istarski sir	66
4.4.7. Svježi sir i kiselo vrhnje	67
4.4.8. Sir turoš	68
4.4.9. Bohinjski sir	68
4.4.10. Tolminski sir	69
Literatura	70
<b>5. PROIZVODNJA SIRA U ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE</b>	<b>71</b>
<i>Irena Barukčić</i>	
5.1. Uvod - Kako je sir stigao u Europu?	71
5.2. Sirevi Njemačke	72
5.3. Sirevi Francuske	74
5.3.1. Mekи sirevi i sirevi s plemenitim pljesnima	74
5.3.2. Tvrdi i polutvrdi i francuski sirevi	76
5.4. Sirevi Italije	78
5.5. Sirevi Engleske i Nizozemske	81
5.6. Ostatak Europe	83
Literatura	84
<b>6. ANALIZA I KVALITETA MLJEKA</b>	<b>85</b>
<i>Danijela Stručić</i>	
6.1. Kvaliteta mlijeka	86
6.1.1. Zahtjevi kojima mora udovoljavati svježe sirovo mlijeko pri otkupu	86
6.1.2. Zdravstveni i higijenski zahtjevi za proizvodnju sirovog mlijeka	87

6.2. Analiza mlijeka	89
6.2.1 Put uzoraka mlijeka	91
6.2.2. Laboratorijska analitika	93
6.3. Dokumentacija/evidencije	101
Literatura	102

**7. DODACI U PROIZVODNJI SIRA I NJIHOV ZNAČAJ** **103***Bojan Matijević*

7.1. Mikrobne kulture u proizvodnji sira	103
7.2. Sirilo i drugi enzimski pripravci	105
7.3. Enzimski pripravci za ubrzanje zrenja sira	107
7.4. Kalcij klorid ili natrij klorid	108
7.5. Dinatrijev hidrogenfosfat	109
7.6. Natrijev ili kalijev nitrat	109
7.7. Lizozim	109
7.8. Nizin	110
7.9. Metali u tragovima	110
7.10. Ekstrakti boja	110
Literatura	111

**8. MIKROBNE KULTURE U PROIZVODNJI SIRA** **113***Irena Rogelj*

8.1. Vrste mikrobnih kultura	114
8.1.1. Nedefinirane i definirane mikrobne kulture	114
8.1.2. Podjela mikrobnih kultura prema optimalnoj temperaturi rasta i konačnim produktima fermentacije	115
8.2. Mikrobi sastav sirarskih kultura	116
8.2.1. Primarna (osnovna) mikrobnna kultura	118
8.2.2. Sekundarna (dodatna) mikrobnna kultura	119
8.3. Zaključak	122
Literatura	123

**9. HIGIJENA I SANITACIJA U PROIZVODNJI SIRA** **125***Samir Kalit*

9.1. Uvod i pojmovi	125
9.2. Principi sljedivosti	127
9.2.1. Primjena načela HACCP-a u manjim pogonima za preradu mlijeka	127
9.3. Vodič dobre higijenske prakse	128
9.4. Postupak sanitacije objekta i opreme	129
9.5. Autosterilizacija sira	132
Literatura	132

**10. NAJNOVIJA DOSTIGNUĆA U PROIZVODNJI SIRA** **133***Bogdan Perko*

10.1. Sposobnost mlijekaza sirenje	134
10.1.1. Što znači sposobnost mlijeka za sirenje?	134
10.2. Laboratorijska kontrola mlijeka	135
10.3. Prerada mlijeka	136

10.3.1. Pročišćavanje/filtriranje mlijeka	136
10.3.2. Toplinska obrada mlijeka	136
10.3.3. Zrenje mlijeka	136
10.3.4. Standardizacija mlijeka	136
10.4. Dodaci u mlijeko	137
10.4.1. Sirilo	137
10.4.2. Mikrobne kulture – inokulum	137
10.5. Koagulacija mlijeka	140
10.5.1. Što je sirenje	140
10.5.2. Protein mlijeka - kazein	140
10.5.3. Promjene pri sirenju	141
10.5.4. Kako upravljati sirenjem?	141
10.6. Obrada gruša	141
10.6.1. Što je sinereza?	141
10.6.2. Predsirenje	142
10.6.3. Dosiravanje (obrada gruša i sirnog zrna)	142
10.7. Oblikovanje sira	142
10.8. Prešanje sira	143
10.9. Soljenje sira	143
10.10. Zrenje sira	143
10.10.1. Primarno zrenje	144
10.10.2. Sekundarno zrenje	144
10.11. Njega sira tijekom zrenja	144
10.12. Mane sira	145
10.13. Kinetika mikrobnih procesa tijekom zrenja sira	145
10.14. Proteoliza	147
10.15. Lipoliza	147
Literatura	147

## **11. OPREMANJE MINI SIRANE I ZAKONSKA REGULATIVA 149**

*Višnja Magdić*

11.1. Vrste objekata	150
11.1.1. Vrste objekata u Hrvatskoj	150
11.1.2. Vrste objekata u Sloveniji	151
11.2. Uvjeti za objekte	152
11.3. Uvjeti za prostorije	154
11.3.1. Uvjeti u prostorijama za prijem i preradu mlijeka	154
11.3.2. Uvjeti u prostoriji za zrenje i pakiranje sira	156
11.3.3. Garderoba	157
11.3.4. Sanitarni čvor	157
11.4. Oprema u mini sirani	158
11.4.1. Osnovna oprema	158
11.4.2. Dodatna oprema	162
11.5. Prodaja sira	163
11.5.1. Oprema u prodavaonici	163
11.6. Zakonska regulativa	165
Literatura	165

**12. SLJEDIVOST I KONTROLA KVALITETE SIRA****167***Irena Barukčić*

12.1. Zakonodavni okvir	167
12.2. Sljedivost	168
12.2.1. Definicija	168
12.2.2. Zahtjevi za sljedivost	169
12.2.3. Što kad imamo sljedivost?	172
12.2.4. Praktična primjena u sirarstvu	173
12.3. Kontrola kakvoće sira	174
Literatura	177

**13. PAKIRANJE I DEKLARACIJA SIRA****179***Katarina Lisak Jakopović*

13.1. Pakiranje sira	179
13.1.1. Materijali za pakiranje sira	180
13.2. Deklaracija sira	181
13.2.1. Praksa poštenog informiranja	181
13.2.2. Odgovornosti	182
13.2.3. Sadržaj deklaracije	182
13.2.4. Podjela sireva	186
Literatura	187

**14. POVEĆANJE TRŽIŠNE VRIJEDNOSTI SIRA****189***Rajka Božanić*

14.1. Prednosti uvođenja oznaka zaštite	189
14.2. Oznaka izvornosti	191
14.3. Oznaka zemljopisnog podrijetla	191
14.4. Oznaka zajamčenog tradicionalnog specijaliteta	192
14.5. Registracija i zaštita	192
14.5.1. Predregistracijske aktivnosti	193
14.5.2. Postupak registracije na nacionalnoj razini	193
14.5.3. Postupak registracije na razini Europske unije	195
Literatura	196

**BILJEŠKE O AUTORIMA****199**

Irena Rogelj	199
Rajka Božanić	200
Bogdan Perko	201
Samir Kalit	202
Bojan Matijević	203
Irena Barukčić	204
Katarina Lisak Jakopović	205
Vljenja Magdić	206
Danijela Stručić	207

# SIR KROZ POVIJEST

**Bojan Matijević**

Sir je hrana koju prihvaćamo kao nešto uobičajeno u svakodnevnom životu i nešto što samo po sebi potječe iz našeg vremena. Međutim, sir ima dugu povijest ispunjenu različitim mitovima, legendama i povijesnim dokazima koji opisuju njegovo podrijetlo, ali i razvoj proizvodnje. Neki mitovi i legende o siru nisu jasno povijesno potkrijepljeni i dio su kulturne tradicije prenošene putem usmene predaje. Navedeno čini povijest o siru vrlo dinamičnom i zanimljivom.

Vještina proizvodnje sira razvijala se stoljećima s ciljem što kvalitetnije prehrane ljudi, ali i konzerviranja i čuvanja mlijeka na što duže razdoblje. Ova se vještina tradicionalno prenosila kroz generacije, a brojni ratovi, osvajanja i susreti civilizacija zasluzni su za njezino širenje i razvoj. Pojedine zemlje i pojedine regije tih zemalja razvile su specifične, često vrlo različite postupke proizvodnje sira tako da suvremena civilizacija danas posjeduje velik broj različitih vrsta sira. Literatura navodi preko 2000 različitih sireva. Brojni sirevi nose naziv mjesta podrijetla. Njihova različitost očituje se u obliku i konstrukciji opreme koja se koristi u proizvodnji sira, dok su osnovne karakteristike procesa proizvodnje i senzorska svojstva vrlo slična. Ovakavim je pristupom broj različitih vrsta sireva smanjen na 400 do 1000. Prema Robinsonu (1990), postoji tek 18 različitih vrsta sira iz kojih su nastale brojne inačice (varijeteti) kao posljedica kulturnih, klimatskih i drugih specifičnosti pojedinih regija, što ujedno otežava klasifikaciju različitih vrsta i varijeteta sira.

## 1.1. Etimologija riječi sir

Riječ sir stoljećima je mijenjala svoj oblik i značenja u svjetskim jezicima. Proučavanjem etimologije riječi sir (kada je ušla u jezik, iz kojeg izvora te kako su se mijenjali njezin oblik i značenje) možemo pratiti i povijest sira kao hrane. Sama riječ sir u svjetskim jezicima svoje porijeklo ima u grčkom *formos* ili latinskom *ca-*

*seus*. Grčki naziv riječi sir potječe od naziva košare *formoi*, načinjene od rogoza. Grčke žene i danas ručno pletu takve košare. Košara je služila za cijeđenje, a sir je poprimao oblik košare. Grčko podrijetlo riječi sir nalazimo u starofrancuskom *fromage* ili *furmage*, francuskom *fromage*, španjolskom *formaje* i talijanskom *formaggio*. Širenje latinskog izvora riječi posljedica je rimske osvajanja, koja, osim što donose sir kao hrano mnogim narodima, prenose i vještina proizvodnje sira. Latinsko podrijetlo nalazimo u nizozemskom *kaas*, portugalskom *queijo*, staro-engleskom *ceſe* ili *cyſe*, engleski *cheese*, staronjemački *chasi* ili *kasi*, njemački *käſe*, španjolski *queso* i talijanski *cacio*.

## 1.2. Civilizacijski značaj sira

Kao proizvod kakav danas poznajemo, sir je nasljeđe brojnih civilizacija i kultura. On nije nastao kao proizvod samo jedne civilizacije. Otkrićem osnovne tehnologije proizvodnje sira, svaka je civilizacija dala nešto novo i unaprijedila proizvodnju. Tako od primitivno zgrušanog mlijeka koje može biti hrana, danas imamo mnoštvo različitih vrsta i varijeteta sira koji zahtijevaju brojna znanja i vještine kako bi se proizveli. Pukim promatranjem moglo bi se reći da je to tek namirnica koja zadovoljava osnovne prehrambene potrebe ljudi kroz različita povijesna razdoblja. Međutim, civilizacijski značaj sira mnogo je širi te se može smatrati svojevrsnim fenomenom koji se provlači kroz različita područja društva.

### 1.2.1. Sir kao prehrambeni i zdravstveni fenomen

Danas je opće poznata činjenica da su mlijeko, fermentirano mlijeko i sir osnova pravilne prehrane. Osim što pružaju užitak brojnim gurmanima, sirevi su izvor hranjivih tvari i to u oblicima koje organizam može s lakoćom iskoristiti.

Sir je koncentrirani izvor proteina visoke biološke vrijednosti te se stoga preporučuje njegova svakodnevna konzumacija gotovo svim osobama bez obzira na dob. Uz proteine, sirevi su i dobar izvor vitamina topljivih u mastima (vitamini A, D, E, K) i vitamina topljivih u vodi (vitamini B skupine: B1, B2, B6, B9 i B12), ali i mineralnih tvari osobito kalcija, fosfora i magnezija. Svakodnevna konzumacija sira je dobrodošla, ne samo zbog mnogih hranjivih tvari kojih je izvor, već i zato što sir pozitivno djeluje na očuvanje Zubne cakline te štiti zube od karijesa. Poznato je da je za zdrav razvoj zubi potreban kalcij i fosfor kojima sir obiluje. Osim toga, dokazano je da oni uz mlječnu mast, proteine (kazein i proteini sirutke) daju mlječnim proizvodima zaštitnu ulogu u slučaju zubnog karijesa. Također, sir može spriječiti razvoj zubnog karijesa kroz neutralizaciju kiselina koje nastaju nakon razgradnje ugljikohidrata u ustima, poticanje lučenja sline, smanjenje prijanjanja bakterija na zubnu površinu, smanjenje demineralizacije cakline te remineralizaciju cakline kazeinom, kalcijem i fosforom.

Koliki je značaj sira kao namirnice, svjedoči svakodnevna prehrana Rimljana što se najbolje vidi po sačuvanim receptima u kojima je glavni sastojak sir. Sir se nalazi u žrtvenom kruhu (*libum*) i kolačima (*placenta, spaerita, scribilia, erneum*), u kruhu s moštom (*mustaceus*) te u desertima (*seconda mensa*) kao što su okruglice i kolači od sira, meda i maka (*globi, savillum*) ili začinjene salate od sira i češnjaka (*moretum, appendix vergiliana*). Sir je bio i dio obvezne porcije (*ciba castrensis*) koju su vojnici nosili za vrijeme ratovanja, a najčešće se sastojala od svinjske slanine, pšenice, kiselog vina (*posca*) i sira. Dnevna količina sira koju su vojnici jedne rimske legije u Burnumu konzumirali iznosila je oko 130 kg.

Osim sira, u procesu proizvodnje nastaje i žuto-zelenkasta tekućina koja se izdvaja iz gruša nakon koagulacije kazeina od mlijeka. Ovaj sporedni proizvod naziva se sirutka. Vrijednost sirutke kao napitka ističe Hipokrat (460. god. pr. Kr.) te je preporuča u terapijama tuberkuloze, kožnih bolesti, žutice, probavnih smetnji i sl. U srednjem vijeku koristi se laktoserum (sirutka) u liječenju različitih bolesti, a vrhunac upotrebe u terapijske svrhe bio je u 18. stoljeću, kada su se pojavile posebne institucije za liječenje sirutkom. Švicarska, Njemačka i Austrija u 18. i 19. stoljeću koriste sirutku u terapijama oboljelih od diareje, dizenterije te nekih trovanja. Tada se smatralo da sirutka posjeduje svojstva diureтика i djeluje okrepljujuće na organizam.

### **1.2.2. Sir kao tehnološki fenomen**

Izrada kvalitetnog sira i danas se smatra svojevrsnim majstorstvom. U počecima proizvodnje ljudi nisu razumjeli promjene koje se zbivaju tijekom izrade sira, ali su posjedovali iskustvena znanja kojima su vješto upravljali tim procesima. Ta su znanja prenosili iz generacije u generaciju, koje su dodavale nešto novo i unapredijevale proizvodnju. Razumijevanje promjena tijekom izrade sira počinje u drugoj polovici 19. stoljeća što je posljedica razvoja kemije, biokemije i mikrobiologije. Danas znamo da u proizvodnji sira sudjeluju različiti enzimi, bakterije i/ili plijesni. Znanja koja su ljudi stoljećima vješto koristili u proizvodnji sira, danas koriste i brojne tehnologije koje povezuju prirodne i tehničke zanosti, a danas ih zajednički nazivamo biotehnologijom. Stoga se sir, uz vino, pivo i kruh, može smatrati začetnikom moderne biotehnologije koja pruža brojne dobrobiti čovječanstvu.

### **1.2.3. Sir kao kulturni i vjerski fenomen**

Sir kao hranu, ali i sam proces proizvodnje, opisuju brojna pisana djela Grčke i Rima te moderne književnosti. Vrijednost sira prepoznale su brojne vjere – od onih svojstvenih za prve civilizacije pa sve do onih vjera kakve danas poznajemo. Drevni Grci smatrali su sir hranom bogova, ali i sredstvom preživljavanja običnih smrtnika. U njihovim pisanim zapisima postoji mnoštvo navoda.

Najraniji i najznačajniji zapis o proizvodnji sira spominje se u „Odiseji“ napi-

sanoj oko 700. god. pr. Kr., grčkom epu koji se pripisuju pjesniku Homeru. U IX. pjevanju epa, opisujući susret Odiseja i Kiklopa Polifema na Siciliji, Homer je napisao:

*„Hrabro smo ušli u spilju i dobro je razgledali. Kao u nekom spremištu stajale su košare pune sira i sve su posude, bačve i zdjelice bile napunjene ovčjom sirutkom. U stajama su bili kozlići i janjci, brižno raspoređeni prema starosti.“*

Kasnije Homer opisuje i kako Polifem izrađuje svježi sir koji stavlja na cijeđenje u košaru od rogoza (*formoi*).

Sir kao hranu jednako cijene židovi i kršćani što se može vidjeti u Starom zavjetu. Prva knjiga o Samuelu (1 Sam 17-18) i Druga knjiga o Samuelu (2 Sam 17-19) dio su Starog zavjeta u kojem se sir spominje kao vrijedna hrana, ali i poklon.

#### **1.2.4. Sir kao ekonomski fenomen**

Sirovo mlijeko je lako pokvarljiva hrana, a njegovom preradom u sir moguće ga je konzervirati u većim količinama. Time je omogućeno čuvanje mlijeka na duže razdoblje i akumulacija financijske vrijednosti. Švicarci su koristili sir kao sredstvo plaćanja u trgovini s Rimljanim i mijenjali ga za meso, vino i ulje. U Rimu je potražnja sira bila izrazito velika te je car Dioklecijan bio prisiljen izdati dekret kojim je poticao proizvodnju i regulirao maksimalnu cijenu jedne libre (327 g) svježeg sira koja je iznosila 8 denara. Iz dekreta je vidljiv velik značaj sira za Rim i careva težnja da ostvari tržišnu ravnotežu cijeni i količini sira.

### **1.3. Pretvorba mlijeka u sir**

Iako ne postoje čvrsti dokazi kada su pripitomljeni prvi sisavci, smatra se da se to odvijalo između 10000. i 7000. god. pr. Kr. neovisno na svim kontinentima. Svaka ljudska skupina izabrala je određenu vrstu sisavaca za pripitomljavanje na temelju njihove dostupnosti i poslušnosti. Prvi sisavci koji su živjeli s ljudima vjerojatno su bili vukovi i mali preživači, poput ovaca i koza. Životinje poput krava, konja i deva pripitomljene su nešto kasnije, oko 4000. god. pr. Kr. Ove su životinje pripitomljene za potrebe dobivanja mesa, a tek se kasnije uvidjelo da se može koristiti i bijela ili žućkasta tekućina (mlijeko) koju te životinje luče. To potvrđuje i keramika pronađena u Turskoj (oko 6500. god. pr. Kr.) i Engleskoj (oko 4500. god. pr. Kr.), koja je služila za korištenje mlijeka, iako možda i indirektno u prehrani ljudi. U tom su periodu povijesti ljudi najviše uzgajali koze i ovce, pa su prvi sirevi nastali iz njihova mlijeka.

Promatrajući način života ljudi u tome povijesnom razdoblju, može se pretpostaviti slučajan nastanak izrade sira. Klimatski uvjeti i nomadski način života pogodovali su grušanju kazeina djelovanjem kiseline, nastale vrenjem mlijeka pod utjecajem bakterija mliječne kiseline prirodno prisutnih u mlijeku. U to vri-

jeme ljudi su čuvali i transportirali mlijeko u životinjskim mješinama, slično kao i vodu. Visoke vanjske temperature pogodovale su rastu i aktivnosti bakterija mliječne kiseline koje su kiselile mlijeko i pretvarale ga u gel. Tako svorenji gel prilično je stabilan. Međutim, ukoliko se protrese ili mehanički razbije, odvaja se u dvije faze: čvrstu fazu koja se sastoji od proteina i masti (gruš) i tekuću fazu koja se sastoji od vode i u vodi topljivih sastojaka mlijeka (sirutka). Upravo čuvanje mlijeka u životinjskim mješinama pogodovalo je kiseljenju mlijeka, a transport i potresanje razaranju stvorenog gela i odvajaju grušu od sirutke. U nedostatku druge hrane, ljudi su uočili mogućnost konzumiranja tekuće faze, i to odmah, kao osježavajućeg napitka, a čvrstu su fazu mogli čuvati na duže vrijeme. Dobiveni gruš je obrađivan sredstvima i metodama koje su u to vrijeme poznivali, a koristili su ih i za čuvanje mesa, kako bi produžili rok konzumacije. Kiseli gruš su sušili na zraku i ili su dodavali sol. Slani sirevi (kao Feta i Domiati), slični izvornim srevima, i danas se proizvode na Bliskom istoku i Balkanu, gdje vremenski uvjeti pružaju visoke temperature zraka. Sušeni sirevi su danas manje poznati, ali se brojni varijeteti ovih srevova još uvijek proizvode na Bliskom istoku i Sjevernoj Africi.

Čuvanje mlijeka u životinjskim mješinama pogodovalo je spontanom nastanku i drugih kategorija srevova, djelovanjem proteolitičkih enzima (sirila). Ako su za čuvanje mlijeka korištene novije mještine, dobivene od mladih životinja, kod kojih je stijenka sadržavala enzime (tkivo životinjskih želudaca), smještanjem mlijeka u takve mještine, s vremenom je došlo do ekstrakcije enzima koji su zgrušali mlijeko i stvorili gel. Slično kao i kod srevova dobivenih kiselim koagulacijom, dobiveni gel se tijekom transporta razdvajao na čvrstu i tekuću fazu. Gruš dobiven na ovaj način omogućio je bolje izdvajanje tekuće faze i bolje sušenje dobivenog proizvoda. Gruš dobiven djelovanjem enzima bilo je moguće čuvati duže od gruša dobivenog djelovanjem bakterija mliječne kiseline. Tijekom razdoblja čuvanja gruša učestalo su djelovale različite bakterije, sirilo i enzimi iz mlijeka te su mijenjali okus, miris, aromu i teksturu gruša. Taj proces danas nazivamo zrenje sira, a pravilnim vođenjem možemo dobiti mnoštvo srevova koji se razlikuju po okusu, mirisu, aromi i teksturi. Proteolitički enzimi (renin ili sirilo) koje su korišteni, izolirani su iz želuca mladih preživača, najčešće telića i janjadi. Međutim, kao sirilo su korišteni i proteolitički enzimi nekih biljaka kao što je smokva ili čkalj. Sirilo dobiveno iz bilja intenzivno su koristili Rimljani, ali ono nije bilo pogodno za sreve s dugim zrenjem te je sirilo životinskog podrijetla istisnulo njegovu uporabu. Srevi dobiveni djelovanjem enzima danas zauzimaju značajno mjesto u industrijskoj proizvodnji i čine 75 % ukupne proizvodnje sira.

Primjena vatre u pripremi hrane pogodovala je nastanku i treće kategorije srevova, kod kojih se koagulacija proteina provodi djelovanjem topline. Kasnije su se u obradi mlijeka vatra i toplina počele primjenjivati zbog tekućeg agregatnog stanja koje je otežavalo manipulaciju. Postupak proizvodnje sira djelovanjem topline nastao je, također, slučajno u pokušaju zagrijavanja kiselog mlijeka.

Tijekom zagrijavanja došlo je do grušanja i odvajanja tekuće i čvrste faze mlijeka. U ovoj situaciji čvrsta faza, osim na dnu posude, izdvojila se i na površini tekuće

faze. Ljudi su sakupili izdvojenu čvrstu fazu s površine i konzumirali je u svježem stanju ili obradili (sol i/ili sušenje) i takvu čuvali duže vrijeme.

## 1.4. Sirarstvo starog vijeka

Povijesno razdoblje starog vijeka podrazumijeva sve stare ili drevne civilizacije koje su se razvile na prostorima jugozapadne Azije, Egipta, oko Inda, Žute rijeke (Huang Ho) u Kini, jugoistočnoj Europi, te Srednjoj i Južnoj Americi uz obalu Tihog oceana. Kao granu poljoprivrede, stočarstvo nalazimo kod većine civilizacija u tome povijesnom razdoblju, a stoka se uzgaja radi hrane (meso i mlijeko) te vune i krvna. Razdoblje starog vijeka značajno je za razvoj umijeća proizvodnje i širenje sira kao hrane. Međutim, civilizacije na području Kine bavile su se stočarstvom, no nisu veliku pažnju posvećivale proizvodnji mlijeka, a samim time i sira. Ovo se može pripisati intoleranciji na laktazu, nemogućnosti probave laktoze, poremećaju koji je svojstven stanovnicima ovog dijela Azije.

Povjesničari smatraju Sumerane prvom visokorazvijenom civilizacijom koja je nastala na donjim tokovima rijeka Eufrata i Tigrisa. Ova je civilizacija svoje gospodarstvo temeljila na poljoprivredi, a kod njih nalazimo i prve poljoprivredne priručnike. Međutim, stočarstvu su Sumerani posvećivali dosta brige. Uzgajali su goveda, ovce, koze, svinje, magarce i konje. Svoju proizvodnju su razgranali na radne specijalnosti (postojala je dioba npr. na „ljude od ovaca“ ili „ljude od koza“ i sl.). Pastiri su čuvali stada ovaca za vunu, drugi za meso, treći za mlijeko. Sumerani su nam ostavili i prve pisane i materijalne tragove o proizvodnji sira.

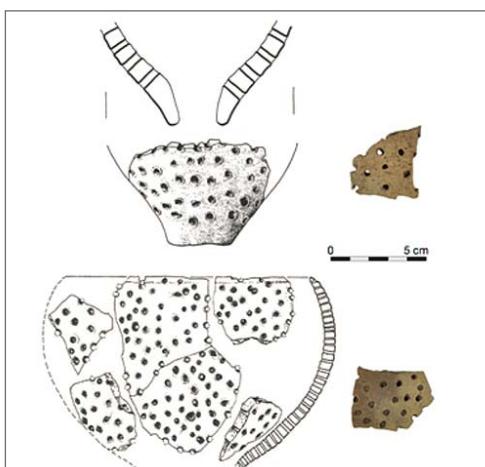
U literaturi Sumerana, ispisanoj na glinenim pločicama klinastim pismom, koristila se riječ ga-bar za naziv sira. Svoje sireve su proizvodili od kravljeg, kozjeg ili ovčjeg mlijeka, a čuvali su ih u uskim vrčevima (oko 4000. god. pr. Kr.). Ova je civilizacija poznavala oko 20 različitih varijeteta sira (oko 3000. god. pr. Kr.), a razlikovali su: bijeli sir, svježi sir i bogat sir.

Babilonci su naslijedili Sumerane. Ova je civilizacija bila mješavina različitih nomadskih plemena i Sumerana, ali je bila pod snažnim utjecajem sumeranskog nasljeđa. U zapisima ove civilizacije (oko 2000. god. pr. Kr.) jasno se vidi da proizvode mlijeko i prerađuju ga u sir. Babilonci su proizvodili različite varijetete sireva i koristili različite nazine. Osnovna riječ za sir bila *jeeqidum*, a za sir intenzivnog mirisa koristili su pogrdan naziv *nagabu* ili smrđljivi sir. U sireve su dodavali vino, začinsko bilje i datulje. Također, sirevi su bili i nezaobilazan dio kulinarstva ove civilizacije, o čemu svjedoči i nekolicina recepata toga povijesnog razdoblja.

Egipat je bio izrazito poljoprivredna zemlja, nastala u dolini rijeke Nil. Većina Egipćana u doba antike bavila se ratarstvom i stočarstvom. Osnovne životinje koje su uzgajali stanovnici Egipta bile su koze, ovce i krave. Vladavina Prve dinastije (oko 3100. do 2900. god. pr. Kr.) ostavila je materijalne dokaze o proizvodnji sira. Grobnice vladara ove dinastije sadrže slike na zidovima koji prikazuju proizvodnju

sira. Također, pronađene su dvije keramičke posude u grobnicama vladara Prve dinastije. Pažljivom kemijskom analizom sačuvana sadržaja ovih posuda utvrđeno je da su služile za čuvanje sira što je neosporni dokaz koji govori o proizvodnji sira. Arheolozi su analizirali i egipatske zapise te prepostavljaju da su stari Egipćani sir nazivali *rwt* i da su poznавали najmanje dvije vrste sira.

Sir nisu proizvodile samo drevne civilizacije. Novijim arheološkim istraživanjima utvrđeno je njegovo postojanje i proizvodnja na području Europe već oko 6000. god. pr. Kr. Kao dokaz tome svjedoče keramičke posude pronađene u Sjevernoj Europi (slika 1.1.) koje su vjerojatno služile za odvajanje sirutke od gruša.



**Slika 1.1.** Shematski prikaz rekonstrukcije i fotografije fragmenata posude pronađene na području Kuyavia za koju se pretpostavlja da je služila za cijeđenje sira (Salque i sur., 2013)

O proizvodnji sira na Bliskom istoku u doba starog vijeka vrlo malo se zna. Poznata je činjenica da je to vjerojatno dio svijeta u kojem se sir među prvima proizvodio. Međutim, literatura nam pruža vrlo malo povijesnih činjenica o proizvodnji sira. Postojeći autohtoni sirevi Bliskog istoka su u biti bili vrlo jednostavnii. Uglavnom se radilo o svježim osušenim srevima (slika 1.2.). Kada je mlijeka bilo u izobilju, izrađivao se ovčji sir sličan Feti koji se čuvalo u salamuri kako bi potrajavao tijekom mjeseci nestašice. Sir Halloumi, a koji se smatra da potječe s Cipra, originalno su izrađivala beduinska plemena od ovčjeg mlijeka. Sir se koristio u gastronomiji stanovnika Bliskog istoka. Ovakve navike su se zadržale i kasnije, u srednjovjekovnoj arapskoj kuhinji. Sir je i danas značajan dio prehrane stanovnika Bliskog istoka, iako oni poznaju malo varijeteta, a i manje gastronomskih recepata nego što se poznaje u zapadnoj Europi.



**Slika 1.2.** Sušenje sira na krovu šatora beduina, Arabija početak 20. st. (Dalby, 2009)

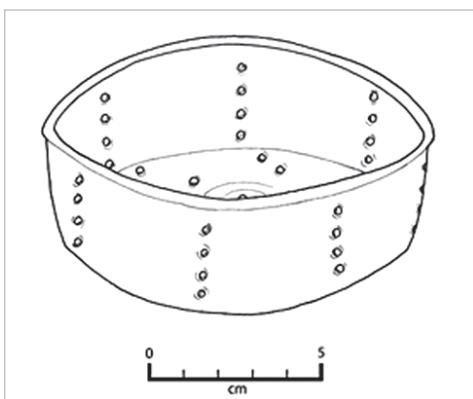
Grčka je civilizacija imala dobro razvijenu poljoprivredu i stočarstvo, ali i trgovinu. Klima jakih suprotnosti, zajedno s negostoljubivim terenom dopuštali su Grcima tek uzgoj koza i ovaca koje su bile otporne na tako nepovoljne uvjete. Stoga su meso, mlijeko i mliječni proizvodi imali važnu ulogu u grčkoj prehrani.

Iskapanja na grčkom otoku Therasia koji je nastradao u erupciji vulkana (oko 1627. god. pr. Kr.) pronađeni su zagoreni ostaci. Arheolozi koji su provodili iskapanja u 19. st. smatrali su da se radilo o siru. Sačuvani popis namirnica za jedno slavlje (oko 1300. god. pr. Kr.) na otoku Pylos pokazuje da se sir izražavao u mjernim jedinicama kao cijeli sirevi ili standardni mikenski sir. Jedan takav popis sadržavao je 10 sireva, a za njih je plaćeno 86,4 L vina. O mlijeku i siru u Grčkoj svoja opažanja izrazio je i Aristotel (400. god. pr. Kr.). Mlijeko sadrži serum pod nazivom orros (sirutka) i čvrsti dio koji naziva tyros (sir). Aristotel smatra što se proizvede više mlijeka to će se dobiti više sira. Mlijeko deva se lako probavlja, zatim slijedi mlijeko kobila i magarca, dok se kravlje mlijeko najteže probavlja. Neke životinje mogu proizvoditi dovoljno mlijeka za svoje mlade i dodatna se količina može odvojiti i preraditi u sir. To osobito vrijedi kod ovaca i koza, a manjim dijelom krava. Mlijeko kobila i magarica koristi se za izradu frigijskog sira. Aristotel smatra da se može dobiti više sira od kravljeg mlijeka negoli od kozjeg. On ne raspravlja o sazrijevanju sira. Iz njegovih se rasprava može pretpostaviti da je trophalides mali svježi sir koji je tipičan za njegovo doba i da se prodaje za jedan mali srebrni novčić.

Rim je civilizacija koja je najviše pridonijela širenju i razvoju sirarstva. Sir je bio izrazito važan u svakodnevnoj prehrani Rimljana što se najbolje vidi po sačuvanim receptima u kojima je glavni sastojak sir. Sačuvani izvori navode podatke o proizvodnji sira u Rimu. Kolumela je ostavio detaljan opis proizvodnje sira. On kaže da se sir treba raditi od što svježijega punomasnog mlijeka jer, ako se ostavi da stoji ili se izmiješa s vodom, brzo poprima kiseli okus. Zgrušava se pomoću sirila (coagulum, rennet) od teleta ili jareta. Kada se lonac napuni mlijekom, ne smije stajati predugo prije zagrijavanja; također, lonac ne smije biti u kontaktu s otvorenim plamenom (što je popularna tehnika kod nekih ljudi), nego treba stajati pored

vatre. U trenutku kada se tekućina počne grušati, prebacuje se u pletena cjedila ili kalup, jer je jako važno da se u prvome mogućem trenutku potpuno procijedi od guste tvari. Nakon što se sir odvoji iz košara ili cjedila, smješta se na čiste daske u hladnom i mračnom mjestu kako bi se spriječilo kvarenje i tada se posoli s ciljem izdvajanja sirutke. Ako se nakon izdvajanja sirutke preša punom snagom, sir postaje kompaktan. Ponovo se lagano posoli i pritisne utezima. Nakon što se ovaj proces ponavlja devet dana, sirevi se ispiru svježom vodom i slažu u redove na posebno oblikovane pletene police tako da se ne dodiruju, dok se malo prosuše. Da ne bi bili premekani, spremaju se na nekoliko polica u zatvorenom prostoru zaštićenom od vjetra.

Plinije uspoređuje vrste sira koje su najviše cijenjene u Rimu, te kaže da su najbolji sirevi iz provincije gdje je Nemausus (Nimes, Francuska), osobito iz tamošnjih sela Lesura (danas Losere) i Gabalis (danak Gevaudan), ali njihova kvaliteta je kratkotrajna i moraju se pojesti dok su svježi. S pašnjaka Alpa preporučuju se dvije vrste sira: doklejski sir iz Delmatskih Alpa i vatusički sir iz Ceu-tronskih Alpa. U Apennima su vrste brojnije. U Liguriji postoji sir iz Cebe (Ceba) koji je uglavnom od ovčjeg mlijeka, u Umbriji i onaj iz Esine (Æsina), a s granice Etrurije i Ligurije odličan je sir iz grada Lune (Luni), poseban zbog svoje veličine (jedan sir teži skoro 1000 libri). Bliže Gradu (Rimu), proizvodi se sir Vestina (Vestinum), a najbolji od te vrste dolazi iz područja mjesta Ceditium. Okus kozjeg sira, kojeg jako cijene, pojačava se dimljenjem. Sir te vrste pravi se i u Rimu, a ima bolji okus od sira proizvedenog u Galiji, koji ima snažan okus kao lijek. Od sireva koji se rade preko mora, bitinijski sir (Bithynia, Mala Azija) smatra se prvim po kvaliteti. Vidljivo je da sol postoji u pašnjacima, jer kako (sir) stari, dobiva slankasti okus, ali ne pretjerano. Također je poznato da će sir povratiti svoj originalni svježi okus ako se umoči u mješavinu timijana (majčine dušice) i octa. Izvori kažu da su Rimljani sir pritiskali utezima, a smještali su ih u pletene košare ili kalupe. Pletene košare nisu sačuvane, ali su sačuvane posude od gline za koje se smatra da su kalupi ili/cjedilo za sir. Na području Ivandvora pronađen je jedan takav kalup (slika 1.3.). Mala glinena posuda, unutrašnjeg promjera oko 9,8 cm s perforacijama na dnu i stijenkama koje su služile za cijeđenje sirutke iz sirnog gruša.

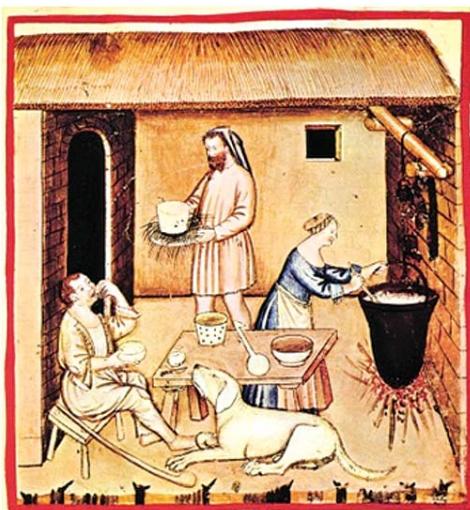


**Slika 1.3.** Rekonstrukcija posude prema analognom materijalu, cje-dilo-kalup za sir, Ivandvor (Ožanić Roguljić, 2010)

## 1.5. Sirarstvo srednjeg vijeka

Sredni vijek je razdoblje koje počinje padom Zapadnoga Rimskog Carstva 476. god. i nastankom prvih germanskih država te traje sve do Kolumbova otkrića Amerike 1492. god. Rani srednji vijek karakterizira seoba naroda koja je bitno izmijenila način života tadašnjih stanovnika Europe. Padom Zapadnoga Rimskog Carstva promijenila se politička, gospodarska i društvena slika same Europe. U graničnim područjima počele su nicati prve države novoprdošlih naroda (Germana, Gota, Slavena i Avara). U srednjem vijeku na nasljeđu antike sirarstvo se nastavilo razvijati te je poprimilo nove oblike. Većina sireva koje danas poznajemo nastali su upravo u srednjem vijeku (tablica 1.1.).

Grci i Rimljani su u ranome srednjem vijeku nastavili proizvoditi sireve. Grčki otok Kreta i sjeverne planine Grčke bili su središte proizvodnje sira. Uglavnom su se proizvodili sirevi od kozjeg i ovčjeg mlijeka, koji su bili slični Feti. Brojni povjesni zapisi opisuju ove sireve kao jako slane, a čije kriške plutaju u slanoj vodi. Kolonizacija Sicilije omogućila je Grcima izvoz sira. Sir se proizvodio u zapadnoj i središnjoj Europi davno prije Rimskog Carstva. Međutim, opravданo se može reći da europska povijest sira u Portugalu, Španjolskoj, Francuskoj, Belgiji, Švicarskoj, Austriji i Italiji počinje s Rimljanim. Sve ove zemlje i dalje su nastavile proizvoditi sir kroz cijeli srednji vijek.



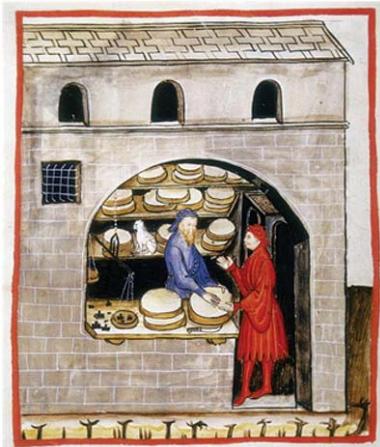
**Slika 1.4.** Proizvodnja i konzumacija sira, ilustracija iz srednjeg vijeka, zdravstveni vodič *Tacuinum Sanitatis* (Dalby, 2009)

Izrazito jak utjecaj Katoličke crkve u svim aspektima života karakteristika je srednjovjekovne civilizacije. Crkva srednjeg vijeka osniva samostalne zajednice redovnika (redove), smještene u samostane, koji su bili kulturni i gospodarski centri svog vremena, a osobito su bili uspješni u poljoprivrednoj proizvodnji. Redovnici su primjenjivali najnaprednija znanja svog vremena kombinirajući ih s

iskustvima iz antike. Gotovo svi svjetovni posjedi pokušavali su prihvatićti njihov način obrade zemlje i prerade proizvoda sa zemlje u hranu. Samostani su bili i nositelji proizvodnje sira, a uglavnom su prerađivali mlijeko s vlastita imanja. Redovnici su ljubomorno čuvali postupak proizvodnje sira. Naime, u proizvodnji sira sudjelovalo je više specijaliziranih redovnika stručnjaka. Pojedini proizvodni zahvat radio je samo jedan redovnik sirar. Svaki redovnik sirar znao je do savršenstva samo svoj dio posla, dok je posao ostalih za njega bila tajna. Samo opat, koji je vodio samostan, je znao cijeli postupak proizvodnje sira, a znanje je prenosio na redovnika sirara koji ga je trebao naslijediti.

**Tablica 1.1.** Popis sireva čiji je nastanak opisan u povjesnim izvorima (Puđa, 2009.; Tratnik i Božanić, 2012)

Naziv sira	Godina	Porijeklo
Feta	900. god. pr. Kr.	Grčka
Emmentaler	50. god. pr. Kr.	Švicarska
Sbrinz	100. god.	Švicarska
Gorgonzola	879. god.	Italija
Neufchâtel	1035. god.	Francuska
Roquefort	1070. god.	Francuska
Caciocavallo	1100. god.	Italija
Munster	1200. god.	Francuska
Grana	1200. god.	Italija
Taleggio	1282. god.	Italija
Gruyere	1288. god.	Švicarska
Appenzeller	1400. god.	Švicarska
Brie	1400. god.	Francuska
Cheddar	1500. god.	Engleska
Parmigiano	1579. god.	Italija
Gruyer	1602. god.	Švicarska
Gouda	1697. god.	Nizozemska
Gloucester	1697. god.	Engleska
Stilton	1722. god.	Engleska
Camembert	1791. god.	Francuska
Limburger	1800. god.	Belgija
Port du Salut	1800. god.	Francuska
Tilsit	1893. god.	Švicarska
Bel paese	1920. god.	Italija



**Slika 1.5.** „Stari sir“, ilustracija iz 14. stoljeća, zdravstveni vodič *Tacuinum Sanitatis* (Dalby, 2009)

Umijeće proizvodnje sira primjenjivala su i veća feudalna imanja koja su prihvatila, njegovala i unapređivala tradiciju proizvodnje pojedinih vrsta sireva (slika 1.4.). Samostani, kao i veća feudalna imanja, najčešće su funkcionirali kao zasebne, zatvorene proizvodne cjeline koje su nastojale zadovoljiti svoje potrebe za hranom. Jedna od osnovnih funkcija samostana i feudalnih imanja bila je prikupljanje hrane tijekom ljeta i jeseni, njezino odgovarajuće konzerviranje i čuvanje za zimu. Prerada većih količina mlijeka u sir zauzimala je značajno mjesto. Organizacija rada u samostanima i feudalnim imanjima, u uvjetima njihove samostalnosti i potpune zatvorenosti, imala je značajan utjecaj na razvoj sirarstva. Naime, svaki samostan i feudalno imanje razvijalo je vlastitu proizvodnju, u skladu s tradicijom koja se s vremenom razvijala, pri čemu su sirevi koji se proizvode u različitim regijama često nazivani različitim imenima, iako su se primjenjeni postupci proizvodnje samo neznatno razlikovali. U većini slučajeva, sirevi su nosili ime samostana ili mjesta u kojima je započela njihova proizvodnja. Izoliranost samostana i feudalnih imanja u srednjem vijeku, a time i proizvodnje sira koja je bila organizirana u njihovim okvirima, vjerojatno je jedan od najvažnijih razloga za nastanak velikog broja različitih vrsta i varijeteta sireva.

## 1.6. Sirarstvo u razdoblju renesanse i industrijske revolucije

Renesansa je jedno od najvažnijih razdoblja u kulturi zapadne Europe, koje je dovelo do preokreta u znanosti, filozofiji, književnosti i likovnim umjetnostima. U ovom razdoblju antika je smatrana vrhuncem ljudskog stvaralaštva, pa su sve umjetnosti i znanosti, koje su bujale u antici, ponovno bile oživljene. Međutim, za sirarstvo, u ovome povijesnom razdoblju nije moguće reći da je doživjelo svoju renesansu. Istina, neki poznati sirevi su nastali u doba rene-

sanse (tablica 1.1.), ali postupci proizvodnje sličili su onima u srednjem vijeku. Osim toga, tijekom renesanse, plemstvo je sir smatralo nezdravim i hranom nižih slojeva te je doživio pad popularnosti. Iako sir nije bio popularan kod plemstva, običan puk ga je konzumirao kao i prije. Tijekom renesanse sir je bio motiv slikara (slika 1.6.). Brojne grafike i ulja na platnu svjedoče o prodaji i konzumaciji sira, a iz njih možemo vidjeti i popularnost pojedinih sireva.



**Slika 1.6.** Konzumacija sira Ricotta, Vincenzo Campi, oko 1536. god.

Otkriće „novog svijeta“, dovelo je i do širenja sira i na kontinent Južne i Sjeverne Amerike. Naime, stanovnici obje Amerika do dolaska Europljana nisu konzumirali mlijeko niti su poznavali umijeće prerade mlijeka u sir. Koze su prve mlijecne životinje koje su donesene u Ameriku. Sva tri broda Nina, Pinta i Santa Maria, kojima je Christofor Kolumbo (1492. god.) isplovio za Ameriku, nosila su koze kao izvor svježeg mlijeka za mornare. Umijeće proizvodnje sira brzo se širilo „novim svijetom“ te se već 1620. god. u Mayfloweru na tržnici moglo naći mnoštvo različitih sireva.

Crkvene reforme koje su nastupile u 16. st. odrazile su se i na proizvodnju sira. Pojava protestantizma i nastanak Anglikanske crkve te sukob Henrika VIII. s papom doveli su do raspuštanja samostana (1540. god.) u Engleskoj. Brojni samostani su zatvoreni, a velika samostanska zemljišta prešla su u ruke krune, a potom i ruke plemstva. Redovnici koji su do tada obitavali i radili u samostanima, bili su prisiljeni tražiti posao, koji su našli kod lokalnih seljaka i feudalaca te se proizvodnja sira preselila na lokalna feudalna imanja.

Sirarstvo je dugo zadržalo manufaktturni način proizvodnje, a industrijski način proizvodnje doživjelo je vrlo kasno, po završetku prve industrijske revolucije, tek u drugoj polovici 19. st. Prva industrijska sirana otvorena je u Sjedinjenim Američkim Državama, New Yorku (1851. god.), dok je Europa dobila industrijsku siranu nešto kasnije u Londonu (1870. god.). Industrijski način proizvodnje sira povećao je i potrebu za sirilom. Razvoj industrijske proizvodnje pripisuje se Christianu D.A. Hansenu, farmaceutu iz Danske. On je razvio proces dobivanja čistog i standardiziranog sirila (1872. god.) iz želuca mladih telića, za što je nagrađen zlatnom medaljom. Rezultati istraživanja naveli su ga na prvu industrijsku proizvodnju sirila (1874. god.)

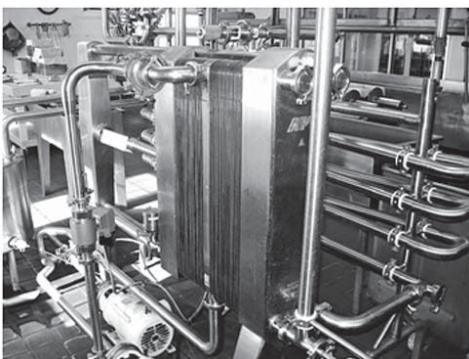
## 1.7. Suvremeno (moderno) doba sirarstva

Suvremeno (moderno) doba sirarstva započinje završetkom prve industrijske revolucije. Osnova procesa proizvodnje sira nije se bitno promjenila do današnjih dana, ali je omogućena proizvodnja većih količina sira, ujednačene kvalitete i sigurnih za potrošače. Ovo doba karakterizira potrošačko društvo, a samim time i masovna proizvodnja sira. Zanimljiva je činjenica da stanovnici Amerike do dolaska Europljana nisu poznavali proizvodnju mlijeka i sirarstvo. Slična je situacija bila u Australiji i Oceaniji (Novi Zeland). Međutim, upravo se suvremena proizvodnja sira odvija u Americi, Australiji i Oceaniji, koje su vodeći svjetski proizvođači sira.

Većina sireva kakve danas proizvodimo i konzumiramo imaju bogato povijesno nasljeđe, a nastali su tijekom starog ili srednjeg vijeka. Međutim, i suvremeno doba sirarstva dalo je neke poznate sreve kao što je: Monterey Jack (Amerika, 1882. god.), Bel Paese (Italija, 1920. god.) i Maasdam (Nizozemska, 1980. god.). Intenzivan razvoj znanosti, koji je započeo u drugoj polovici 19. st., dao je brojna znanja i dostignuća koja su se mogla primijeniti i u proizvodnji sira. Razjašnjeni su kemijski, biokemijski i mikrobiološki procesi tijekom sirenja i zrenja sira, no nastale su i brojne tehničke inovacije koje su olakšale proizvodnju, smanjile ljudski rad i omogućile dobivanje većih količina sira. Suvremeno se doba slobodno može nazvati renesansom sirarstva.

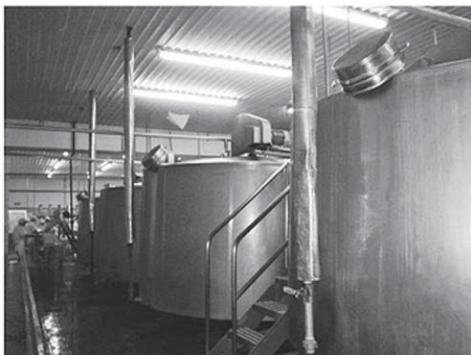
Suvremeno sirarstvo karakterizira razvoj kemijskih metoda za kontrolu kvalitete mlijeka, ali i procesa proizvodnje sira što je olakšalo samo vođenje i praćenje proizvodnje. Tako je prvu metodu za određivanje masti u hrani razvio Franz Soxhlet (Njemačka, 1879. god.), ali je bila spora i nije se mogla primjenjivati u mljekarstvu. Stoga je B. Roes (1884. god.) razvio metodu temeljenu na Soxhletovim principima, koja se uspješno mogla primijeniti u mljekarstvu. Njegova je metoda doživjela modifikaciju (E. Gottlieb, 1892. god.), te je postala standardnom metodom. Nekako istovremeno razvijena je i druga metoda za određivanje masti, koja se danas smatra standardnom, a razvio ju je N. Gerber (Švicarska, 1892. god.). Proteini su važan sastojak mlijeka, osnovni su sastojak sira, te o njihovu sadržaju ovisi i prinos sira. Stoga se nastojalo razviti i metode za određivanje proteina. Prvu metodu kojom se nastojalo odrediti proteine, razvio je Jean Baptiste Dumas (Francuska, 1833. god.). S obzirom na to da se osnovna ideja nije mogla modificirati, ova se metoda nije mogla primijeniti u sirarstvu.

Tek je tvrtka LECO (1970. god.) razvila uspješnu modifikaciju ove metode, no i danas ima ograničenu primjenu. Drugu metodu za određivanje proteina razvio je Johan Kjeldahl (Nizozemska, 1883. god.). Kjeldahlova je metoda, uz neke modifikacije, postala standardnom metodom za određivanje proteina u siru i uspješno se koristi do današnjih dana. Ovo su samo neke kemijske metode koje se koriste u kontroli kakvoće sira, a pokazuju smjer suvremenog sirarstva.



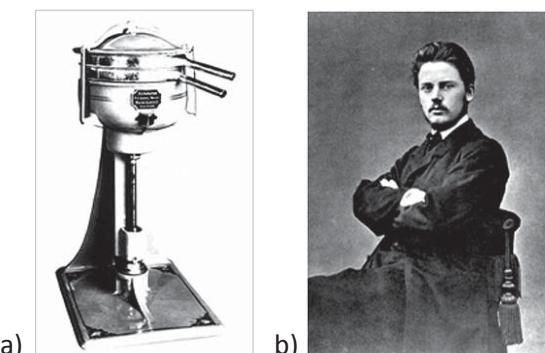
**Slika 1.7.** Pločasti paster  
(Tunick, 2014)

U drugoj polovici 19. st. postavljeni su temelji suvremene mikrobiologije koja je uvelike utjecala na suvremeno sirarstvo. Istraživanja Louisa Pasteura (Francuska, 1822. – 1895. god.) na području mikrobiologije dala su novi smjer razvoju proizvodnje sira. On je dokazao da su upravo mikroorganizmi uzročnici fermentacije koju opisuje kao život bez zraka. Otkrio je bakterije mliječne kiseline (1857. god.) koje su značajne za proces sirenja i zrenja sira, te je otkrio bakterije maslačne fermentacije (1861. god.) koje su uzročnici kvarenja sira. Pasteurova istraživanja su potvrdila da kvarenje mlijeka uzrokuju mikroorganizmi. Stoga je razvio postupak u kojem se mlijeko zagrijava kako bi se uništila većina prisutnih bakterija, osobito patogene bakterije. U suradnji s Claudeom Bernardom postavio je prvi test (Francuska, 1862. god.). Kasnije je taj proces toplinske obrade (na temperaturama nižim od 100°C) nazvan pasterizacija. Pasterizacija je postala standardnim postupkom obrade mlijeka u proizvodnji sira (slika 1.7.). Prva ju je uvela mljekara u Chicagu (1908. god.) i danas se uspješno koristi. Drugi mikrobiolog, Robert Koch (Njemačka, 1843. – 1910. god.), otkrio je postupke za uzgoj i proučavanje bakterija koji su svoju primjenu pronašli u izolaciji i identifikaciji bakterija mliječne kiseline odgovornih za sirenje mlijeka. Prvu klasifikaciju bakterija mliječne kiseline dao je Orla-Jensen (1919. god.), što je omogućilo istraživanje složene mikroflore različitih sireva. Od izoliranih bakterija mliječne kiseline dobivene su različite mikrobne kulture, što predstavlja novost, a o njihovu značaju u proizvodnji sira piše Kundsen (1931. god.): „Odavno je poznato da sir nije dobar, kada je izrađen od svježeg mlijeka, ili dijela mlijeka koje nije sazrijelo, ono mora doživjeti sazrijevanje koje se sastoji od rasta bakterija mliječne kiseline“. Prvotno su kao mikrobne kulture koristili kiselo mlijeko, a kasnije su razvijeni različiti oblici mikrobnih kultura, od tekućih, osušenih ili duboko smrznutih koji se danas uspješno koriste.



**Slika 1.8.** Posude za sirenje mlijeka s dvostrukim stijenkama (Tunick, 2014)

Industrijska proizvodnja sira povećala je potražnju za sirilom što postaje industrija sirila nije mogla zadovoljiti zbog nedostatka telećih želudaca. Stoga je FAO (Food and Agriculture Organization, United Nations) održao konferenciju (Rim, 1958. god.) o nedostatku sirila i njegovoj svjetskoj proizvodnji. U zaključak ove konferencije stavljen je cilj intenzivnog proučavanja mogućnosti povećanja proizvodnje sirila i traženje alternativnih zamjena životinjskog sirila mikrobnim sirilima i pepsinom. Stoga se pristupilo razvoju alternativnih sirila. Razvijena su mikrobna sirila (proteinaze pljesni ili bakterija), koja već 1976. god. uspješno zamjenjuju teleća sirila. Osim toga, pristupilo se i razvoju čistoga kimozinskog pripravka (Gistbrocades, 1985. god.) temeljenog na genetičkoj rekombinaciji pomoći kvasaca i pljesni. Danas na tržištu možemo naći sirilo od telećeg želuca, ali vodeće mjesto u proizvodnji i potrošnji zauzimaju pripravci mikrobnog i rekombinantnog kimozina.



**Slika 1.9.**

- a) jedan od prvih separatora za vrhnje – model Alfa A1 iz 1889. god. (Bylund, 2003.) i
- b) njegov konstruktor Gustaf de Laval, fotografija iz 1875. god.

Različita tehnička pomagala pronašla su svoje mjesto u proizvodnji sira (slika 1.8.). Vrijedno je istaknuti primjenu separatora za vrhnje (slika 1.9.). Prvi separator za vrhnje razvio je Gustaf de Laval (Švedska, 1879. god.). Ovo otkriće omogućilo je standardizaciju masti u mlijeku, a samim time i u siru. Separator je

poprimio brojne modifikacije od njegova otkrića do danas te se uspješno koristi u mljekarstvu. Na njegovim je konstrukcijskim osnovama razvijena i baktofuga koja odvaja bakterije, čime je ponuđeno rješenje problema kasnog nadimanja sira što je sirarima činilo velike financijske štete tijekom povijesti. U proizvodnju sira uvedeni su i membranski postupci (mikrofiltracija, ultrafiltracija i reverzna osmoza). Oni se javljaju oko 1971. god., a koriste se za mlijeko ili sirutku. Homogenizacija je postupak usitnjavanja kapljica masti u mlijeku. Prvi homogenizator razvio je Auguste Gaulin (Francuska, 1899. god.). Ovaj se postupak u proizvodnji sira rijetko primjenjuje, dok se uspješno koristi za ostale mliječne proizvode. Homogenizacija dovodi do oblikovanja mekšeg koagulum, uz smanjenu sposobnost kontrakcije i odvajanje sirutke. Zbog toga u proizvodnji sireva homogenizacija nije poželjna, ali se može homogenizirati vrhnje koje se dodaje u nehomogenizirano mlijeko.

Sirarstvo koje smatramo suvremenim (modernim), sirarstvo današnjice, primjenjuje mehanizaciju i automatizaciju s ciljem prerade što većih količina mlijeka i dobivanje sira ujednačene kvalitete. Također su uvedeni sustavi upravljanja kvalitetom poput HACCP-a (1999. god.) i ISO-a, koji greške u proizvodnji svode na minimum i time povećavaju učinkovitost i ujednačenost proizvodnje te finansijsku dobiti sirarima, istovremeno pružajući proizvod siguran za potrošače. Osim toga razvijeni su i različiti načini pakiranja sira što omogućava njegovo čuvanje na duži razdoblje. Uz velike sirane danas se još uvijek njeguje i proizvodnja u sirana-manjeg proizvodnog kapaciteta (obiteljska poljoprivredna gospodarstva), koje primjenjuju suvremeno znanje te ga kombiniraju s tradicijskim nasljeđem.

## LITERATURA

1. Bylund, G.: *Dairy processing handbook*, Tetra Pak Processing Systems AB, Lund, 2003.
2. Calec, C.: *The Complete Encyclopedia of Cheese*, Rebo International, Lisse, 2002.
3. Dalby, A.: *Cheese: A Global History*, Reaktion Books Ltd., London, 2009.
4. Fox, P.F.: Introduction in Food Analysis in the Dairy Industry, *Handbook of Dairy Foods Analysis*, Nollet, L.M.L., Toldra, F., (Eds.), CRC Press, Boca Raton, 2010., 3-8.
5. Harbutt, J.: *Svjetska enciklopedija sira*, Hrvatsko izdanje, Naklada Fran, Zagreb, 2000.
6. Kindstedt, P.: *Cheese and Culture: A History of Cheese and its Place in Western Civilization*, Chelsea Green Publishing, White River Junction, 2012.
7. Ožanić Roguljić, I. (2010.): De caseo faciendo, *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu*, 27 (1), 171 –176.
8. Popović-Vranješ, A., Vujičić, I.F.: Sirutka kao sirovina i hrana, *Tehnologija sirutke*, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad, 1997., 15 –58.

9. Puđa, P.: *Tehnologija mleka 1 Sirarstvo – opšti deo*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2009.
10. Repelius, C. (1998): Sredstva za koagulaciju proizvedena fermentacijom i njihovo korištenje u proizvodnji sira, *Mljarstvo*, 48 (4) 253 –263.
11. Salque, M., Bogucki, P.I., Pyzel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M., Evershed, R.P. (2013): Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium bc in northern Europe, *Nature*, 493, 522–525.
12. Smithers, G.W. (2008): Whey and whey proteins-From „gutter-to-gold“, *International Dairy Journal*, 18, 695 –704.
13. Šipka, M., Stojanović, L., Petković, Lj., Ignjatović, S., Mladenović, S. (1973): Upotreba mikrobnog sirila „Renilaza“ u proizvodnji trapista, kačkavalja i belog sira u kriškama, *Mljarstvo*, 23 (1), 3 –11.
14. Tratnik, Lj., Božanić, R., Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruža, Zagreb, 2012.
15. Tunick, M.H.: *The Science of Cheese*, Oxford University Press, 2014.
16. Whitehead, W.E., Ayers, J.W. Sandine, W.E. (1993): Recent Developments in Dairy Startser Cultures: Microbiology and Physiology, *Journal of Dairy Science*, 76, 2344 –2353.

## OPĆE SIRARSTVO

Samir Kalit

### 2.1. Sir – definicija i podjele

Prema Pravilniku o srevima i proizvodima od sreva (2009.), srevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon zgrušavanja mlijeka (kravlje, ovčje, kozje, bivolje mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja ili kombinacijom navedenih sirovina. U proizvodnji sreva dopuštena je uporaba mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih enzima zgrušavanja i/ili dopuštenih kiselina za zgrušavanje. Sir se definira i kao fermentiran ili nefermentiran proizvod dobiven nakon zgrušavanja mlijeka, obranog mlijeka ili djelomično obranog mlijeka, vrhnja, mlaćenice ili kombinacijom navedenih sirovina te otjecanjem sirutke (uz dodatak sirila ili nekoga drugog zamjenskog enzima zgrušavanja).

Srevi se prema sadržaju vode u bezmasnoj suhoj tvari sira dijele na ekstratvrde, tvrde, polutvrde, meke i svježe, dok se prema sadržaju masti u suhoj tvari srevi dijele na ekstramasne, punomasne, masne, polumasne i posne. Srevi se još dijele i prema načinu zrenja na one koji ne zriju, na one koji zriju pretežno s bakterijama u unutrašnjosti, na one koji zriju pretežno s bakterijama na površini i na one koji zriju s pljesnima pretežno u unutrašnjosti i s pljesnima pretežno na površini.

Tehnologija proizvodnje sira ima dva cilja:

1. Proizvesti sir željenih senzorskih osobina (vanjski izgled, boja, presjek, konzistencija, miris i okus).
2. Postaviti tehnološki lako ponovljivi protokol koji će za cilj svakodnevno dati sir istih osobina.

U proizvodnji sira, mlijeko možemo zgrušati na tri načina:

1. Primjenom sirila ili nekoga drugog zamjenskog proteolitičkog enzima, što

- se koristi u proizvodnji većine sireva koji zriju i nekih svježih sireva.
2. Prirodnim zakiseljavanjem (izoelektričnom precipitacijom) kod pH 4,6 najčešće proizvodnjom mliječne kiseline djelovanjem bakterija mliječne kiseline, što se koristi u proizvodnji svježih sireva.
  3. Dodavanjem organskih kiselina u zagrijano mljeko na 80 do 96°C, što se koristi u proizvodnji kuhanih sireva.

## 2.2. Osnovni tehnološki postupci u proizvodnji sira

Postoje tehnološki postupci u proizvodnji sira koji su zajednički za većinu sireva te je njihovo poznavanje važno kako bi se razumjeli specifični tehnološki postupci proizvodnje nekih sireva. Oni uključuju: hlađenje mlijeka, toplinsku obradu mlijeka, standardizaciju mlijeka, homogenizaciju mlijeka, dodavanje boja i aditiva, dodavanje mljekarskih kultura i zrenje mlijeka, dodavanje sirila i sirenje mlijeka, rezanje gruša i obradu sirnog zrna, oblikovanje sira u kalup, prešanje, soljenje, zrenje i pakiranje, skladištenje te otpremu sira.

### 2.2.1. Hlađenje mlijeka

Bez obzira proizvodi li se sir na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu ili u većem sirarskom pogonu, mlijeko prije prerade treba ohladiti na temperaturu do 4°C i čuvati neko vrijeme (do 24 sata) kako bi završila baktericidna faza i kako bi mlijeko bilo prikladno za sirenje. Ukoliko se mlijeko čuva u manjim pogonima, u pravilu se hlađi u laktofrizima različite zapremine: od 200 do 1000 L i više (slika 2.1.). U većem sirarskom pogonu mlijeko se čuva u tanku za sirovo mlijeko pri čemu se ono prethodno hlađi u protočnom hladioniku (slika 2.2.). Baktericidne tvari u tek pomuženom mlijeku kao što su polimorfonuklearni leukociti, makrofagi, laktoperoksidaza, tiocijanat, imunoglobulini, vodikov peroksid i imunoglobulini remete aktivnost bakterija mliječne kiseline nužnih u proizvodnji mnogih sireva.



**Slika 2.1.** Laktofriz manjeg kapaciteta (fotografija: S. Kalit)



**Slika 2.2.** Protočni hladionik za mlijeko (fotografija: S. Kalit)

## 2.2.2. Toplinska obrada mlijeka

U sirarstvu se najčešće koriste dvije vrste toplinske obrade mlijeka: termizacija i pasterizacija. Cilj toplinske obrade mlijeka jest biološka standardizacija kvalitete mlijeka za sirenje. Termizacija se najčešće koristi u proizvodnji nekih tradicionalnih sireva kada se u mlijeku želi što više sačuvati prirodnih sastojaka (npr. lipoproteinskalipaza i drugi enzimi). Tri su režima termizacije:

- 72°C bez zadržavanja
- 70°C / 15 sekundi
- 68°C / 40 sekundi.

Pasterizacijom se, osim poboljšanja biološke kvalitete mlijeka, uništavaju svi patogeni mikroorganizmi i većina ostalih (štetnih) mikroorganizama. To znači da se pravilnim provođenjem pasterizacije osigurava mikrobiološku ispravnost sira. Međutim, pasterizacijom se uništavaju i korisne bakterije mlječne kiseline i neki prirodni enzimi mlijeka kao što su lipaze. Važno je naglasiti da je u toplinski obrađeno mlijeko potrebno ponovo dodati bakterije mlječne kiseline u obliku čiste mljekarske kulture ili startera. U sirarstvu se najčešće koriste dvije vrste pasterizacije:

- niska pasterizacija od najmanje 63°C u trajanju od najmanje 30 minuta (šaržna, diskontinuirana, kotlasta pasterizacija; slika 2.3.);
- srednja pasterizacija od najmanje 72°C u trajanju od najmanje 15 sekundi (pločasta pasterizacija).

Visoka pasterizacija (85°C u trajanju od najmanje 1 minute) rijetko se koristi u sirarstvu jer narušava sposobnost grušanja mlijeka.



**Slika 2.3.** Sirarski kotao u kojem se provodi niska pasterizacija (fotografija: S. Kalit)

### 2.2.3. Standardizacija mlijeka

Standardizacija mlijeka u sirarstvu provodi se kako bi se anulirale sezonske varijacije u kvaliteti mlijeka, odnosno kako bi se odnos između kazeina i masti u mlijeku za sirenje doveo u optimalni odnos od 0,7 : 1. Optimalan odnos kazeina i masti u mlijeku za sirenje nužan je kako bi iskoristivost masti u sir bila što je moguće veća. Standardizacija mlijeka provodi se obiranjem dijela vrhnja (masti) iz punomasnog mlijeka ili dodavanjem obranog mlijeka u prahu u mlijeko za sirenje. Kako bi obrali dio vrhnja iz mlijeka za sirenje, koriste se separatori različitog kapaciteta (slika 2.4.).



**Slika 2.4.** Separator za obiranje i standardizaciju mlijeka (fotografija: S. Kalit)

### 2.2.4. Homogenizacija mlijeka

Homogenizacija je razbijanje kuglica/kapljica mliječne masti na manje veličine podvrgavanjem mlijeka vrlo visokim tlakovima i naglim prelaženjem tako tretiranog mlijeka normalnom tlaku. Na novonastale površine kuglice mliječne masti veže se dio kazeina (6 – 8 %), što smanjuje njegov udio u serum fazi mlijeka, odnosno pogoršavaju se svojstva grušanja mlijeka. Stoga se u proizvodnji većine sireva homogenizacija ne koristi jer pri tom nastaje fini gruš sastavljen od mreže proteina koja zadržava više vode. Međutim, homogenizirano mlijeko daje gruš koji zadržava više proteina i masti, čime se povećava randman. Homogenizacija se koristi u proizvodnji sireva s plavim pljesnim zbog čega je u tim srevima intenzivnija proteoliza i lipoliza.

### 2.2.5. Dodavanje boje i aditiva

Dodaci u proizvodnji sira u pravilu se dodaju u već pripremljeno (pasterizirano i/ili temperirano mlijeko) za sirenje u otopljenom obliku. Dodaci se moraju otopiti u vodi kako bi se što bolje rastopili u mlijeko za sirenje. Oni se, u pravilu, dodaju prije dodavanja mljekarskih kultura i sirila. Od dodataka u proizvodnji sira

najčešće se koristi kalcijev klorid ( $\text{CaCl}_2$ ; za bolja svojstva grušanja mlijeka), enzim lizozim (za sprječavanje kasnog nadimanja sira), enzimi za ubrzanje zrenja sira (lipaze) i boje (anato/ $\beta$ -karoten).

## 2.2.6. Dodavanje mljekarskih kultura i zrenje mlijeka

Mljekarske kulture su prirodne bakterije mliječne kiseline izolirane iz najkvalitetnijih sireva ili drugih mliječnih proizvoda koje se u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda (gdje ubrajamo veliku većinu sireva) obvezno dodaju u koncentriranom obliku (velikom broju) ako je mlijeko prethodno pasterizirano. Njihova uloga u proizvodnji sira je višestruka:

1. Razgrađuju mliječni šećer i proizvode mliječnu kiselinu, važnu u proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka (jogurta, acidofila, kiselog mlijeka, kefira itd.) i mnogih sireva (paški sir, istarski sir, krčki sir itd.).
2. Proizvode tvari arome (diacetila, acetoina, acetaldehida) važnih u oblikovanju okusa nekih sireva, osobito svježih i mekih te vrhnja i maslaca.
3. Njihovi enzimi sudjeluju u razgradnji proteina, masti, laktaze i citrata tijekom zrenja mnogih sireva što izravno određuje konačan okus, miris, aromu i teksturu zrelog sira.
4. Svojom aktivnošću koče rast i aktivnost nepoželjnih mikroorganizama u mliječnim proizvodima čime povoljno utječu na njihovu trajnost i doprinose mikrobiološkoj ispravnosti istih.
5. Važni su za nastajanje kiselog gruša, primjerice u proizvodnji svježeg sira i/ili pomažu aktivnosti sirila u oblikovanju kvalitetnog gruša.

Kako se pasterizacijom uništavaju korisni mikroorganizmi, među kojima su u sirarskoj proizvodnji najrasprostranjenije, bakterije mliječne kiseline, one se moraju „vratiti“ u mlijeko nakon provedenog postupka pasterizacije. Iako neki stručnjaci i praktičari, proizvođači sira smatraju da mljekarsku kulturu nije potrebno dodavati ukoliko se sir proizvodi iz sirovog mlijeka jer bakterija mliječne kiseline u takvu mlijeku ima u dovoljnem broju, mnogi su se proizvođači sira uvjernili da se dodavanjem mljekarske kulture u sirovo mlijeko dobiva proizvod veće i ujednačenije kvalitete na lakši način. Dodavanjem mljekarske kulture, složeni se kemijsko-biokemijski procesi, koji izravno određuju konzistenciju, okus, miris i aromu sira, usmjeravaju u željenom pravcu i ne ovise o mnogobrojnim okolišnim čimbenicima o kojima ovisi sastav i brojnost prirodno prisutnih bakterija mliječne kiseline. Čimbenici koji određuju brojnost i vrste prirodnih bakterija mliječne kiseline u sirovom mlijeku su (ne)higijena i sanitacija u proizvodnji i preradi mlijeka, vremenske prilike (temperatura i vlažnost zraka), hranidba i zdravlje mliječnih životinja te alati i oprema koja se svakodnevno koristi u proizvodnji i preradi mlijeka. Na takve se alate često naseljavaju korisne bakterije mliječne kiseline koje korištenjem dolaze u dodir s mlijekom i grušem.

## Vrste i oblici mljekarskih kultura

Najvažnija podjela mljekarskih kultura je s obzirom na optimalnu temperaturu za njihov rast i aktivnost. U tom se smislu mljekarske kulture dijele na mezofilne i termofilne. Mezofilne mljekarske kulture „vole“ srednje temperature (25 – 30°C). Mogu razgraditi laktozu (zakiseljavati sir) i pri nižim temperaturama (do 6°C), odnosno za vrijeme salamurenja sira (10 – 15°C) te mogu sniziti pH sira ispod 5,0 ako se ne vodi briga o njihovoj aktivnosti, posljedica čega je prekiseli sir. Na sol su tolerantni, a aktivnost im se značajno smanjuje pri 40°C i više. Najčešće se koriste u proizvodnji mekih i polutvrđih sireva kod kojih temperatura dogrijavanja sirnog zrna ne prelazi 39°C. Često dolaze u kombinaciji s termofilnim kulturama u proizvodnji onih sireva kod kojih temperatura dogrijavanje neznatno prelazi 40°C (npr. u proizvodnji paškog i istarskog sira).

Termofilne mljekarske kulture „vole“ više temperature ( $\geq 40^\circ\text{C}$ ). Njihova se aktivnost u smislu razgradnje laktoze i proizvodnje mliječne kiseline značajno smanjuje ako temperatura sirnog tijesta padne ispod 20°C (negrijani, hladni pogoni zimi). Ne djeluju u slanim uvjetima, što znači da se konačna kiselost sira mora dosegnuti prije soljenja/salamurenja. Koriste se u proizvodnji tvrdih vrsta sireva kod kojih se sirno zrno dogrijava na temperature veće od 40°C.

Mljekarske kulture (slika 2.5.) rijetko dolaze kao monokultura, već su to smjese različitih omjera više vrsta bakterija mliječne kiseline. Povrh toga, danas postoje zaštitne mljekarske kulture koje u svježim i mekim mliječnim proizvodima produžite trajnost proizvoda. U našoj praksi njihovo je korištenje rijetko, međutim postoje sirari koji koriste ove kulture kako bi produžili trajnost svojih svježih proizvoda.

Na hrvatskom tržištu mljekarske kulture dolaze u smrznutom i liofiliziranom obliku (slika 2.5.). Smrznut oblik mljekarske kulture pokazuje bržu aktivnost (kraću fazu prilagodbe bakterija na mlijeko), međutim, zahtijevaju čuvanje na temperaturama oko  $-40^\circ\text{C}$  (posebne ledenice). Za liofilizirane je mljekarske kulture potrebno duže vrijeme prilagodbe na mlijeko (početak aktivnosti), no lakše su za transport i čuvanje (obične ledenice na  $-18^\circ\text{C}$ ).



**Slika 2.5.** Liofilizirana mljekarska kultura (fotografija: S. Kalit)

## **Doziranje mljekarskih kultura**

Mljekarske kulture se u mlijeko izravno dodaju i to prema broju jedinica, a ne prema masi kulture u pakovanju. Različite šarže iste kulture, ovisno o broju preživjelih bakterija u postupku dobivanja mljekarske kulture, mogu sadržavati različitu masu kultura, ali uvijek sadrže isti broj živih bakterija, ako je pakovanje označeno istim brojem jedinica. Tako, primjerice, ovisno o proizvođaču, jedna jedinica može biti dovoljna za prerađiti 100 L mlijeka u sir ili 10 L mlijeka u sir.

## **Zrenje mlijeka**

Mlijeko za sirenje treba biti zrelo jer, u protivnom, aktivnost sirila može biti usporena ili zaustavljena. Zrenje mlijeka podrazumijeva djelovanje bakterija mliječne kiseline u njemu, a može trajati od pet minuta do dva sata (ovisno o vrsti sira i obliku primjenjene mljekarske kulture), a manifestira se zakiseljavanjem i padom pH-vrijednosti. Za mnoge vrste sireva optimalna pH-vrijednost zrelog mlijeka neposredno prije dodavanja sirila je između 6,5 i 6,35.

### **2.2.7. Dodavanje sirila i sirenje mlijeka**

Primjena sirila u sirarstvu smatra se najstarijim oblikom korištenja enzima u preradi hrane. Sirilo je smjesa enzima koja vrši vrlo kontroliranu i specifičnu proteolizu (razgradnju proteina) na kazeinu (glavnom proteinu mlijeka) pri čemu mlijeko prelazi iz tekućeg u kruto agregatno stanje što je prvi korak u probavi majčina mlijeka u želucu mладунčadi sisavaca. Enzimi su proteini u životnom svijetu koji ubrzavaju kemijske reakcije, u ovom slučaju, kontrolirano cijepanje kazeina, a da se sami pri tom ne mijenjaju. Prvi počeci primjene sirila odnosili su se na prirodna sirila koja su se dobivala ekstrakcijom sirišta - želuca teladi, janjadi i jaradi koji još sišu, odnosno koji se hrane isključivo mlijekom. Uvođenjem ispaše i krute koncentrirane hrane u hranidbu mlađih preživača izrazito se smanjuje udio kimozina, a raste udio pepsina u smjesi enzima. Još i danas se većina sirila dobiva ekstrakcijom želudaca preživača, ali već vrlo rano u povijesti, vjerojatno prije Krista, počela su se koristiti sirila biljnog i mikrobnog podrijetla. Prvo ime enzima koji gruša mlijeko je kimozin koji dolazi od grčke riječi , što znači želučani sok.

Ukoliko na pakovanju sirila стоји oznaka Rennet (slika 2.6.), to nam govori da je dotično sirilo originalno, prirodno, odnosno da se radi o enzimskom pripravku proizvedenom iz želudaca preživača, dok ostali enzimi za grušanje mlijeka nose naziv Coagulant. Originalno prirodno sirilo dobiveno je ekstrakcijom želudaca mlađih preživača. Ovisno o dobi životinje i načinu hranidbe, sadrži između 80 i 90 % kimozina i 10 do 20 % pepsina. Važno je naglasiti da se aktivnost kimozina i pepsina nastavlja i kasnije tijekom zrenja sira i očituje se u izraženijoj razgradnji proteinske mreže, u uvjetima većeg udjela pepsina, osobito kod sireva niže pH-vrijednosti (ispod 5,2 pH jedinica).



**Slika 2.6.** Prirodno sirilo (fotografija: S. Kalit)

Prirodni mikroorganizmi koji proizvode koagulacijske enzime čija svojstva zadovoljavaju potrebe u sirarstvu su: *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillus* i *Cryphonectria parasitica*. Okus sireva proizvedenih primjenom ovih koagulacijskih pripravaka imaju tendenciju razvijanja gorčine, osobito nakon dužeg razdoblja zrenja. Za razliku od animalnih proteinaza, ti enzimi mogu hidrolizirati proteine sirutke, a što je nepovoljno s gledišta buduće prerade sirutke u proizvodnji skute (oko 90 % od dodanih pripravaka u mlijeko odlazi sa sirutkom). Također, ti su enzimi vrlo termostabilni zbog čega su provedene neke modifikacije mikrobnih enzima, osobito u proteinaza iz pljesni *Rizomucor miehei* i *Rhizomucor pussilus*, te su stvoreni termolabilniji pripravci.

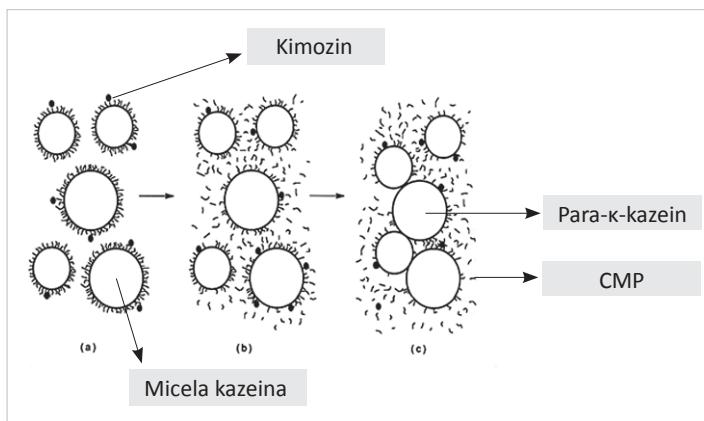
Zbog navedenih nedostataka mikrobnih sirila, danas se pomoću genetskog inženjerstva proizvodi kimozin od genetski modificiranih mikroorganizama (GMO) kao što su: *Kluyveromyces lactis* ili *Aspergillus niger*. U ove mikroorganizme unesen je gen za sintezu kimozina, te oni fermentacijom proizvode velike količine kimozina koji se određenim tehnološkim postupkom prevodi u čisti 100%-tni kimozin. Kimozin proizведен od GMO mikroorganizama nosi naziv *Fermentation produced chymosin*, odnosno nosi kraticu FPC. Kako industrijsko i obrtničko sirarstvo raste, proizvodnja prirodnih sirila sve manje može zadovoljiti rastuće potrebe za sirilima. Stoga tržište FPC sirila kontinuirano raste. Sir proizведен primjenom kimozina GMO mikroorganizama sličnih je karakteristika onom proizvedenom primjenom prirodnog sirila. Štoviše, danas postoje pripravci za koagulaciju mlijeka koji se dobivaju miješanjem određenih omjera GMO kimozina s prirodnim pepsinom kako bi što vjerodostojnije imitirali složenost aktiviteta prirodnog sirila te kako bi dobili iste rezultate tijekom koagulacije mlijeka i razvoja okusa kao u uvjetima primjene prirodnih sirila.

Postoje biljke čiji mlječni sok ima dobra koagulacijska svojstva, primjerice kao mlječni sok smokve i španjolske artičoke. Za proizvodnju koagulacijskih pripravaka biljnog podrijetla mogu se koristiti kopriva, češnjak, papaja, ananas, fikus, ricinus ili sljez. Ovi koagulacijski pripravci često se koriste u tradicionalnoj proizvodnji nekih mediteranskih sireva.

Kimozin specifično reagira s κ-kazeinskom frakcijom uzrokujući cijepanje ovog

proteina na dva dijela: topljivi i netopljivi dio. Topljivi ostatak κ-kazeina kojeg još zovemo i kazeinomakropeptid (CMP) odlazi sirutkom, dok netopljivi dio κ-kazeina gubi svoju stabilnost u vodenoj fazi mlijeka i nazivamo ga para-κ-kazein. Ovaj se proces još naziva i depilacijom s obzirom na to da je CMP ostatak κ-kazeina raspoređen poput kose po površini micle (okrugle tvorevine).

Nastajanje para-κ-kazeina uvjetuje nestabilnost micela koje u prisutnosti kalcijevih iona preslagivanjem, grupiranjem i umrežavanjem prelazi u mrežu, stromu ili gruš (slika 2.7.) između kojeg je prostor u kojem nalazimo masne kuglice u vodenoj fazi mlijeka. Izuzetno je važno da sirilo vrši kontroliranu proteolizu, odnosno specifičnu razgradnju upravo na karakterističnom mjestu cijepanja, a da ostali proteini unutar micle kazeina ostaju cjeloviti. Zbog ovog svojstva, mnogi prirodni proteolitički enzimi nisu prikladni za sirenje mlijeka jer, osim što cijepaju κ-kazein, cijepaju i druge proteine uzrokujući slabu čvrstoću gruša, kašnjenje nadolazećih tehnoloških faza, slabo odvajanje sirutke, gubitak velike količine suhe tvari mlijeka sirutkom i nenormalan razvoj senzorskih osobina sira tijekom zrenja.



**Slika 2.7.**  
Djelovanje sirila  
na kazeinske  
micele (Dagleish,  
1999.)

Količina dodanog sirila određena je jačinom sirila i zadanim tehnološkim vremenom u kojem je mlijeko potrebno usiriti. Stoga, ako koristimo tekuće sirilo jačine 1 : 10000 tada ćemo 1 mL sirila (oko pola žlice za kavu) dodati u 10 L mlijeka uz prethodno razrjeđivanje sirila u decilitru vode, ako mlijeko želimo usiriti u vremenu od 40 minuta. Ako koristimo sirilo u prahu, obično je za sirenje 100 L mlijeka potrebno oko 2 do 4 g. Količina potrebnog sirila najčešće je označena na pakovanju sirila i valja ga se držati. Dodavanje prekomjerne količine sirila u mlijeko uvjetuje pojavu gorkog sira, osobito kod sireva koji duže zriju. Izvanredno je važno svako sirilo razrijediti u odgovarajućem volumenu hladne vode prilikom primjene prirodnih sirila i sirila mikrobnog podrijetla ili tople vode (30°C) prilikom primjene sirila dobivena od GMO mikroorganizama. Važno je ne pregrijati vodu prilikom pripreme sirila s obzirom na to da su većina sirila termo-labilna, čime bi došlo do djelomične ili potpune inaktivacije enzima. Sirilo u prahu i ono u tableta-

ma važno je rastopiti u odgovarajućem volumenu vode kako bi se enzimi aktivirali i nabubrili. Svako sirilo, bez obzira na formu (tekuće, u prahu ili tabletama), mora se razrijediti s odgovarajućom količinom vode, kako je prethodno rečeno, prvenstveno kako bi smanjili stupanj koncentracije enzima. U protivnom nije moguće sirilo potpuno umiješati u mlijeko s obzirom na to da se kimozin trenutno lijepi na kazeinske micele. Ukoliko je sirilo u mlijeko dodano u koncentriranoj formi, ono će se „uhvatiti“ na mali volumen mlijeka, a preostalo mlijeko ostat će bez potrebne koncentracije sirila koje će provesti grušanje mlijeka u zadanim vremenima.

Najčešća metoda, koju sirari obično koriste za određivanje svršetka zgrušavanja, jest uranjanje ruke ili štapa u gruš i podizanje gruša pri čemu on puca. Jasna pukotina sa zelenom sirutkom u bazi je pokazatelj da je gruš spreman za rezanje. Meka nejednaka pukotina s bijelom sirutkom u bazi pokazatelj je mekog gruša. Stranice pukotine pokazuju kvalitetu gruša. Granulirani gruš je pokazatelj prečvrstog gruša. Pravilo je kod nekih sirara da je bolje gruš rezati ranije nego kasnije. Kod pretvrdog gruša nož za rezanje će trgati gruš i neće ga rezati.

## 2.2.8. Rezanje gruša i obrada sirnog zrna

Bez obzira na način grušanja sira (prirodnim sirilom, zakiseljavanjem ili kuhanjem uz dodatak neke organske kiseline), gruš predstavlja finu mrežu kazeina u kojoj je fizički „uhvaćena“ vodena faza mlijeka (sirutka) i masna faza mlijeka. Osnovni je cilj izdvajanja sirutke postići željeni stupanj koncentracije masti i kazeina u siru.

Gruš je prilično stabilna čvrsta faza nastala kemijsko-fizikalnim promjenama iz tekućeg mlijeka koja u sebi zadržava cjelokupnu količinu vodene faze mlijeka prilikom stajanja. Međutim, kad se gruš počinje rezati, lomiti, miješati ili podvrgnati vanjskom pritisku, počinje izlučivati vodenu fazu iz sebe koju zovemo sirutku. Izlaženje sirutke iz gruša nazivamo sinerezom. Sinereza je proces preslagivanja mreže kazeina u grušu koja za posljedicu ima kontrakciju mreže i izlaženje vodene faze iz gruša. Mrežu kazeina u grušu prije izdvajanja sirutke možemo zamisliti kao finu kuhinjsku spužvu natopljenu vodom koja žmikanjem u ruci otpušta tekućinu i postaje „suha“. Sinereza omogućuje siraru kontrolu sadržaja vlage u siru što izravno određuje aktivnost mikroorganizama i enzima u siru, odnosno biokemijskih promjena koje se događaju tijekom zrenja sira, a sve to utječe na konačnu kvalitetu sira. Tako sirevi većeg sadržaja vlage brže zriju, ali se lakše i kvare.

Kako je već rečeno, otjecanjem sirutke iz gruša izdvaja se vodena faza, a s njom i lakoza, sirutkine bjelančevine i otopljene soli što dovodi do koncentracije masti i bjelančevina. Postoje tehnološki zahvati koji uvjetuju otpuštanje više sirutke, ovisno o vrsti sira. Kod tvrdih vrsta sireva, kao što je paški ili istarski, dehidracija ili odvajanje sirutke pospješeno je rezanjem gruša na sitnija zrna veličine graška ili pšenice i dogrijavanjam smjese sirutke i sirnog zrna na temperature više od 40°C te intenzivnim miješanjem tijekom dogrijavanja (slika 2.8.). Kod mekih i

svježih sireva većina sirutke odvaja se tijekom formiranja gruša u perforirane kalupe, bez prethodnog rezanja ili dogrijavanja gruša. Isto tako, tvrdi se srevi podvrgavaju značajnom pritisku prešanjem, dok se meki i svježi srevi prešaju vlastitom težinom (iako postoji odstupanja od ovog pravila). Smatra se da se glavnina sirutke od gruša odvaja u postupku obrade i sušenja sirnog zrna u kotlu (posudi) za sirenje kod polutvrđih i tvrdih srevova.



**Slika 2.8.** Rezanje gruša u cilju izdvajanja sirutke (fotografija: S. Kalit)

Irezano sirno zrno je mekano i obavijeno mekom otvorenom membranom. Lagano miješanje sirnog zrna do prvog ispuštanja sirutke prijeći razbijanje čestica gruša čime se gubi mast i nastaje sirna prašina. Kad se jednom oblikuje čvršća membrana, tada je miješanje moguće pojačati, stoga kotlovi za sirenje moraju imati mogućnost podešavanja broja okretaja noževa/miješalica. Kako sirutka sadrži u otopljenom obliku laktozu i minerale, količina tih sastojaka koji zaostaju u siru je proporcionalna količini vode u siru. Sirar će odlučiti kada treba prestati s miješanjem zrna u sirutci što je određeno vrstom sira, što može varirati ovisno o kakvoći mlijeka. Sirna zrna smatraju se suhim kada pod pritiskom u šaci oblikuju grudu koja se ne raspada, a koja se može ponovo "rastaviti" na sastavna zrna.

Kod srevova kod kojih se sirno zrno ispire (podravec, gouda, edamac, trapist), istakanje dijela sirutke (obično jedne trećine) i dodavanje tehnološke vode (50 - 60°C) u smjesu sirutke i zrna uvjetuje izlaženje laktoze i drugih u vodi topljivih sastojaka iz zrna i ulaganje vode u zrno. Ukoliko je voda vruća, utoliko dolazi i do dogrijavanja sirnog zrna i dodatnog izlaženja sirutke. Svrha je ispiranja redukcija aktivnosti bakterija mlječne kiseline zbog smanjenog sadržaja laktoze u sirnom zrnu kao posljedica osmotskog efekta.

## 2.2.9. Oblikovanje sira u kalup

Postoji više načina oblikovanja sira u kalupe. Jedan od načina je da se prestane s miješanjem smjese sirutke i sirnog zrna kada se utvrdi da je sušenje sirnog zrna završeno. Takav postupak koristi se u proizvodnji parmezana, ementalca i

istarskog sira. Time će se na dnu kotla (koji kod ovakve tehnologije mora biti konkavan) oblikovati sirna gruda (slika 2.9.). Zatim se sirna gruda prenosi na sirarski stol, reže se na odgovarajuće komade prema kalupu te se ručno puni u kalupe.

Ukoliko se radi o kotlovima manjih kapaciteta (do 200 L), utoliko je moguće ručno punjenje smjese sirnog zrna i sirutke u perforirane kalupe iznad sirarskog stola. Sirutka prolazi kroz perforacije na kalupu, dok zrna u kalupu oblikuju sirnu masu. Kako sirarski stol ima povišene rubove i drenažni otvor, sirutka se sakuplja u odgovarajući spremnik. Ovakav način oblikovanja sira u kalupe koristi se, primjerice, u proizvodnji krčkog sira. U pogonima većeg kapaciteta, za ovaj način oblikovanja sira u kalupe koristi se distribucijski stol kako bi se sirarski kotao što prije ispraznio, odnosno kako ne bi došlo do presušivanja sirnog zrna (slika 2.10.).



**Slika 2.9.** Oblikovanje sirne grude u proizvodnji istarskog sira (fotografija: S. Kalit)



**Slika 2.10.** Punjenje sira u kalupe na distribucijskom stolu u proizvodnji lećevačkog sira (fotografija: S. Kalit)

Treći način oblikovanja sirne mase prije njezina punjenja u kalup je korištenje predpreše u kojoj se oblikuje sirna masa i izdvaja sirutka. Oblikovana sirna masa preša se u sirutci (0,5 - 1 bar) kako bi se proizveo sir zatvorene teksture.

## 2.2.10. Prešanje sira

Sirna masa se raspoređuje u sirne kalupe za samoprešanje ili su kalupi namijenjeni prešanju sira pod određenim tlakom, ovisno o vrsti sira. Svrha prešanja je:

- stapanje sirnih zrna u sirnu masu i oblikovanje kompaktnog (koluta) sira kojim je omogućena laka manipulacija
- izdvajanje suvišne sirutke
- „peglanje kore sira“ koja uvjetuje nastajanje glatkog zatvorene površine što omogućuje jednostavniju njegu sira tijekom zrenja.

Jačina pritiska ovisna je o vrsti sira, a uključuje postepeno povećanje tlaka

1 – 6 bara, ovisno o vrsti kalupa i sira uz istovremeno okretanje sira u kalupu. Nagli tlak na sir s više bara (dva ili više) u početnoj fazi prešanja dovodi do nagnog zatvaranja vanjštine (kore) sira i otežanog otjecanja sirutke iz unutrašnjosti tijesta. Takav sir zadržava više sirutke, bez obzira na jačinu tlaka. Zaostala sirutka se resorbira u tjesto i smanjuje kvalitetu sira. Sir je veće kiselosti, blijedog tijesta, kredast, lomljiv, suh, drobljiv sa zadebljanom rožnatom korom. Pogreška dolazi dodatno do izražaja kada se sir suho soli utrljavanjem soli po površini ili se soli u salamuri prevelike koncentracije soli (veće od 19 °Be). Tijekom prešanja sira, koje obično traje nekoliko sati, nastavlja se proces zakiseljavanja tijesta djelovanjem bakterija mliječne kiseline. Zakiseljavanje tijesta povoljno utječe na izdvajanje sirutke i udruživanje sirnih zrna u jednoličnu cijelovitu masu.

### **2.2.11. Soljenje sira**

Soljenjem sira gubi se oko 2 kg sirutke iz sirnog tijesta za svaki kilogram soli koji je ušao u sir. Ipak, soljenje se ne smatra postupkom kojim se značajno kontrolira izdvajanje sirutke iz gruša. Međutim, to je postupak kojim se zaustavlja daljnji tijek fermentacije (zakiseljavanja sirnog tijesta), osobito u proizvodnji tvrdih sireva kod kojih se koriste termofilne, na sol netolerantne bakterije mliječne kiseline. Najčešći načini soljenje sira u sirarstvu su:

- utrljavanje soli po površini sira
- uranjanje sira u salamuru
- soljenje sira u kalupu kod punjenja sirnim tjestom.

Pored već spomenutih uloga soli u istiskivanju sirutke iz sirnog tijesta i zaustavljanju daljnog procesa zakiseljavanja, vrlo je važno spomenuti da sol siru daje okus i važan je čimbenik produljene trajnosti mnogih sireva (konzervirajuća uloga kod Pecorino sireva i sireva u tipu Fete).

Salamura koja se koristi u tehnologiji proizvodnje mnogih vrsta sireva mora biti odgovarajućeg sastava. Radi se o zasićenoj otopini soli (oko 23 % soli), odgovarajuće pH-vrijednosti (4,5 - 5,1) i sadržaja kalcija (0,2 - 0,3 %). Salamura se priprema zakuhavanjem određene količine vode u koju se dok je još vruća (70 - 80 °C) dodaje između 2,5 i 2,7 kg soli na svakih 10 L salamure. Sol se otopi i salamura se ostavi do sljedećeg dana kako bi se ohladila. U ohlađenu salamuru dodaje se 50 g kalcijeva klorida na svakih 10 L salamure. Kalcij klorid mora se prethodno pripremiti kao 30 %-tna otopina. Na kraju se podesi željena pH-vrijednost salamure dodavanjem pročišćene solne kiseline (10 %).

Salamura se mora održavati tako da se tjedno provjerava koncentracija soli u salamuri, za što nam služi bomeometar koji se uranja u salamuru i očitava se mjesto gdje tekućina presijeca skalu. Idealna salamura ima koncentraciju između 19 i 20 °Be. Ukoliko je nedostaje, sol se dodaje u salamuri u količini kako je prikazano u sljedećoj tablici. Također, potrebno je kontrolirati kiselost salamure. Važna

je i temperatura salamurenja koja se treba kretati između 10 i 15°C. Preniska temperatura salamure može uvjetovati presporo prodiranje soli u tjesto sira, dok previsoka temperatura uvjetuje prebrzo prodiranje soli u tjesto sira (prekiseli sir). Osim toga, previsoka temperatura salamure uz neodgovarajuću njezinu kiselost i sadržaj soli mogu dovesti do njezina kvarenja naseljavanjem na sol tolerantnih kvasaca, laktobacila i koliformnih bakterija. Takva salamura poprima neugodan miris. Dobro održavana salamura može se koristiti jednu sezonu, pa i više.

**Tablica 2.1.** Odnos između koncentracije soli u salamuri i stupnjeva Baumea (Tratnik, 1998)

kg soli u 10 L vode	°Be
1,57	13,2
1,93	15,6
2,31	17,8
2,69	20,0
2,90	21,1
3,11	22,1

## 2.2.12. Zrenje sira

Sirevi proizvedeni enzimatskimzgrušavanjem vrlo su slični nakon proizvodnog procesa. Sastoje se od proteina (kazeina) i masti. Nezreli sirevi sadrže 35 – 50 % vlage. Tijekom zrenja većine vrsta sireva događaju se biokemijske promjene razgradnje složenih organskih spojeva u jednostavnije. Ovisno o navedenim promjenama, sir poprima poželjna ili nepoželjna svojstva. Karakteristična svojstva gotovo svih vrsta sireva određena su ponajprije kemijskim i biokemijskim procesima tijekom zrenja. Od kemijskih parametara, na tijek zrenja i organoleptička svojstva sireva osobito utječe sadržaj masti, sadržaj vode i sadržaj soli u siru.

Glavni cilj zrenja sireva jest pretvaranje sirne mase, koja se u početku značajno ne razlikuje ovisno o vrsti sira, u sireve karakteristična okusa, arome, teksture i izgleda. Svježe proizvedena sirna masa različitih vrsta sireva općenito je neizražene arome, a tijekom zrenja nastaju aromatski spojevi karakteristični za pojedine vrste sireva. Rezultat zrenja biokemijske su promjene u siru.

Odvijanje biokemijskih promjena tijekom zrenja sira posljedica je djelovanja enzima u siru koji mogu biti iz različitih izvora. Najvažniji izvori enzima u siru su sirilo i mljekarske kulture. Smatra se da osobito mljekarske kulture izravno određuju konačna organoleptička svojstva sira. Gotovo svi sastojci sira mijenjaju se u smislu pojednostavljenja njihove složene strukture na jednostavnije spojeve, zbog čega sir postaje zreo sa specifičnim okusom, mirisom, bojom, konzistencijom i struktururom. Da bi se biokemijske promjene mogle kretati u željenom pravcu, sir mora

biti odgovarajućeg sastava, odnosno sadržaj vode, soli i pH-vrijednosti moraju biti unutar određenih granica za pojedinu vrstu sira. Odgovarajući sastav sira postiže se u proizvodnom procesu prerade mlijeka u sir. Sve gore spomenute tehnološke faze izravno određuju sadržaj vode, soli i pH sira te ih sirar treba poznavati kako bi se proizvela sirna masa koja će tijekom zrenja dati sir ujednačene i vrhunske organoleptičke kvalitete. Osim sastava sira, na pravilan tijek biokemijskih promjena tijekom zrenja sira utječe i mikroklimatski uvjeti u prostoriji za zrenje sira. Tu se, prije svega, misli na temperaturu, sadržaj relativne vlage u zraku i sastav zraka u zrioni (ventilacija). Za većinu naših tradicionalnih sireva, optimalni mikroklimatski uvjeti i granične vrijednosti na kojima sir još uvijek postiže dobra organoleptička svojstva prikazani su u tablici 2.2.

**Tablica 2.2.** Mikroklimatski uvjeti za pravilan tijek zrenjasira (Kalit, 2002)

Parametar	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost zraka (%)
Minimalno	10	60
Optimalno	12 – 15	70 – 80
Maksimalno	18	85

Za mnoge sireve preporuča se najmanje trokratna izmjena cijelokupnog zraka u 24 sata u prostorijama za zrenje sira kako bi se osigurao povoljan sastav zraka za pravilan tijek biokemijskih procesa tijekom zrenja i proizvodnju sireva izražene i ugodne arome, mirisa, okusa i teksture.

Tijekom zrenja, sir je potrebno njegovati. Njega sira uključuje okretanje, brisanje suhom ili vlažnom krpom te četkanje, ribanje i struganje sira. Stoga, njega sira podrazumijeva redovito ručno ili strojno pranje tkaninom ili četkom namočenom u slanu vodu. Njegom sira sprječava se razvoj pljesni ili prekomjernog maza. Plastični materijali (folije) i zaštitni premazi sprječavaju razvoj pljesni i zamjenjuju odnosno posve eliminiraju tradicionalan način njege sira, što je ekonomski vrlo značajno jer štedi radnu snagu. Također, premaz na siru smanjuje evaporaciju vlage i prekomjerne gubitke randmana. Nisu rijetke štete u sirarstvu zbog sirnih grinja koje oštećuje koru sira i prave tunele ispod njegove kore.

Ovisno o relativnoj vlažnosti zraka u prostoru za zrenje sira, trajanju zrenja i higijeni u prostoriji za zrenje sira (broju spora), sir može biti manje ili više obraštalo pljesnim. Premazima se mogu prevenirati gore navedene štete.

Premazi se proizvode iz kopolimera ili vinil acetata. Premazi dolaze u tekućoj formi različitog viskoziteta. Miris mu je mlječni ili lagano po octu. Jednom kad se osuši, postaje prilično čvrsti film (sloj) bez ikakva mirisa i okusa. Premazi mogu biti s dodatkom fungicidnih tvari protiv rasta pljesni. Kao fungicidi, u tom se smislu koriste kalijev sorbat ili natamicin. Premazi dolaze u različitim bojama: bezbojan, žuti, crveni, smeđi ili crni (slika 2.11).



**Slika 2.11.** Premaz za zaštitu površine sira (fotografija: S. Kalit)

Premazi se nanose na sir uranjanjem sira u premaz, premazivanjem kore spužvicom ili kistom te uranjanjem sira u tekući premaz. Nanosi se po gornjoj plohi sira i do polovice bočnih ploha. Čeka se da se premaz osuši (sušenje će biti kraće ako se u prostoriji zrak kreće – ventilira). Sir se zatim okreće i premazuju se preostale površine (gornja i polovica bočnih). Sir treba premazati što prije nakon salamurenja ili prešanja, čim mu je kora dovoljno suha, što je obično dva dana nakon što se sir izvadi iz salamure. Jednom premazani sir slaže se na police za zrenje i uobičajeno se okreće.

### **2.2.13. Pakiranje, skladištenje i otprema sira**

Svi sirevi, osobito oni koji se konzumiraju svježi, moraju se određeno vrijeme prije otpreme na tržište skladištiti na odgovarajućim temperaturama (4 – 8°C). Za pojedine vrste sireva potrebno je različito vrijeme skladištenja, ovisno o željenom okusu i temperaturi u prostoriji. Kako se zreli sirevi nebi osušili, skladište se na maksimalno 10°C i pri višoj relativnoj vlažnosti zraka. Njega sireva tijekom skladištenja mora biti redovita.

Nakon zrenja, s površinom nekih sireva postupa se na osobit način, ili se sir posebno oprema karakterističnom zaštitnom ambalažom ili začinima (orahov list, ružmarin, vlasac, paprika, kadulja, smilje, komina maslina, pepeo itd.). Svrha je tog tretmana duža trajnost, smanjenje kala i postizanje tipičnoga karakterističnog izgleda i okusa sira. Sirevi organoleptički dorađeni različitim začinima, kao i oni u vlastitoj prirodnoj kori, najčešće se vakuumiraju u hermetički zatvorene vrećice bez zraka. Također, konfekcionirani sirevi („četrvtinke“ ili „osminke“) obvezno se vakuumiraju, što je najčešći način pakiranja sireva u nas. Upakirani sirevi drže se u uvjetima hladnjaka (4 – 8°C) do otpreme iz objekta. Sir se otprema u odgovarajućoj ambalaži (npr. sanducima, okvirima, drvenim, kartonskim ili plastičnim kutijama, bačvama (kacama i kačicama), hermetički zatvorenim limenim kanticama itd.). Neki su sirevi vrlo osjetljivi na potresanje i gnječenje te se tome mora prilagoditi ambalaža u kojoj se prevoze. U suprotnom, zbog vanjskih i unutarnjih deformacija i oštećenja, kvaliteta sira bila bi umanjena.

## LITERATURA

1. Dalglish, D.G.: *The enzymatic coagulation of milk. U: Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology (Ed. by P.F. Fox)*, An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland, 2014.
2. Havranek, J., Kalit, S., Antunac, N., Samaržija, D. (2014): *Sirarstvo*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
3. Kalit, S. (2002): Zrenje sireva, *Četvrti savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*, Varaždinske Toplice, 47 – 56.
4. Kalit, S. (2007): Odabir i primjena sirila u tradicionalnoj proizvodnji ovčjih i kozjih sireva, *Deveto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*, Toplice Sv. Martin, 62 – 68.
5. Kalit, S. (2009): Važnost učinkovitog izdvajanja sirutke na kvalitetu sir, *Jedanaesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u RH*, Poreč, 65 – 74.
6. Kalit, S. (2013): Kazein i njegova uloga u nastajanju gruša i izdvajaju sirutke, *Petnaesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*, Šibenik, 99 – 106.
7. Kalit, S. (2014): Mljekarske kulture i dodaci u proizvodnji sira, *Šesnaesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*, Poreč, 23. i 24. listopad 2014., 23 – 31.
8. Tratnik, Lj.: *Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb. 1998.

## VRSTE SIREVA I ZNAČAJ U PREHRANI LJUDI

Rajka Božanić

Sir je važna namirnica u prehrani ljudi, a danas ima i širi značaj jer predstavlja kulturno i tradicionalno ogledalo neke zemlje. Rupičasti, s plemenitim pljesnima, glatki i zlatnožuti, svi se oni nazivaju srevima, a njihovi oblici, veličine, okusi i sastavi vrlo su različiti. Sir je koncentrat najvrednijih sastojaka mlijeka. Bogat je proteinima, mineralnim tvarima i vitaminima, a zbog svojih različitih iznimnih okusa i mirisa, prozvan je kraljevskom namirnicom. Arheološka istraživanja u području današnjeg Iraka, u plodnoj dolini između rijeka Eufrat i Tigris, upućuju na postojanje sira prije nekih 8000 godina. S vremenom proizvodnja sira se raširila i doživjela razne modifikacije tako da danas postoji mnoštvo različitih srevova.

### 3.1. Proizvodnja sira

Proizvodnja sira započinje odabirom mlijeka, odnosno kontrolom prikladnosti mlijeka za sirenje. Treba provjeriti je li mu kiselost u redu te da ne sadrži neke inhibitorne tvari kao, primjerice, antibiotike. Zatim se mlijeku tipizira količina mliječne masti ovisno o vrsti sira koja se želi proizvesti. Svaki tip sira zahtjeva posebnu tipizaciju mlijeka kao i posebne uvjete proizvodnje i kasnije zrenja sira kako bi postigao karakteristike koje su specifične baš za taj tip sira. Usitnjavanje mliječne masti, tzv. homogenizacija mlijeka, u sirarstvu se uglavnom ne provodi radi posljedične slabije sposobnosti koagulacije kazeina, glavnog proteina mlijeka. Toplinska obrada mlijeka provodi se na minimalnoj temperaturi koju zakon propisuje kako bi kasnija koagulacija proteina bila što bolja. Zatim slijedi sirenje mlijeka. Ono se provodi dodatkom sirila (enzima) ili mljekarske kulture (bakterija mliječne kiseline). Moguće je provođenje sirenja i dodatkom kiseline (npr. octa) direktno u mlijeko uz eventualno zagrijavanje, iako je ovakav način sirenja znatno rjeđi u industrijskim razmjerima. Nakon koagulacije proteina, odnosno nastanka čvrstog gruša, gruš se reže kako bi se izdvojila sirutka. Pri proizvodnji tvrđeg sira

provodi se dogrijavanje gruša kako bi se sirno zrno osušilo, odnosno kako bi se iz njega izdvojilo što više sirutke i proizveo sir s velikom količinom suhe tvari, a s malim udjelom vode. Gruš se prebacuje u kalupe koji ga oblikuju i pri tome se cijedi. Kalupi se povremeno okreću da se ravnomjerno ocijedi sirutka i zatim formirani sir ide na prešanje. Nakon prešanja slijedi soljenje sira. Sol pomaže nastanku kore sira, te značajno utječe na proces zrenja i na sam okus sira.

Soljenje se obično provodi salamurenjem sira u slanoj salamuri. Nakon toga, sir se mora osušiti prije premještanja u zrionu kako ne bi došlo do njegova kvarenja. U zrioni sir zrije pri točno definiranim uvjetima vlage i temperature dok ne postigne željene karakteristike. U pravilu, što sir dulje zrije, okus mu je intenzivniji.

## 3.2. Podjela i glavne vrste sira

Različiti načini proizvodnje sira, razvijeni u pojedinim zemljama i u pojedinim područjima tih zemalja, različite klimatske zone i pasmine mliječne stoke utječu na postojanje različitih vrsta sireva. Razmjerno male promjene u postupcima tijekom procesa proizvodnje rezultiraju razlikama u proizvedenom siru. Stoga u svijetu, prema davnim navodima Scota (1981.), postoji oko 2000 vrsta sireva. Međutim, brojne su vrste sireva nazvane po mjestu podrijetla, a razlikuju se oblikom i načinom opreme, dok su osnovna tehnologija proizvodnje i glavna svojstva vrlo slični. Zbog toga se, prema raznim podacima, u svijetu proizvodi između 400 i 1000 specifičnih vrsta sireva, a prema Robinsonu (1993.), zapravo postoji samo 18 posve različitih vrsta.

Sirevi se mogu razvrstati na mnogobrojne načine, prema različitim značajkama. Mogu se podijeliti prema **vrsti mlijeka** iz kojeg se proizvode. Najčešće se rade iz kravlje mlijeka, zatim od ovčjeg, kozjeg i bivoljeg mlijeka. Također, postoje sirevi iz mješavine mlijeka pri čemu se uglavnom kravlje mlijeko miješa s nekom drugom vrstom mlijeka. To se mora deklarirati na samom siru.

Sirevi se mogu podijeliti i prema **načinu koagulacije**, odnosno grušanja mlijeka. Razlikuju se kisi sirevi (proizvedeni bilo fermentacijom pomoću bakterija mliječne kiseline bilo dodatkom kiseline u mlijeko za sirenje), slatki sirevi (proizvedeni dodatkom sirila) te mješoviti sirevi kod kojih se kombiniraju oba načina sirenja.

Prema **konzistenciji**, sirevi se razlikuju prema udjelu vode, odnosno suhe tvari u masi sira bez masti. Dijele se na jako tvrde, tvrde, polutvrde, polumeke te meke odnosno svježe sireve. Jako tvrdi sirevi imaju manje od 50 % vode i u ovu skupinu spadaju npr. Parmesan ili paški sir. Tvrdi sirevi imaju između 49 i 56 % vode i tu spadaju Emmentaler ili Cheddar. Polutvrđi sirevi imaju između 54 i 63 % vode i tu spada Gouda ili Trapist. Polumeke sirevi imaju između 61 i 69 % vode i tu spadaju Brie ili Gorgonzola. Meki sirevi imaju više od 67 % vode.

Prema **količini masti u suhoj tvari sira**, razlikuju se vrlo masni srevi (više od 60 %), punomasni (45 – 60 %), polumasni (25 – 45 %), malomasni (10 – 25 %) i posni srevi (manje od 10 %).

Srevi se mogu podijeliti i prema **zrenju**. Razlikuju se srevi bez zrenja, srevi koji zriju uz pomoć bakterija te srevi koji zriju uz pomoć pljesni. Srevi bez zrenja su nakon proizvodnje odmah spremni za konzumaciju. To su svježi sir, Mozzarella te zrnati svježi sir. Sreve sa zrenjem uz bakterije čine gotovo svi srevi koji prolaze fazu zrenja. Pri tome bakterijske kulture mogu biti aktivne pretežno na površini sira (na primjer sir tipa Limburger), pretežno u unutrašnjosti sira (pri čemu uglavnom nastaju rupe u siru), a imamo i zrenje u salamuri (sir tipa Feta). Kod srevi sa zrenjem uz plemenite pljesni, one mogu biti na površini sira (bijele pljesni), u unutrašnjosti sira (plave ili zelene pljesni), a ponekad se istovremeno kombiniraju obje vrste pljesni.

Međutim, najčešća i najpoznatija podjela sira je prema sličnom načinu proizvodnje (tablica 3.1.). Većina srevi na svjetskom tržištu, potekla je iz lokalnih, autohtonih proizvodnji, primjerice, sir Gouda podrijetlom iz Nizozemske, gdje su ga izrađivali seljaci, nazavši ga «Goudse Boerenkaas», Emmentaler – podrijetlom iz Švicarske, pokrajina Emmental, kanton Bern. Pojavljuju se i poteškoće oko naziva srevi istog tipa, koji se proizvode u različitim zemljama. Samo neki izvorni srevi imaju zaštićeno ime, kao Roquefort (ovčji sir koji potječe iz istoimene pokrajine u Francuskoj) ili sir Parmigiano Reggiano (kravlji sir iz pokrajine oko Parme, Reggio Emilie, Modene, Montove i Bologne u Italiji) i neki drugi. U nas nazivi pojedinih srevi često nisu jasno definirani.

### **3.2.1. Ekstra tvrdi srevi**

Ekstra tvrdi srevi od svih srevi imaju najviše suhe tvari, a najmanje vode. To su srevi koji prolaze vrlo dugo zrenje, oko 6 mjeseci, pa čak i do više od godine dana. Karakterizira ih zatvorena gruba struktura bez rupica. Imaju tvrdnu koru te intenzivan okus. Što su zrelijii, okus im je oštrij i jači. Zrelijii srevi imaju na presjeku sira bijele točkice. To su nakupine kristaliziranog kalcija. Ovi su srevi najbolji mogući izvor kalcija. U samo 100 g sira sadržana je dnevna potreba za kalcijem. Glavni predstavnici ove grupe srevi su Parmesan i Grana, oba sira podrijetlom iz Italije. Srevi koji zriju 2 do 6 mjeseci, obično služe za rezanje, a oni koji zriju dulje od 6 mjeseci, često se koriste za ribanje. Ovi se srevi, radi velike količine suhe tvari, često ne mogu rezati kao ostali srevi, nego se lome na komadiće posebnim sirarskim alatom. Osim od kravljeg, često se proizvode i od ovčjeg mlijeka. Iako je način proizvodnje isti, okus i miris srevi od ovčjeg mlijeka mnogo je intenzivniji. Glavni predstavnici ekstra tvrdih srevi od ovčjeg mlijeka su Pecorino (podrijetlom iz Italije) te paški sir (s otoka Paga).

**Tablica 3.1.** Podjela i glavne vrste sira (Tratnik i Božanić, 2012)

Vrsta sira	Izvorno podrijetlo	Glavne značajke
<b>Ekstra tvrdi sirevi</b>		
Parmesan	Italija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zatvorena gruba tekstura, bez rupica</li> </ul>
Grana		<ul style="list-style-type: none"> <li>• gruba, tvrda kora</li> <li>• zreli sirevi, oštra okusa koji pecka</li> </ul>
Pecorino	Italija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• isti tip, ali od ovčjeg mlijeka</li> <li>• zrenje: 2 –6 mjeseci (za rezanje)</li> </ul>
Paški sir	Hrvatska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 6 mjeseci (za ribanje)</li> <li>• jači okus i miris, pikantniji</li> </ul>
<b>Tvrdi sirevi</b>		
Emmentaler	Švicarska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• glatka, elastična tekstura</li> <li>• veće rupice (1 – 4 cm, 1000 – 2000)</li> <li>• slatkasti okus, tvrda kora, 60 – 130 kg</li> </ul>
Cheddar	Velika Britanija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zrenje i soljenje sirne grude (čedarizacija), zatvorena glatka tekstura, bez rupica</li> <li>• tvrda kora</li> </ul>
Gruyere		<ul style="list-style-type: none"> <li>• čvrsto tjesto, plastično ↔ mekše</li> <li>• vrlo malo rupica (kao grašak) ili bez</li> <li>• tvrda kora sa zasušenim mazom</li> </ul>
<b>Polutvrdi sirevi</b>		
Gouda	Nizozemska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• glatka tekstura, elastični</li> </ul>
Edam	Nizozemska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manje rupice, vrlo mali broj</li> </ul>
Trapist	Bosna i Hercegovina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• blaga ↔ jača aroma uz duže zrenje</li> <li>• tanja, mekša ili tvrđa kora</li> </ul>
<b>Sirevi sa zrenjem uz pojavu maza ili sluzi</b>		
Limburger	Belgija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zrenje uz bakterije na površini (<i>Brevibacterium linens</i>)</li> <li>• sasušena kožica s mazom (ili isprana površina)</li> </ul>
Tilsit	Njemačka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bez rupica ili samo poneka</li> <li>• okus pikantan, malo kiselkast</li> <li>• pakirani u aluminijuske folije</li> </ul>
<b>Sirevi s plemenitim pljesnim</b>		
Camembert	Francuska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sasušena kožica s bijelom pljesni na površini</li> <li>• tjesto glatko, plastično, elastično, do vrlo</li> <li>• mazivo; "teče"</li> <li>• blagi okus na šampinjone</li> <li>• zatim sve oštrijji na amonijak</li> </ul>
Brie	Francuska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pakirani u aluminijuske folije</li> </ul>
Roquefort	Francuska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sasušena kožica s bijelom pljesni na površini</li> <li>• tjesto glatko, plastično, elastično, do vrlo</li> </ul>
Gorgonzola	Italija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mazivo; "teče"</li> <li>• blagi okus na šampinjone</li> <li>• zatim sve oštrijji na amonijak</li> </ul>
Stilton	Velika Britanija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pakirani u aluminijuske folije</li> </ul>

Vrsta sira	Izvorno podrijetlo	Glavne značajke
Sirevi parenog tijesta		
Mozzarella	Italija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• glatka tekstura, plastični, rastezljivi</li> <li>• kuhanje, rastezanje i oblikovanje</li> </ul>
Kashkaval	Bugarska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nezreli, vrlo blagi okus (mocarella)</li> <li>• do vrlo pikantni (kačkavalj od ovčjeg mlijeka nakon nekoliko mjeseci zrenja)</li> </ul>
Provolone	Italija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ponekad se dime (parenica, a nekad i provolone)</li> </ul>
Parenica	Češka, Slovačka	
Sirevi u salamuri		
Feta	Grčka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kriške zalivene salamurom</li> </ul>
Domiati	Egipat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• glatka tekstura, bez rupica, poneka pukotina</li> <li>• okus slan, blaga aroma, do vrlo pikantna (ovčji ili kozji)</li> </ul>
Halloumi	Cipar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• blago užegli okus i miris (puna aroma vrlo zrelog sira)</li> </ul>
Travnički	Bosna i Hercegovina	
Svježi sirevi		
Svježi sir		<ul style="list-style-type: none"> <li>• od obranog mlijeka, pastozni</li> <li>• vrlo meki do osušeni (prgice)</li> </ul>
Kremasti svježi sir	Hrvatska, Slovenija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• od punomasnog mlijeka</li> <li>• zrnati svježi sir, posni prelivem kremastom mješavinom</li> </ul>
Zrnati sir		
Sirevi od sirutke		
Skuta	Hrvatska, Slovenija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• svježi sirevi, slatkasti okus na kuhanje</li> <li>• od ovčje ili ugušćene UF kravljе sirutke</li> <li>• ponekad uz malu količinu mlijeka</li> </ul>
Ricotta	Italija	
Mysost	Norveška	<ul style="list-style-type: none"> <li>• od vrlo ugušćene sirutke, uz vrhnje</li> <li>• kuhanjem mlijeka, vrhnja i sirutke</li> <li>• sladak i trpak sa slabim okusom karamele</li> </ul>

### 3.2.2. Tvrdi sirevi

Kod tvrdih sireva minimalno zrenje traje pet tjedana. Jedan od predstavnika ove grupe sireva je Emmentaler. To je sir podrijetlom iz Švicarske, iz doline rijeke Emme, kojeg karakterizira glatka, elastična tekstura te velike rupice, odnosno sirne oči. Ovo je sir s najvećim sirnim očima, promjera od 1 do 4 cm, a može ih biti od 1000 do 2000 u jednom siru. Radi toga su dimenzije sira velike.

Pojedini sir teži od 60 do 130 kg. Emmentaler karakterizira specifičan slatkast okus na lješnjake koji je posljedica sekundarne fermentacije bakterijama propionske kiseline. Bakterije propionske kiseline stvaraju propionate koji daju taj specifični okus siru i stvaraju velike količine plina posljedica čega su brojne i velike rupe u siru. Drugi predstavnik skupine tvrdih sireva je Cheddar. Ovaj je sir podrijetlom iz Velike Britanije i tamo predstavlja preko 50 % ukupne proizvodnje sira. Sir se

proizvodi na vrlo specifičan način. Nakon što se uobičajenim postupkom proizvede mladi sir, nakon cijeđenja i prešanja, taj sir se melje u rezance, soli i puni u kalupe. Takav postupak proizvodnje naziva se čedarizacija. Posljedica toga je sir zatvorene glatke teksture, bez sirnih očiju. Kora mu je tvrda. Treći predstavnik ove grupe sireva je Gruyere podrijetlom iz Švicarske. On ima čvrsto tijesto, plastično do mekše, ovisno o zrenju sira. Ima veći broj malih sirnih rupica. Karakterizira ga tvrda kora sa zasušenim mazom.

### **3.2.3. Polutvrdi sirevi**

Najpoznatiji predstavnici ove grupe sireva su Gauda i Edamer. To su sirevi podrijetlom iz Nizozemske – gauda iz grada Gouda, a Edamer iz grada Edam.

Karakterizira ih glatka tekstura i elastično tijesto. Imaju mali broj manjih rupica, a mogu biti i bez rupica. Aroma im je blaga, ali duljim zrenjem postaje intenzivnija. Kora im može biti tanja, mekša ili tvrđa, a karakterizira je određena boja. Tako je Edamer izvana uvijek crven, bilo da je pakiran u crvenu foliju ili ima crveni premaz, a Gauda je izvana uglavnom žuta iako nekada može biti i crna. Još jedan vrlo poznat sir ove skupine je Trapist. To je sir porijeklom iz Bosne i Hercegovine.

### **3.2.4. Sirevi sa zrenjem uz pojavu maza ili sluzi**

Ovu skupinu sireva čine sirevi koji zriju uz bakterije na površini sira. Najčešće se radi o bakterijama iz roda *Brevibacterium linens*. One rastu na površini, stvaraju žuto-narančasto-crveni maz i utječu na aromu sira. Okus sira je pikantan, malo kiselkast. Na površini sira javlja se sasušena kožica sa mazom, koja se može i isprati. Sir uglavnom nema sirne oči. Kako bi se maz s površine sira zaštitio sir se pakira u aluminijске folije. Glavni predstavnici ove grupe sireva su Limburger, podrijetlom iz Belgije iz grada Limburga, i Tilsit, podrijetlom iz Njemačke iz grada Tilsita.

### **3.2.5. Sirevi s plemenitim pljesnima**

Ovi se sirevi mogu podijeliti u dvije velike grupe ovisno o plemenitim pljesnima s kojim se proizvode.

Prvu grupu čine bijeli sirevi. Ovi sirevi na površini imaju sasušenu kožicu s bijelim pljesni. Tijesto im je glatko, plastično i elastično. Dugim zrenjem postaje mekano do vrlo mazivo, slično strukturi toplog maslaca, pa se kaže da tijesto "teče". Na početku zrenja sir ima blagi okus na šampinjone, a kasnije, duljim zrenjem, okus postaje sve oštriji uz miris na amonijak. Vrlo zreli sirevi ovog tipa mogu imati vrlo intenzivan miris i okus koji gurmani jako cijene. Ovi se sirevi pakiraju u aluminijске folije i budući da pripadaju grupi polumekih sireva, ulažu se u kartonske ili drvene kutije kako se ne bi deformirali tijekom transporta. Najpoznatiji predstavnici ove grupe sireva su Camembert i Brie. Oba sira su podrijetlom iz Francuske i karakterizira ih različit oblik. Camembert je mali sir promjera 15 – 20 cm,

dok je Brie, njegov veliki brat, promjera oko 40 cm.

Drugu grupu sireva s plemenitim pljesnima čine plavi sirevi. Za razliku od bijelih pljesni koje se nalaze isključivo na površini sira, plavo-zelene pljesni nalaze se unutar sira. Sir ima sasušenu kožicu na površini, tjesto mu je bijelo do blago rumeno prošarano plavo-zelenim pljesnim. Okus sira je blago kiselkast do vrlo pikantan ako se provodi dulje zrenje. Obično su znatno slaniji u odnosu na bijele sireve. Ako se ovi sirevi rade iz ovčjeg mlijeka, tada imaju znatno intenzivniji miris i okus. Najpoznatiji predstavnici ove grupe sireva su Roquefort, sir podrijetlom iz Francuske, iz pokrajine Roquefort, koji se radi isključivo iz ovčjeg mlijeka, te sirevi iz kravljeg mlijeka: Gorgonzola iz Italije i Stilton iz Velike Britanije.

Danas se na tržištu javljaju i sirevi proizvedeni kombinacijom bijelih i plavo-zelenih pljesni. Takvi sirevi imaju bijele pljesni na površini sira te plave pljesni koje prožimaju unutrašnjost sira.

### **3.2.6. Sirevi parenog tjesteta**

Najpoznatiji sir ovog tipa je Mozzarella, podrijetlom iz Italije. Ali u ovu skupinu spadaju i mnogi drugi poznati sirevi kao, primjerice, Kačkavalj (Kashkaval) iz Bugarske, Provolone iz Italije, te Parenica iz Češke odnosno Slovačke.

Sirevi se proizvode primjenom čedarizacije gdje se uz kuhanje tjesteta sira, provodi rastezanje i oblikovanje sirne grude u razne oblike. Sirevi su glatke teksture, plastični do elastični i na presjeku se listaju. Nemaju sirnih očiju. Nezreli sirevi su vrlo blagog okusa kao, primjerice, Mozzarella. Izvorno, Mozzarella se proizvodi iz bivoljeg mlijeka. Zreli sirevi mogu biti vrlo pikantni, kao, primjerice, Kačkavalj iz ovčjeg mlijeka nakon nekoliko mjeseci zrenja. Sirevi ovog tipa mogu se ponekad dimiti (Parenica, ponekad i Provolone).

### **3.2.7. Sirevi u salamuri**

Sirevi u salamuri su sirevi rezani na kriške i zaliveni salamurom. Salamura je vodena otopina soli s još nekim dodacima. Zrenje sira traje oko dva, tri tjedna. Sam sir prije salamurenja prilično je bezukusan i tek zrenjem u salamuri postiže punu aromu. Najpoznatiji sir ovog tipa je Feta, podrijetlom iz Grčke. Sir karakterizira glatka tekstura, bez sirnih očiju, samo poneka pukotina zbog nespojenog tjesteta. Okus mu je slan, a aroma blaga. Duljim zrenjem sir postaje pikantniji, osobito ako se proizvodi od ovčjeg ili kozjeg mlijeka. Tada poprima blago užegli okus i miris, što je puna aroma vrlo zrelog sira. Ovi se sirevi mogu čuvati u salamuri pri nižoj temperaturi i do godine dana. Osim Fete, poznat je i sir tipa Domiati, podrijetlom iz Egipta. On se proizvodi iz slanog mlijeka. Mlijeko se soli prije dodatka sirila. Sir je vrlo mekan, i nakon proizvodnje odmah je spreman za konzumiranje. Ipak pun okus postiže tek nakon zrenja u salamuri. Predstavnici ove skupine sireva su i sir Halloumi, podrijetlom s Cipra, te Travnički sir iz Bosne i Hercegovine.

### **3.2.8. Svježi sirevi**

Svježi se sirevi proizvode mlječno kiselim fermentacijom pomoći bakterija mlječne kiseline. U industrijskoj proizvodnji, uz bakterijsku kulturu, obično se dodaje i mala količina sirila kako bi se postigla bolja čvrstoća sira. To su najpopularniji sirevi na području sjeverozapadne Hrvatske i Slovenije. Najčešće se proizvode iz obranog mlijeka. Mogu se raditi i iz punomasnog mlijeka pa tada dobivaju naziv kremasti svježi sirevi. Uglavnom su blagoga kiselkastog okusa i velike vlažnosti. Ponekad se takvi sirevi miješaju s vrhnjem, sole i oblikuju u male stošće te se suše. U Hrvatskoj imaju naziv prgica ili turoš. Pri tome se u sirnu masu može dodati crvena mljevena paprika ili neki drugi dodaci. Mogu se i dimiti. Još jedna vrsta sira koja pripada u skupinu svježih sireva je zrnati sir. Ovaj se sir proizvodi od obranog mlijeka. Gruš se reže na male kockice i postepeno se zagrijava kako bi se napravile čvrste male kuglice sira. Pri tome se temperatura zagrijavanja diže i do 60°C kako bi svaka sirna kockica-kuglica postigla odgovarajuću čvrstoću. Provjerava se je li pojedino sirno zrno dovoljno čvrsto na način da se ispusti s metar visine – ukoliko se ne rasprsne, znači da je postignuta dovoljna čvrstoća. Budući da se zrnati sir radi od obranog mlijeka i ima prilično neutralan okus, prije pakiranja on se prelijeva kremastom mješavinom vrhnja.

Zajednička karakteristika svih ovih sireva je da ne prolaze fazu zrenja, nego su nakon proizvodnje odmah spremni za konzumiranje.

### **3.2.9. Sirevi od sirutke**

Kao što im ime kaže, ovi se sirevi ne proizvode od mlijeka nego od sirutke. Sirutka sadrži proteine sirutke koji koaguliraju zagrijavanjem na visokoj temperaturi (oko 90 – 95°C / 15 – 20 minuta) i to je osnova proizvodnje sireva od sirutke. Ovi se sirevi konzumiraju svježi bez procesa zrenja i nemaju dug rok trajanja. Karakterizira ih pomalo slatkasti okus na kuhanu koji je posljedica toplinske de-naturacije proteina sirutke tijekom procesa proizvodnje. U domaćinstvu, ovi se sirevi uglavnom rade iz ovčje sirutke jer ona ima značajno veći udjel suhe tvari u odnosu na kravlju sirutku pa je prinos sira veći. Kravljia sirutka sadrži samo 6 % suhe tvari, od čega je 70 % lakoze pa je prinos sira iz nje vrlo mali. Zato se u industrijskoj proizvodnji sirutka prethodno mora ugustiti. Ponekad se, radi većeg prinosa, dodaje i manja količina mlijeka. Najpoznatiji sir ovoga tipa je Ricotta, podrijetlom iz Italije. Na našim područjima takav se sir naziva skuta ili albuminski sir. U skandinavskim zemljama, poglavito Norveškoj, iz sirutke se radi jedna specifična vrsta sira naziva Mysost. To je sir tamno-žute, gotovo smeđe boje, vrlo zbijene strukture slične maslacu. On se proizvodi od vrlo zgušnute sirutke, uz dodatak vrhnja kuhanjem mlijeka, vrhnja i sirutke. Ima sladak i trpak okus sa slabim okusom karamele.

### 3.3. Prehrambena i zdravstvena vrijednost sira

Prehrambena i zdravstvena vrijednost sireva ovisi o kvaliteti i vrsti mlijeka od kojeg se sir proizvodi, te o samom tipu sira. Sir, kao i mlijeko, sadrži proteine, mliječnu mast, ugljikohidrate, vitamine i mineralne tvari. Sir je, u stvari, koncentrat proteina. Danas se smatra da što sir ima veću količinu proteina, a manje masti, ima veću prednost u prehrani. Smatra se da je konzumiranje 50 do 100 g sira dnevno poželjna prehrambena norma. Unosom 100 g svježeg sira može se osigurati oko 30 do 40 % proteina dnevno potrebnih u prehrani odraslog čovjeka, a unosom 100 g tvrdog sira oko 40 do 50 %.

Zreliji sirevi znatno su probavljiviji u odnosu na one manje zrele. Zrenjem sira osnovni se sastojci sira (proteini, masti i laktoza) u manjoj ili većoj mjeri djelomično razgrađuju. Kod većine sireva tijekom zrenja se razgradi gotovo jedna trećina proteina, što ovisi o vremenu zrenja sira. Što je zrenje sireva duže, ta će razgradnja (ne samo proteina) biti veća. Tako je kod jako tvrdih zrelih sireva laktoza (mliječni šećer) u potpunosti razgrađena. Kod sireva s plemenitim pljesnima razgradnja osnovnih sastojaka sira vrlo je intenzivna. Razlog tome je vrlo moćan proteolitički i lipolitički sustav pljesnica. Kod sireva s plavim plemenitim pljesnima (Roquefort, Gorgonzola) razgradi se do 50 % proteina, a kod sireva s bijelim pljesnima (Camembert, Brie) može se razgraditi i do 90 % proteina. S obzirom na intenzivnu lipolizu, tijekom zrenja značajno raste probavljivost ovih sireva, a istovremeno se razvija intenzivniji okus i miris. Sama proteoliza sira tijekom zrenja za neke ljudе može imati i negativne posljedice. Naime, dekarboksilacijom aminokiselina nastaju amini: histamin, tiramin, triptamin, putrescin, kadaverin i feniletilamin. Fiziološki aktivni amini mogu utjecati na povećanje krvnog tlaka (tiramin i feniletilamin) ili na njegovo smanjenje (histamin). Zdrave osobe imaju sposobnost metabolizirati biogene amine, čak i pri potrošnji veće količine zrelih sireva.

Mast definira konzistenciju, okus i miris sira te značajno utječe na njegovu hranjivu vrijednost. Količina masti u siru može značajno varirati, ovisno o vrsti sira. Tako se udjel mliječne masti u siru može kretati od 0,2 do 32,4 % (tablica 3.2.). Potrošači najčešće daju prednost masnijim srevima jer mliječna mast bitno poboljšava okus, a pridonosi i tvorbi arome sira. Mliječna je mast vrlo probavljiva, sadrži više od 200 različitih masnih kiselina, između kojih se nalazi i konjugirana linolenska kiselina za koju se zna da posjeduje antikancerogena svojstva.

S količinom masti u siru povezana je količina u masti topljivih vitamina (A, D, E i K te β-karotena) kojih može biti 5 – 8 puta više nego u mlijeku. Također, sir je važan izvor riboflavina, iako količina vitamina B skupine u siru može varirati.

**Tablica 3.2.** Prosječna količina masti i proteina u nekim srevima (Tratnik i Božanić, 2012)

Vrsta sira	Voda (%)	Proteini (%)	Mast (%)	Mast/s.t. (%)
Parmesan	31	38	26	35
Emmentaler	36	29	30	45
Tilsit	46	24	25	45
Edam / Gouda	46	24	25	45
Plavi sir	43	22	29	50
Brie / Camembert	53	21	24	47
Limburger	53	32	20	40
Feta	63	18	16	40
Svježi sir	75	9	10	40
Svježi posni sir	82	12	0,2	-

Sir je najbogatiji izvor mineralnih tvari, osobito kalcija i fosfora (tablica 3.3.). Osim toga, količina kalcija značajno ovisi o načinu proizvodnje sira. Srevi proizvedeni dodatkom sirila imaju mnogo veću količinu kalcija u odnosu na svježi sir. Razlog tome je što je svježi sir, proizведен kiselo mlijecnom fermentacijom, pri čemu je tijekom proizvodnje, radi povećavanja kiselosti, došlo do otapanja kalcija iz gruša sira te njegova prelaska u sirutku koja zaostaje pri proizvodnji sira. Radi toga 100 g svježeg sira sadrži manju količinu kalcija (90 mg/100 g) nego 100 mL mlijeka (123 mg/100 mL).

**Tablica 3.3.** Prosječna količina masti i proteina u nekim srevima (Tratnik i Božanić, 2012)

Vrsta sira	Ca	P	Na	K	Mg
Parmesan	1300	850	1200	100	44
Emmentaler	1080	730	250	90	43
Edam / Gouda	800	600	800	100	40
Tilsit	800	500	750	100	40
Plavi sir	420	350	1200	110	50
Mozzarella	400	340	450	100	16
Brie / Camembert	350	300	930	150	20
Svježi posni sir	90	190	30	120	9

Osim hranjive vrijednosti sira, valja istaknuti i specifičnu zdravstvenu vrijednost sira koja se očituje u zaštiti i smanjenju rizika od zubnog karijesa.

Razlog tome je vjerojatno velika količina kalcija i fosfora u siru koji utječe na proces demineralizacije; povećano lučenje sline kada se jede sir (osobito pri žvakanju tvrdog sira) pa sir ima ulogu pufera što povećava pH-vrijednost u ustima, čemu doprinose i puferska svojstva kazeina i djelomično peptida. Specifična vrijednost sira u njegovu je zaštitnom djelovanju na smanjenje rizika od nekih karcinoma. Naime, neki su testovi pokazali da stalna potrošnja sira smanjuje rizik od karcinoma dojki. Smanjenje rizika od karcinoma probavnog sustava neki pripisuju djelovanju kalcija, a mogao bi se pripisati i utjecaju nitrita koji potječe od nitrata te se ponekad dodaju u proizvodnji nekih sireva. U svakom slučaju, te pretpostavke još treba dokazati.

Ipak, sasvim je sigurno da je sir značajan izvor važne količine proteina i esencijalnih aminokiselina, važne količine riboflavina i vitamina A, a može biti i najbogatiji izvor kalcija, pa i fosfora.

Na kraju, može se reći da je sir namirnica koja ne sadrži nepotrebne tvari za ljudski organizam.

## LITERATURA

1. Robinson, R. K.: *Modern Dairy Technology*, 2. izdanje, Vol.2. Advances in Milk Products, Elsevier Applied Science, London & New York, 1993.
2. Scott, R.: *Cheseemaking Practice*, Applied Science Publishers, LTD, London, 1981.
3. Tratnik, Lj., Božanić, R.: *Mlijeko i mlječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.

## TRADICIONALNI SIREVI HRVATSKE I SLOVENIJE

Samir Kalit

Tradicionalni sirevi nastali su samoniklo na određenom području kao rezultat dugogodišnjeg razvoja određene tehnologije (recepture) proizvodnje koja se prenosila s koljena na koljeno (od bake na unuku). Na specifičnost tradicionalnih sireva utječe:

- klima
- zemljopisni položaj
- tlo
- voda
- botanički sastav prirodnih livada i pašnjaka
- pasmina i način uzgoja mlječeće stoke
- tradicionalne navike i običaji lokalnog stanovništva (ne samo u pogledu proizvodnje, već i potrošnje tradicionalnih, lokalnih sireva).

Tradicionalni sirevi u pravilu su usmjereni na lokalnu skupinu potrošača, turiste i sirarske gurmane. Sirarska industrija korištenjem visokokvalitetnog nehrđajućeg čelika u dizajniranju opreme, strogom izolacijom proizvodnog pogona od prirodne okoline i filtracijom zraka u pogonu osigurava proizvodnju sireva sigurnih od patogenih mikroorganizama, ali „dosadnih“ okusom. Međutim, sirarski gurmani u pravilu uživaju u tradicionalnim srevima proizvedenim od sirovog mlijeka i smatraju moderno industrijsko sirarstvo, u kojem se primjenjuje pasterizacija mlijeka kao tehnološki korak osiguranja zdravstvene sigurnosti sireva slobodnih od patogenih mikroorganizama, „ubojicom“ okusa sira.

## **4.1. Današnji značaj tradicionalnih sireva**

Proizvodnjom tradicionalnih sireva čuva se tradicija, odnosno sprječava se izumiranje proizvodnje rijetkih tradicionalnih mlječnih proizvoda. Ako se poljoprivrednim gospodarstvima omogući prerada mlijeka proizvedenog na vlastitom gospodarstvu, rješava se problem otkupa mlijeka, osobito u područjima gdje je otkup mlijeka otežan kao što su udaljena planinska područja i otoci.

Moderna mljekarska industrija više nije zainteresirana za otkup mlijeka s udaljenih područja gdje je takav otkup otežan i skup. S druge strane, sve je veći broj konzumenata koji žele kupovati tradicionalne sireve, osobito među lokalnom populacijom potrošača, turistima i sirarskim gurmanima. Preradom vlastitog mlijeka na gospodarstvu u tradicionalne sireve, povećava se dohodak po gospodarstvu proizvodnjom proizvoda dodane vrijednosti. U tom slučaju, poljoprivredna gospodarstva nisu usmjerena samo na proizvodnju mlijeka, već i na preradu mlijeka i izravnu prodaju. Time se članovi na gospodarstvu dodatno zapošljavaju što uvjetuje veći ukupan dohodak po gospodarstvu bez povećanja broja proizvodnih jedinica (broj hektara poljoprivredne zemlje ili broj mlječne stoke). Povećan dohodak po gospodarstvu omogućio bi mlađim obiteljima koje se odluče na ovaku proizvodnju i preradu ostanak u ruralnim područjima što sprječava depopulaciju ruralnih područja. Depopulacija ruralnog prostora jedan je od najvažnijih ciljeva svakog razvijenijeg društva.

## **4.2. Specifičnosti tradicionalnih sireva**

Tradicionalni sirevi, u pravilu, proizvode se iz sirovog, toplinski neobrađenog mlijeka bez ili s primjenom mljekarskih kultura, a uz primjenu prirodnih sirila izačina uz mnogo ručnog rada. Ovakve je sireve teže proizvesti u industrijskim uvjetima, a po svom okusu, mirisu, aromi i teksturi drugačiji su od onih proizvedenih u industrijskim uvjetima. Obično su raznolikijeg, intenzivnijeg i uzbudljivijeg okusa i arome.

## **4.3. Mjere unapređenja i razvijanja tehnologije proizvodnje tradicionalnih sireva**

Među važnijim mjerama koje se u Hrvatskoj i Sloveniji provode u cilju održivog razvoja proizvodnje tradicionalnih sireva su edukacija proizvođača, stručnjaka i konzumenata te stalna prilagodba zakonske regulative potrebama prerade i tržišta. Važna mjeru kojom se promoviraju tradicionalni sirevi, a time i oni koji te sireve proizvode, su prodajne izložbe popraćene medijima jer proizvođači tradicionalnih sireva nisu u mogućnosti financirati vlastitu promidžbu. Senzorsko

ocjenjivanje sireva također je način kako poticati proizvođače na proizvodnju što kvalitetnijih tradicionalnih sireva. Ocjenjivanjem sireva sirari se stavljuju u uvjete natjecanja i time ih se potiče na proizvodnju što kvalitetnijih sireva te na inovativnost.

## 4.4. Neki važniji tradicionalni sirevi Hrvatske i Slovenije

Hrvatska i Slovenija su riznice tradicionalnih mlijecnih proizvoda. Tradicija je čimbenik razvijanja proizvodnje ekskluzivnih mlijecnih proizvoda gdje Hrvatska i Slovenija imaju velik potencijal. U stručnim krugovima uvriježeno je mišljenje da se u Hrvatskoj proizvodi tridesetak tradicionalnih sireva od kojih su najvažniji: paški sir, tounjski sir, preveli (prevehli) sir, krčki sir, škripavac, istarski sir, svježi sir i turoš. S druge strane, sirevi čija popularnost prelazi granice Slovenije su bohinjski sir i tolminski sir.

### 4.4.1. Paški sir

Smatra se da se paški sir počeo proizvoditi od mlijeka paške ovce 1870. godine. Oplemenjivanjem domaće ovce s merino negretti ovnovima dobila se ovca vrlo dobro prilagođena na okoliš kakav je na otoku Pagu kombiniranih proizvodnih osobina (za meso i mlijeko). Od paške ovce proizvodi se vrhunska paška janjetina, dok se ovčje mlijeko prerađuje u poznati paški sir. Prvi zapis o proizvodnji paškog sira datira iz 1912. godine. Područje proizvodnje paškog sira jest cijeli otok Pag čija je površina 284,56 km<sup>2</sup>. Geološki, otok Pag pripada kraškom području. Klimatski, otok je izložen djelovanju bure i posolice s mjestimično vrlo oskudnom vegetacijom. Karakterizira ga blaga i suha mediteranska klima. Botanički pokrov livada i pašnjaka karakterizira intenzivno, aromatično i ljekovito mediteransko bilje. Na otoku Pagu ovčarskom proizvodnjom bavi se 600 gospodarstava što čini potencijal za proizvodnju sto tona paškog sira.

Osim na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, paški sir se proizvodi i u nekoliko sirana. Prema evidenciji Hrvatske poljoprivredne agencije, broj muznih ovaca na otoku Pagu varira između 25 000 i 28 000. Paška ovca tjelesno je nešto manja od drugih otočkih ovaca, skladno građenog trupa s osrednje izraženim širinama i dubinama, tjelesne mase 30 do 40 kg, dok su ovnovi prosječne težine 50 kg. Ovca se janji u siječnju i veljači, a plodnost joj je 120 %. Zbog proizvodnje paškog sira, razdoblje sisanja janjadi je kratko, svega tridesetak dana.

Laktacija paške ovce traje 150 dana, a mlijecnost joj varira od 80 do 150 L po laktaciji. Karakteristično je da se paška ovca drži na otvorenom cijelu godinu, tako da joj se osnovni obrok sastoji od paše. Uz pašu, ovca se prihranjuje sijenom i kukuruzom (zimi i u vrijeme laktacije). Kvaliteta ovčjeg mlijeka dobro je istražena i karakterizira je nadprosječan sadržaj suhe tvari, osobito masti i proteina što ga

čini vrlo pogodnim za sirenje. Za proizvodnju paškog sira smije se koristiti ovčje mlijeko proizvedeno od paške ovce na otoku Pagu. Za sirenje smije se koristiti sirilo prirodnog podrijetla, a sirenje mlijeka traje do sat vremena. Gruš se reže na veličinu kocke 5 – 7 x 5 – 7 cm , a zatim se tradicionalno usitnjava drvenim pršljenom do veličine riže (slika 4.1. i 4.2.).



**Slika 4.1.** Drveni nož i pršljen za proizvodnju paškog sira (izvor: D. Samaržija)



**Slika 4.2.** Sirno zrno u proizvodnji paškog sira (izvor: D. Samaržija)

Sušenje sirnog zrna odvija se na temperaturi od 41°C iza čega slijedi taloženje i oblikovanje sirne grude te oblikovanje sira u kalup i prešanje. Sir se soli krupnom morskom solju utrljavanjem soli po površini sira 3 puta u 48 sati (slika 4.3.).

Paški sir zrije minimalno dva mjeseca, a maksimalno pet mjeseci pri mikroklimatskim uvjetima temperature ne niže od 16°C i relativne vlažnosti zraka ne više od 90 % (slika 4.4.). Paški sir ima oblik pravilnog cilindara, blago konveksnih do ravnih bočnih strana te ravne gornje i donje strane. Promjer paškog sira varira između 18 – 23 cm, a visina 7 – 9 cm. Težina mu varira između 2 – 4 kg. Kora sira je tvrda, zlatno žuta do svijetlo crveno smeđe boje, debljina 3 – 4 mm (slike 4.5. i 4.6.).



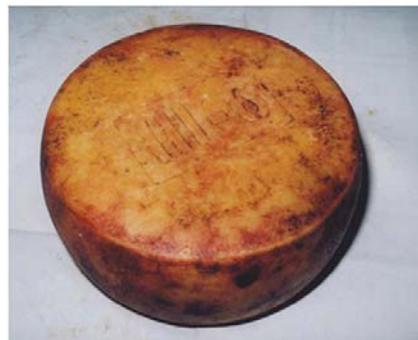
**Slika 4.3.** Soljenje paškog sira (izvor: D. Samaržija)



**Slika 4.4.** Zrenje paškog sira (izvor: D. Samaržija)



**Slika 4.5.** Izgled mladog paškog sira (izvor: D. Samaržija)



**Slika 4.6.** Izgled zreloga paškog sira (izvor: D. Samaržija)

Tekstura mladog paškog sira slabo je elastična, lako reziva, na prerezu nalažimo rijetko raspoređene okrugle očice, dok je tekstura paškog sira pune zrelosti granulasta, a rezanjem se nepravilno lomi. Okus mu je intenzivan, karakterističan za ovče sireve, a kod paškog sira pune zrelosti prilikom konzumacije topi se u ustima oslobađajući veliku količinu aromatskih spojeva. Nutritivno, paški sir je izuzetno vrijedan. Primjerice, njegova mineralna vrijednost ubraja ga u skupinu nutritivno, vrlo vrijednih sireva (tablica 4.1.).

**Tablica 4.1.** Mineralna vrijednost paškog sira (Samaržija, 2004)

mg/100 g sira							
Ca	P	Na	K	Mg	Mn	Zn	Fe
808,43	595,31	909,43	130,92	48,94	0,060	3,494	0,375

#### 4.4.2. Tounjski sir

Tounjski sir ima oblik pogače (slika 4.7.), odnosno blago je kupast s ravnim dnom, površina mu je zlatno žute boje, s donje strane nalazimo dvije poprečne svjetlige pruge, presjek sira je "masnog" izgleda, svjetlo žute boje, a može imati dvadesetak pravilno raspoređenih i okruglih očiju promjera 2 – 4 mm. Okus sira umjerenog je kiseo i slan s karakterističnom aromom po dimu. Osnovna značajka tounjskog sira je da se on dimi korištenjem drveta obojenih voćaka (lijeske, šljive, trešnje, višnje) i graba. Po teksturi, tounjski sir prvih nekoliko dana po završetku proizvodnje škripi (tounjski škripavac), nakon čega mu se mijenja tekstura u rezivu i srednje elastičnu. Sir je prosječno težak 700 g (s varijacijama 500 – 1000 g), promjer mu je 14 – 16 cm, visine 4 – 6 cm.



**Slika 4.7.** Tounjski sir tijekom dimljenja (fotografija: S. Kalit)

#### 4.4.3. Preveli (prevehli) sir

Ovaj sir pripada skupini kiselinskih sušenih sireva, a dobiva se iz kiselog gruša, odnosno njegovim temeljitim cijeđenjem i sušenjem na zraku (slika 4.8.). Sir se proizvodi na području Posavine i Moslavine. Sušenjem svježi sir prelazi u kategoriju polutvrđih sireva čime su tadašnji stočari, uz soljenje, znatno produžili trajnost svježem siru. Tako proizvedeni sir mogao se čuvati duže razdoblje bez kvarenja. Sir ima kiseo, svjež i slan okus te lisnat izgled i strukturu na presjeku. Ovaj sir često se dodatno konzervira i dimljenjem, odnosno javlja se u bijeloj i dimljenoj varijanti.



**Slika 4.8.** Preveli sir tijekom sušenja (fotografija: S. Kalit)

#### 4.4.4. Krčki sir

Krčki sir proizvodi se od mlijeka izvorne pasmine ovaca koja se uzgaja na otoku Krku – krčka ovca. Ovaj sir je, kao i ostali primorski sirevi, nastao tijekom 18. i 19. st. križanjem lokalnih izvornih pasmina ovaca s merino ovnovima uvezenim iz Španjolske, Francuske, Italije i Austrije. Krčka ovca pripada skupini pramenki, kombiniranih proizvodnih osobina. Zahvaljujući okolišu, krčka ovca je relativno mala (tjelesna masa 24 – 43 kg), ali prilično otporna i prilagodljiva na oskudne uvjete uzgoja. U laktaciji, koja traje između pet i šest mjeseci, ovca proizvede oko

100 L mlijeka. Krčki sir pripada skupini tvrdih punomasnih otočkih ovčjih sireva. Sir je proizведен od sirovog ovčjeg mlijeka u kojemu je sačuvana aktivnost prirodnih enzima i prirodna mikroflora nestarterskih bakterija mliječne kiseline. U njihovoј se izvornoј proizvodnji koristilo domaće sirilo i priručna pomagala od prirodnih materijala. Danas je njihova proizvodnja dijelom modificirana zbog primjene različitih sirila i čistih kultura, kojih ima na tržištu, te primjene suvremenе sirarske opreme.

Krčki sir se ručno proizvodi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima otoka Krka. Sir je pravilnoga cilindričnog oblika (slika 4.9.). Masa sira iznosi prosječno oko 1000 g s varijacijama 580 – 1700 g, dok promjer prosječno iznosi 13 cm, s varijacijama 11,5 – 15 cm. Visina sira iznosi oko 6 cm, s varijacijama 4,4 – 7,8 cm. Kora mu je jednolične smeđe žute boje, bez raspuklina i nečistoća.

Sir može biti namazan tankim slojem biljnog ulja. Boja sira na prerezu jednolična je bijledožuta, tjesto je slabo elastično i mekano za rezanje. Sir na prerezu ima mali broj rijetko posijanih okruglastih sitnih očica. Miris je ugodan, tipičan za ovče sireve, dok je okus sira umjerenog kiseo.



**Slika 4.9.** Krčki sir tijekom zrenja (fotografija: S. Kalit)



**Slika 4.10.** Krčki sir – sir sa zlatnog otoka Krka (fotografija: S. Kalit)

#### 4.4.5. Sir škripavac

Sir škripavac meki je sir koji se proizvodi u brdsko-planinskom području Hrvatske (Lika, Gorski Kotar i Kordun). Za njegovu proizvodnju koristi se kravje mlijeko dobiveno od ekstenzivno držanih krava na spomenutim područjima, uz primjenu velikog udjela voluminozne krme karakterističnoga prirodnog botaničkog sastava livada i pašnjaka te niskog udjela krepkih krmiva što mlijeku za proizvodnju škripavca daje karakterističan sastav velikog udjela masti i malog udjela proteina.

Specifičnost tehnologije proizvodnje sira škripavca je dogrijavanje sirnog zrna (veličina zrna lješnjaka) na temperaturi do 45°C, što siru kasnije daje gumaštu i škripavu konzistenciju. Sir škripavac je pravilnoga cilindričnog oblika, a prema starim kazivanjima, nekada je bio i loptastog pa i četvero-uglastog oblika. Masa sira iznosi prosječno oko 1200 g s varijacijama 900 – 1600 g, dok promjer prosječno iznosi 15 cm s varijacijama 12 – 18 cm. Visina sira značajno varira i može iznositi 4 – 7 cm. Sir je bez kore, odnosno mliječne je boje na izgledu te ne prolazi proces zrenja (slika 4.11.). Sir je na presjeku zatvoren s manjim brojem mehaničkih otvora nastalih od zadržavanja sirutke tijekom prešanja, a okus mu je mliječno-slatkast i vrlo umjeren slan. Konzistencija mu je karakteristično gumašta te škripi tijekom konzumiranja zbog čega je ovaj sir dobio ime.



**Slika 4.11.** Sir škripavac (fotografija: S. Kalit)

#### 4.4.6. Istarski sir

Istarski ovčji sir tradicionalni je autohtoni proizvod dobiven koagulacijom sirovog ili pasteriziranog mlijeka ovaca uzgajanih na području Istre pomoću prirodnog sirila uz izdvajanje sirutke što se postiže rezanjem sirnog zrna na veličinu zrna pšenice i njegovim dogrijavanjem na temperature između 41 i 42°C.

Izvorni istarski ovčji sir je punomasni tvrdi sir. Sir smije sadržavati najviše 56 % vode u bezmasnoj tvari i najmanje 45 % masti u suhoj tvari sira. Sir je cilindričnog oblika promjera između 18 i 20 cm i visine između 7 i 9 cm (slika 4.12.).

Težina sira može varirati 1,8 – 3 kg. Istarski sir spremан za konzumaciju optimalne je zrelosti između 60 i 120 dana. Kora sira je zlatno-žute boje, a tijesto sira je slabo elastično, no lako rezivo. Sir je blago pikantan, izražene i specifične aromе po ovčjem mlijeku. Konzumacijom se „topi u ustima“ i oslobađa veliku količinu ukusnih spojeva koji ispunjavaju usta tijekom žvakanja.



**Slika 4.12.** Istarski sir (fotografija: S. Kalit)

#### 4.4.7. Svježi sir i kiselo vrhnje

Svježi sir prvenstveno se proizvodi na području Križevaca, zagrebačke okolice i Varaždina, dakle, u sjeverozapadnim dijelovima Hrvatske, te u Sloveniji gdje ga nazivaju skuta. Njegova proizvodnja je prilično jednostavna. U njoj se svježe pomuzeno mlijeko ostavlja da fermentira na sobnoj temperaturi (oko 25°C) tijekom 24 – 48 sati. Za to vrijeme prirodno prisutne bakterije mlijecne kiseline proizvedu kiseli gruš koji se reže na veličinu kutije šibica i cijedi u odgovarajućim kalupima, sirarskim maramama, ili se pak dogrijava na temperature između 40 i 50°C kako bi se pospješilo istjecanje sirutke iz njega. Izdvojeno kiselo vrhnje konzumira se zajedno sa sirom. Izgled sira je grudast (slika 4.13.), a boja mu je bijela sa žućkastom nijansom. Miris mu je ugodan i izražen. Okus sira je kiseo, pun, izražen i mlječni. Konzistencija sira je granulirana, nježna i mekana. Postoji i svježi sir u listićima.



**Slika 4.13.** Svježi sir (izvor: N. Antunac)

#### 4.4.8. Sir turoš

Sir turoš pripada skupini svježih, kiselih, suhih sireva stožastog oblika u koji se dodaje suha, crvena, mljevena paprika i sol. Tradicionalno se proizvodi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. Također se proizvodi i na području Slovenije (Pomurje). Turošu slični sirevi u Hrvatskoj još se proizvode na području Bjelovara (kvargl) i Varaždina (prgica; slika 4.14.). Proizvodi se prirodnom fermentacijom sirovog mlijeka. Kada se mlijeko ukiseli, odvaja se vrhnje s površine gruša, a kiseli se gruš lagano dogrijava ( $42^{\circ}\text{C}$ ) kroz tri sata bez miješanja. Kiseli se sirni gruš premješta u sirnu maramu i ostavlja se kako bi se ocijedio jedan dan. Ocijeđeni kiseli gruš miješa se sa solju, crvenom, suhom paprikom i oblikuje se u stožac. Stošci se suše na suncu ili iznad peći oko sedam dana. U 1000 g svježe sirne mase dodaje se 20 g soli i 10 g crvene mljevene paprike.



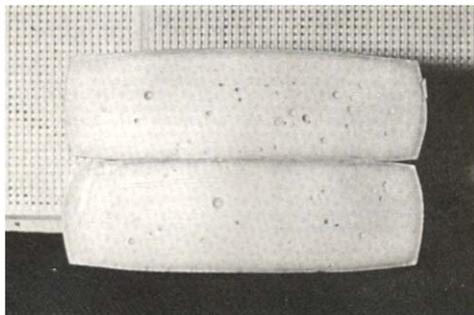
**Slika 4.14.** Kiselinski sušeni sirevi Hrvatske u obliku stoščića (izvor: K. Valkaj)

#### 4.4.9. Bohinjski sir

Pripada skupini ementskih sireva koji se proizvode u Sloveniji. Njegovu proizvodnju usavršio je 1864. godine Janez Mesar pod vodstvom švicarskih sirara. Danas se ovaj sir proizvodi na cijelokupnom području planine Bohinj. Sir ima oblik koluta (slika 4.15.), ali mu dimenzije mogu biti različite. Promjer koluta je između 30 i 50 cm, dok mu visina varira između 10 i 16 cm. Masa sira varira između 20 i 30 kg. Kora sira je čvrsta, suha i zlatno žute boje. Oči sira su okrugle, a promjer im može varirati između 5 i 15 mm. Prilično su gusto raspoređene. Okus sira je izražen, aromatičan te asocira na okus mladog oraha. Iz 100 kg mlijeka može se proizvesti između 8 i 9 kg sira.

Za bohinjski sir karakteristično je da se mlijeko gruša u bakrenom kotlu. Mlijeko večernje mužnje zrije u drvenim posudama kroz noć na temperaturi između 10 i  $13^{\circ}\text{C}$ . Mlijeko večernje mužnje pomiješa se s mlijekom jutarnje mužnje u bakrenom kotlu, zagrijava se na temperaturu sirenja ( $30 - 35^{\circ}\text{C}$ ), te ono stoji na toj temperaturi približno 40 minuta. Na svakih 100 L mlijeka dodaje se 1 g sira u prahu (jačine 1 : 100 000). Sirilo je u mlijeko potrebno temeljito umiješati

iza čega se kotao prekriva drvenim poklopcem te se mlijeko siri oko 40 minuta. Trnjačom se gruš reže i miješa dok ne dosegne temperaturu 50 – 53°C u vremenu od 25 minuta. Zrno se na navedenoj temperaturi suši tridesetak minuta, dok ne dosegne veličinu zrna pšenice. Nakon toga, sadržaj se prestaje miješati kako bi se slegao na dno kotla. Oblikovana sirna gruda na dnu kotla se vadi iz kotla sirnom maramom i ostavlja se cijediti dok se većina sirutke ne odvoji od sirne grude. Zatim se sirna masa premješta u drvene kalupe gdje stoji bez pritiska desetak minuta, iza čega se preša 22 sata. Tijekom prešanja sir se okreće šest puta, a sirarska se marama mijenja kod svakog okretanja. Sir se soli u salamuri približne koncentracije soli od 20°Be u vremenu od dva do tri dana pri čemu se okreće u salamuri svaki dan dosoljavajući se. Po završetku soljenja, sir se briše i polaže na police za zrenje sira. Mikroklimatski uvjeti u prostoriji za zrenje sira su 14 – 16°C i 85 % relativne vlažnosti zraka. Tu sir stoji četiri tjedna pri čemu se on briše i okreće svaki drugi dan. Prvi tjedan se sir još dosoljava. Nakon četiri tjedna sir se prevozi u centralnu siranu gdje zrije u uvjetima temperature između 21 i 22°C i relativne vlažnosti zraka od 85 – 90 %. Bohinjski sir zrije 2 – 3 mjeseca.



**Slika 4.15.** Bohinjski sir (Slanovec, 1982)

#### 4.4.10. Tolminski sir

Proizvodi se nad Kobaridom u alpskom podgorju. Tehnologija proizvodnje slična je talijanskom siru Montasio. Sir se proizvodi od punomasnoga sirovog mlijeka. Sličan sir proizvodi se i u Beneškoj Sloveniji i Furlaniji. Sir se proizvodi od punomasnoga sirovog mlijeka. Ima oblik koluta. Promjer koluta je 40 cm, a visina mu je 12 cm. Težina sira varira između 6 i 10 kg. Kora sira je glatka i žučkaste boje. Tijesto je plastično, povezano, žučkaste boje s rijetkim grah velikim očicama. Okus sira je slatko pikantan i podsjeća na ementski sir. Iz 100 kg mlijeka moguće je proizvesti oko 9,5 kg sira.

Tehnološki postupak proizvodnje sastoji se u dogrijavanju mlijeka na temperature između 34 i 35°C i njegovu sirenju u trajanju od tridesetak minuta.

Gruš se izrezuje na veličinu zrna graška te se ostavlja neko vrijeme, kako bi došlo do ispuštanja dijela sirutke. Zatim se sadržaj kotla dogrijava na temperaturu od

43°C u trajanju od 35 minuta kako bi se sirno zrno osušilo. Sirno zrno se vadi iz sirutke sirarskom maramom i ostavi neko vrijeme da se iscijedi, nakon čega se stavlja na sirarski stol. Nakon toga, sirna se gruda reže na manje komade prema kalupu. Kalupi se zatvaraju odgovarajućim klipovima i prešaju 6 – 8 sati.

Pritisak na sir postepeno se povećava s 300 na 1000 N ovisno o veličini sira.

Tolminski sir se soli u salamuri koncentracije 18 – 20°Be. Sir zrije ne temperaturi između 15 i 18°C i relativnoj vlažnosti zraka od 85 %. Sir zrije obično tri mjeseca.

## LITERATURA

1. Kalit, S., Dolenčić Špehar, I. (2012): *Preveli sir – oznaka zemljopisnog podrijetla (specifikacija)*, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
2. Kalit, S. (2013): *Tounjski sir – oznaka zemljopisnog podrijetla (specifikacija)*, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
3. Magdić, V., Kalit, S., Havranek, J. (2006): Sir škripavac – tehnologija i kvaliteta, *Stočarstvo*, 60, 121 – 124.
4. Magdić, V., Kalit, S., Mrkonjić Fuka, M., Skelin, A., Samaržija, D., Redžepović, S., Havranek. J. (2013): A survey on hygienic and physicochemical properties of Istrian Cheese, *Mljetkarstvo* 63, 55 – 63.
5. Prpić, Z., Kalit, S., Lukač Havranek, J., Štimac, M., Jerković, S. (2003): Krčki sir, *Mljetkarstvo*, 53, 175 – 194.
6. Valkaj, K., Cerjak, M., Kalit, S., Rako, A., Wendorff, W.L. (2013): Do consumers from Međimurje region recognize their autochthonous Turoš cheese?, *Mljetkarstvo*, 63, 211 – 219.
7. Samaržija, D. (2004): *Paški sir – oznaka zemljopisnog podrijetla (specifikacija)*, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
8. Slanovec, T.: *Sirarstvo*, ČZP kmečki glas, Ljubljana, 1982.

# PROIZVODNJA SIRA U ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE

Irena Barukčić

## 5.1. Uvod – Kako je sir stigao u Europu?

Proizvodnja sira ubraja se među najstarije poznate postupke konzerviranja mlijeka koje je po svojoj prirodi lako pokvarljiva namirnica i spontano se kiseli ili gruša.

Prema nekim arheološkim istraživanjima provedenim u Egiptu, na području između rijeka Eufrat i Tigris, pronađeni su dokazi o postojanju sira od kozjeg i ovčjeg mlijeka još u razdoblju od 7000. do 6000. god. pr. Kr. Brojni zapisi iz razdoblja poslije Krista svjedoče o procesu proizvodnje sira te o sposobnosti grušanja mlijeka. Međutim, ne zna se točno tko je prvi proizveo sir. Prema nekim legendama, sir je prvi slučajno proizveo arapski trgovac time što je, prilikom svog putovanja pustinjom, mlijeko prenosio u mješini izrađenoj od ovčjeg želuca.

Enzimi prisutni u unutrašnjosti „vreće“ aktivirali su se pod utjecajem topline te su uzrokovali grušanje mlijeka i izdvajanje sirutke. Navečer je trgovac ustanovio kako mu je sirutka izvrsno ugasila žed, a sir (gruš) je bio izrazito ukusan te mu utažio glad.

Vjeruje se kako su putnici iz Azije donijeli umijeće proizvodnje sira u Europu. Zapravo, poznato je kako se sir proizvodio za vrijeme uzlaza i vrhunca Rimskog carstva, te su upravo stari Rimljani odgovorni za prijenos i začetke sirarstva u Engleskoj. Tijekom srednjeg vijeka pa sve do otkrića Amerike, sir su uglavnom proizvodili redovnici u samostanima diljem Europe te tako postoje zapisi o proizvodnji nekih, danas svjetski poznatih, sireva. Primjerice, evidentirano je da se gorgonzola proizvodila još 897. god. u dolini rijeke Po te je Italija postala središtem europskog sirarstva tijekom 10. st. Također se u zapisima iz 1070. god. pronađenim u samostanu Conques u Francuskoj spominje i proizvodnja roqueforta. Proizvodnja sira se, dakle, intenzivno širila Europom i postala priznatom granom gospo-

darstva, a sir cijenjenom namirnicom. Tako su od lokalnih proizvodnji u pojedinim zemljama potekli brojni sirevi koji su u međuvremenu stekli ugled na svjetskoj razini i proizvode se prema prilagođenim recepturama u industrijskom mjerilu. Međutim, brojni sirevi su i dalje dostupni kao tradicionalno proizvedeni primjenom autohtone tehnologije, što im u današnje vrijeme osigurava posebnu vrijednost u očima potrošača.

Prema podacima Svjetske agencije za hranu i poljoprivredu, proizvodnja mlijeka i sira bilježi kontinuirani porast unatrag posljednjih 10 – 15 godina, pa se na svjetskoj razini proizvodi u prosjeku oko 16 milijuna tona, a u Europi približno 8 milijuna tona sira godišnje. Najveći europski proizvođač sira je nedvojbeno Njemačka s prosječnom godišnjom proizvodnjom koja prelazi 2 milijuna tona, no u stopu je prati Francuska, dok Italija zauzima treće mjesto. U usporedbi s time, godišnja proizvodnja sira u Hrvatskoj (oko 30 tisuća tona) i Sloveniji (oko 20 tisuća tona) nalazi se pri dnu ljestvice zemalja članica Europske unije. Do danas je poznato preko 2000 različitih vrsta sira, no ovo poglavlje obuhvatit će opis najpoznatijih vrsta koje potječu s prostora Europe.

## 5.2. Sirevi Njemačke

Kao što je već spomenuto, Njemačka je najveći proizvođač sira u Europskoj uniji te čini čak jednu četvrtinu ukupne godišnje proizvodnje. Od toga se najveći dio proizvodi (75 %) u Bavarskoj, točnije u pokrajini Allgäu, koja se nalazi u alpskom dijelu južne Njemačke, dok su ostale sirarski važne regije, primjerice, Schleswig - Holstein Mecklenburg – Zapadno Pomorje (njem. Mecklenburg-Vorpommern) i Saska-Anhalt (njem. Sachsen Anhalt).

Međutim, unatoč velikoj proizvodnji, samo je nekoliko autohtonih vrsta koje su se raširile i izvan granica Njemačke, a među kojima prvo mjesto pripada svježem mekom siru naziva **kvark** (njem. Quark, Speisequark, Topfkäse, Weisskäse, Matz, Bibelskäse, Lukeleskäs, Topfen). Standardi za proizvodnju kvarka su različiti te se može proizvoditi s 14 – 24 % suhe tvari bez masti, a često se miješa s vrhnjem te dodacima poput voća ili začina. Kvark se proizvodi od pasteriziranog i obranog kravljeg mlijeka koje se gruša djelovanjem mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline pri 25 – 28°C u trajanju 16 do 24 sata. Nakon formiranja čvrstog gruša, što se postiže pri pH 4,5 – 4,7, slijede: termalizacija (56 – 60°C / 3 min), hlađenje (do 37°C) i izdvajanje sirutke na separatoru, hlađenje sira te punjenje u ambalažu. Prije konačnog hlađenja i punjenja u ambalažu, siru se dodaje vrhnje, ovisno o željenom udjelu mliječne masti. Na njemačkom tržištu kvark je dostupan kao posni (njem. Magerquark) s maksimalno 10 % mliječne masti, te kao polumasni (20 % mliječne masti) i punomasni (40 % mliječne masti) svježi kremasti sir.

Kvark je najrasprostranjenija vrsta sira u Njemačkoj, konzumira se u raznovrsnim kombinacijama, bilo da se radi o slatkim ili slanim jelima, a na tržištu su prisutni

brojni varijeteti različitih mliječnih proizvoda na bazi kvarka poput voćnog sira, sira sa začinskim biljem i sl.

**Allgäuer Bergkäse** (Allgäuski planinski sir) također je jedan od poznatijih autohtonih njemačkih sireva koji je zaštićen oznakom izvornosti (engl. PDO) te se stoga smije proizvoditi samo u određenim zemljopisnim područjima kao što su, primjerice, okruzi Lindau, Oberallgäu, Ostallgäu, Unterallgäu i Ravensburg (Anonymus 3, Harbutt, 1998.). Tehnologija proizvodnje slična je kao i kod emmentalera, dok se sam proces prerade odvija u manjim proizvodnim pogonima smještenim na nadmorskoj visini od 900 do 1800 m, uključujući nekoliko sira na iznimno smještenih u podnožjima njemačkih Alpa. Za proizvodnju se koristi sirovo mlijeko porijeklom iz spomenutih zemljopisnih područja, a jedan sir može težiti između 15 i 20 kg, te zrije minimalno 4 mjeseca i sadrži u prosjeku 45 do 50 % mliječne masti u suhoj tvari. Prema sastavu i svojstvima, ovaj sir pripada u kategoriju ekstra tvrdih sireva, a karakterizira ga blago aromatičan i orašast okus koji zrenjem postaje intenzivniji. U odnosu na ementaler, Allgäuski planinski sir ima tamnije tjesto i manje sirne oči.

**Tilzit** (njem. Tilsiter) se može smatrati najznačajnijim sirom koji izvorno potječe iz Njemačke. Smatra se da su njegovu proizvodnju uspostavili oko 1840. god. nizozemski imigranti koji su naseljavali Istočnu Prusku. Točnije, začetnicom se smatra gđa Westphal iz Tilsita. Tilzit se svrstava u polutvrde sireve s minimalnim udjelom od 30 % mliječne masti u suhoj tvari, iako u prosjeku sadrži 45 do 50 % mliječne masti. Proizvodi se od pasteriziranog kravljeg ili bivoljeg mlijeka ili iz njihove mješavine koje se gruša dodatkom 0,5 – 1 % starter kulture i 30 mL sirila na 100 L mlijeka.

Osim toga, dozvoljen je i dodatak oko 20 g kalcija te 20 g natrijevog nitrata u svrhu postizanja čvršćeg gruša te radi prevencije nastanka plinova. Tilzit zrije 1 – 3 mjeseca, a karakteriziraju ga i bijledo do tamnije žuta boja tjesteta koje mora biti elastično uz prisustvo manjih sirnih očiju nepravilnog oblika, te blago pikantan i neznatno kiselkast okus.

**Butterkäse** je polutvrdi sir koji se proizvodi od pasteriziranoga kravljeg mlijeka te je izrazito popularan u Njemačkoj, dok se rjeđe javlja u ostaku europskih zemalja. Kako mu i sam naziv kaže, karakteriziraju ga boja i blag okus sličan maslacu, a tekstura mu je glatka i ponekad graniči s tekućom pa otud i naziv „maslačni sir“. Obično se proizvodi u obliku pravokutne štruce ili koluta zlatne do crvene prirodne kore, zrije oko 1 mjesec i sadrži oko 50 % mliječne masti u suhoj tvari.

## 5.3. Sirevi Francuske

Iako po prosječnoj godišnjoj proizvodnji sira nije vodeća zemlja Europske unije, Francuska je zasigurno vodeća s obzirom na broj sireva koji su postigli slavu svjetskih razmjera i učinili je prepoznatljivom kao zemlju sira i vina. Prije svega, to su sirevi s plemenitim pljesnimima (Camembert, Brie, Roquefort), no Francuska je i kolijevka brojnih polutvrdih i tvrdih sireva kao što su Banon, Beaufort, Cantal, Lagouile, Mimolette Francaise, Raclette, itd. Većina tradicionalnih francuskih sireva (čak njih 56) zaštićena je oznakom izvornosti (franc. AOC; engl. PDO) na nacionalnoj, ali i na razini Europske unije, dok ih je znatno manje zaštićeno oznakom zemljopisnog podrijetla (engl. PDI) ili nacionalnom oznakom Label Régional (LR), tako da su, zapravo, iznimke sirevi koji nemaju neku vrstu zaštite. Proizvodnja sira u Francuskoj toliko je rasprostranjena da postoji poseban sustav klasifikacije, a pravila zaštite oznakom izvornosti ili zemljopisnog podrijetla diktiraju kojoj od sljedećih grupa će se pojedini sir pridružiti:

- **Fermier** - sir proizveden na gospodarstvu na kojem se proizvodi i mlijeko za njegovu izradu.
- **Artisanal** - proizvođači relativno malih količina sira kojeg izrađuju od vlastita mlijeka, no mogu kupovati mlijeko i od drugih malih lokalnih proizvođača.
- **Coopérative** - mljekara lokalnih proizvođača mlijeka koji potječu s određenoga zemljopisnog područja i udružili su se radi proizvodnje sira.
- **Industriel** - industrijski proizveden sir od mlijeka koje potječe od lokalnih proizvođača mlijeka odnosno iz određenog zemljopisnog područja koje može podrazumijevati razne predjele diljem Francuske ovisno o specifikaciji proizvoda.

### 5.3.1. Meki sirevi i sirevi s plemenitim pljesnimima

Francuski sir o kojem postoje, povijesno gledano, najstariji zapisi je **Roquefort** kojeg još u 1. st. pr. Kr. spominje Plinije kao „sir koji redovito odnosi nagradu u Rimu gdje su ljudi uvijek spremni usporediti i cijeniti dobre stvari iz svake zemlje“. Legenda kaže kako je ovaj sir nastao sasvim slučajno, kad je mladi pastir čuvajući ovce opazio prekrasnu djevojku te ovčje mlijeko i sir namijenjene za vlastiti objed ostavio u šilji i otiašao za djevojkom. Kad se nekoliko mjeseci kasnije vratio, pronašao je sir nastao djelovanjem pljesni na mlijeko. Kako se sve zbilo u okrugu Roquefort-Soulzon, po tome je sir i dobio ime. Roquefort je meki, punomasni sir proizveden od sirovog, punomasnog ovčjeg mlijeka uz dodatak male količine plave plemenite pljesni roda *Penicillium roqueforti*. Sir zrije u podzemnim pećinama Cambalou poznatim po plavim pljesnimima koje su tamo prirodno prisutne u zraku. Zanimljivo je da se pljesni tradicionalno proizvode tako da ih se pusti rasti na štrucama raženog kruha. Pri tom se kruh peče posebno u tu svrhu na početku sezone, te se ostavlja 70 dana da se isuši i zapljesnivi, nakon čega se

melje u prah. Male količine praha posipaju se po grušu prije stavljanja u kalupe.

Sir je obično cilindričnog oblika, mase 2 – 3 kg i prekriven je bijelo-rumenom sluzi koja je najčešće suha. Sirno tijesto roqueforta bijele je do kremaste boje i prošarano plavo-zelenom pljesni, uglavnom povezano, no može biti i drobljivo što ovisi, prije svega, o zrelosti sira. Zreli Roquefort karakteriziraju izrazito pikantan okus i oštar miris.



**Slika 5.1.** Prerez Roqueforta (Harbutt, 1998)

**Brie** se može smatrati ocem svih mekih bijelih sireva, a naziv je dobio prema istoimenom mjestu iz kojeg potječe. Brie vuče korijene iz područja Ile-De France, no danas se proizvodi i u mnogo širem području unutar Francuske. Postoji nekoliko različitih vrsta, no originalom se smatra Brie de Meaux koji potječe iz grada Meaux. Bez obzira na naziv i točno mjesto podrijetla, svi sirevi koji se deklariraju kao Brie, proizvode se na sličan način, a međusobno se razlikuju po udjelu mlijecne masti u suhoj tvari, po vrsti sirovine (kravljе mlijeko, bivolje mlijeko ili njihova mješavina) te po stupnju zrelosti prilikom konzumacije. Prema originalnoj recepturi, koristi se toplinski neobrađeno, svježe pomuženo mlijeko koje se zakiseljava dodatkom oko 10% starter kulture ili kiselog mlijeka. U današnje vrijeme, mlijeko se standardizira, pasterizira i dodaju mu se starter kulture te manje količine sirila. Zrenje ove vrste sira traje minimalno 10 dana pri 14 – 16°C što je potrebno za razvoj bijele pljesni *Geotrichum candidum* odgovorne za postizanje karakterističnih senzorskih svojstava, no u pravilu zrije 6 do 8 tjedana.

Osim pljesni *Geotrichum candidum*, mogu mu se dodavati i sojevi *Penicillium camemberti* te *Brevibacterium linens*. Cilindričnog je oblika te promjera koji se mogu svrstati u tri kategorije: 14 – 16 cm, 22 – 24 cm i 32 – 36 cm, a prosječna debљina iznosi oko 2,5 cm. Gotov Brie u prosjeku ima masu od 1,5 do 3,0 kg, ne smije sadržavati više od 56 % vode, dok udio mlijecne masti u suhoj tvari mora biti minimalno 40 %. Sirno tijesto može biti gotovo potpuno bijelo do svjetlo žuto, mekano, ali ne mravlјivo te bez sirnih očiju. Kora mu je mekana i u potpunosti prekriva površinu sira, karakteristične je bijele boje uz mogućnost pojave crvenkastih, narančastih i smećkastih mrlja. Okus Brie sira je ovisan o stupnju zrelosti, no u pravilu je orašast.

**Camembert** je sir srođan brieu i može se nazvati njegovim mlađim bratom, a ova dva sira zajedno su nedvojbeno najpoznatiji sirevi s plemenitim pljesnima. Međutim postoje i određene razlike među njima, što prvenstveno podrazumijeva mjesto porijekla koje je, u slučaju Camemberta, Normandija. Prema povijesnim zapisima, Camembert je u istoimenom mjestu prvi put proizvela Marie Harel 1791. god. prateći upute dobivene od svećenika koji je došao iz mjesta Brie, a recepturu je neko vrijeme održala obiteljskom tajnom. Međutim, nakon što je usavršila proizvodni postupak i uspostavila prodaju Camemberta na lokalnoj tržnici, sir je postao iznimno popularan, te su se proizvodnja i prodaja brzo proširili.

Prema originalnoj recepturi, Camembert se proizvodi od sirovoga kravljeg mlijeka, a nastali gruš se ne reže te zrije brže i dolazi do pojave smeđih tragova uslijed prisustva različitih mikrobnih kultura poput *Brevibacterium linens*, dok mu je kora naborana, a miris pun i zreo. Međutim, modernizirana metoda proizvodnje uključuje pasterizaciju mlijeka i rezanje gruša pa gotovi sir ima glatkú i potpuno bijelu koru nastalu isključivo utjecajem plemenitih bijelih pljesni *Geotrichum candidum* i *Penicillium camemberti*. Za razliku od sira tipa Brie, Camembert se proizvodi kao mali okrugli sir prosječne težine 210 – 260 g, promjera 10,5 – 11 cm, te debljine 3 cm. Zreli Camembert ne smije sadržavati više od 48 % vlage, a udio mliječne masti u suhoj tvari treba biti minimalno 30 %.

Od ostalih sličnih popularnih francuskih sireva valjalo bi istaknuti **Pouligny-Saint-Pierre** koji potječe iz regije Indre u središnjoj Francuskoj, a proizvodi se od sirovoga kozjeg mlijeka. Također je zaštićen oznakom izvornosti, a poseban je zbog oblika stošca te se često naziva i piramidom ili Eiffelovim tornjem. Sir je prosječno 9 cm visok i teži oko 250 g, a tijesto je bijele do bijeljedo žute boje i glatke do lagano mrvljive teksture. Okus mu je kiselkasto slankast, a miris podsjeća na sijeno.

### 5.3.2. Tvrdi i polutvrdi francuski sirevi

**Cantal** je polutvrđi do tvrdi kravljí sir koji potječe iz središnje Francuske, a ime je dobio po planinskom masivu u regiji Auvergne. Radi se o siru dugе tradicije i pretpostavlja se kako je Plinije upravo mislio na Cantal kad je hvalospjevima opisivao sir iz Nimesa i okolice. Razlikuju se dvije podvrste ovog sira: *Cantal Fermier* koji se proizvodi od sirovog mlijeka na tradicionalan način te industrijski proizvedeni *Cantal Laitier* od pasteriziranog mlijeka. Međutim, bez obzira na način proizvodnje, obje vrste moraju udovoljiti strogo postavljenim parametrima kvalitete. Primjerice, Cantal se proizvodi isključivo od mlijeka krava pasmine Salers hraničenih prirodnom ispašom u razdoblju od 15. studenog do 15. travnja. Mlijeko dobiveno od iste pasmine, ali tijekom ljetnih mjeseci, odnosno van spomenutog razdoblja, ne koristi se za proizvodnju Cantala, već za proizvodnju sira naziva Salers. Pri tom se smatra kako se Cantal najbolje kvalitete proizvodi od mlijeka krava koje su držane na nadmorskoj visini između 1100 i 1300 m. Polutvrđi Cantal dozrijeva nekoliko mjeseci, a odlikuje se čvrstom konzistencijom izvana, dok mu je

unutrašnjost mekša. Okus mu je snažan i pikantan s naglašenom notom maslaca koja se pojačava dozrijevanjem. Ovisno o trajanju zrenja razlikuju se:

- Cantal jeune (zrenje 1 – 2 mjeseca)
- Cantal entre-deux or Cantal doré (zrenje 2 – 6 mjeseci)
- Cantal vieux (zrenje dulje od 6 mjeseci).

Cantal se ne proizvodi u velikim količinama, a više od 80 % pripada u jednu od prve dvije kategorije. Izgled mu je cilindričan i masivan, s prosječnim promjerom 30 –50 cm te visinom od čak 40 cm i težinom 30 do 45 kg. Zreli sir ne smije imati više od 42 % vlage, a mora sadržavati minimalno 45 % mliječne masti u suhoj tvari. Također, ne smije sadržavati sirne oči.

**Comté** (ili Gruyere de Comté) je polutvrdi kravlji sir proizveden od sirovog mlijeka, podrijetlom iz regije Comte na istoku Francuske. Također je zaštićen označkom izvornosti i to od samih početaka ove regulative tj. od 1958. god. pa je i jedan od prvih sireva koji je na ovaj način dobio priznanje o iznimnoj kvaliteti. Comté je poseban po nekoliko strogih pravila koja se moraju poštivati kod proizvodnje kao što je npr. jedino dozvoljena prerada mlijeka krava pasmine francuski simentalac, a koje imaju minimalno jedan hektar zemljišta na raspolaganju za ispašu.

Osim toga, sirovo mlijeko se podsirava u bakrenim kotlovima, što je danas prava rije-tkost. Comté se proizvodi u velikim kolutima promjera između 40 i 70 cm, te mase ne veće od 50 kg. Minimalno zrije 4 mjeseca, no većina sireva ove vrste zriju dulje odnosno između 12 i 18 mjeseci. Sadrži oko 45 % mliječne masti u suhoj tvari, a karakterizira ga jednolika i gusta tekstura s tek nekoliko sirnih očiju promjera ne većeg od 8 mm, te aroma maslaca i prženih lješnjaka.

**Beaufort** je, slično Comtéu, pripadnik obitelji sireva sličnih švicarskom Gruyeru, a proizvodi se od nepasteriziranoga kravljeg mlijeka. Zaštićen je označkom izvornosti koja, između ostalog, definira da se može proizvoditi samo iz mlijeka krava hranjenih tijekom ljetnih mjeseci na pašnjacima u pokrajini Savoie, na nadmorskoj visini između 1500 i 2500 m. Sir je obično težine od 20 do 75 kg, u obliku konkavnog koluta te ima smeđe-žutu prirodnu hrapavu koru. Beaufort zrije između 12 i 15 mjeseci, ima razvijen karakterističan miris.

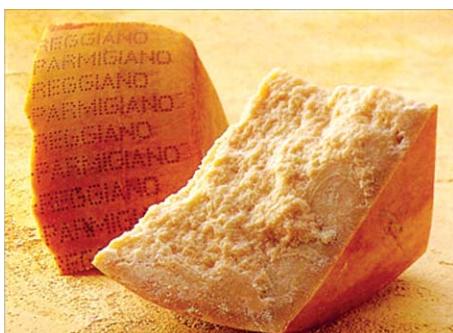
**Saint Paulin** je u odnosu na sve ostale spomenute francuske sireve najmlađi, budući je prvi puta proizведен oko 1930. god. Međutim, izrazito je popularan i naširoko se konzumira pa se često može naći i na našem tržištu. Saint Paulin polutvrdi je kravlji sir proizveden od pasteriziranog mlijeka srođan trapistu, budući da vuče korijene od proizvodnje sira Trappist Port-du Salut, kojeg su proizvodili redovnici trapisti. Prosječna težina mu ne prelazi 2 kg, zrije 4 – 5 tjedana, a karakteriziraju ga oprana glatka kora blijedožute do narančaste boje, kremasta i čvrsta tekstura te blagi okus s notama maslaca.

Još su brojni drugi poznati francuski sirevi, a mnogi se među njima proizvode i od kozjeg mlijeka, no prethodno opisani spadaju među najrasprostranjenije.

## 5.4. Sirevi Italije

Promatrajući dostupne statističke podatke, Italija je treća po redu u Europi što se tiče prosječne godišnje proizvodnje sireva. Međutim, uz Francusku, Italija je sigurno zemlja s najviše vrsta sira koji su stekli svjetsku slavu i svrstali je u sam vrh sirarstva. Uzimajući u obzir da su Europom gotovo 6 stoljeća dominirali Rimljani, te da je u njihovoj kulturi i prehrani sir imao važnu ulogu zbog dostupnosti, kompaktnosti i dobrog podnošenja putovanja, takva sirarska tradicija i nije neobična. Tako se praktički ocem svih europskih sireva može smatrati **Pecorino Romano**, kojeg još u 1 st. spominje Plinije Stariji prilikom opisa tehnike izrade ovčjeg sira kojeg su rabilili pastiri u okolini Rima. **Pecorino** je skupni naziv za tvrde ovčje sireve, a svaki je poseban s obzirom na regiju iz koje potječe te pasminu ovaca čije je mlijeko korišteno pa se tako razlikuju Pecorino Romano, Pecorino Sardo, Pecorino Toscano i Pecorino Siciliano. Svi navedeni tipovi pecorina su zaštićeni oznakom izvornosti, s tim da se Pecorino Romano smatra najstarijim, a tradicionalno se izrađuje u regijama oko Rima - Lazio i Toskana, te na otoku Sardiniji. U odnosu na ostale vrste u ovoj grupaciji, najveći je s prosječnom težinom oko 20 kg i visinom 14 do 22 cm. Minimalno sadrži 36 % masti u suhoj tvari, a udio vlage u zreloj siru ne smije biti iznad 36 %. Pecorino zrije oko 8 mjeseci, a karakterizira ga svjetlo do slamenato-žuto tijesto i lagano mravljava tekstura.

**Parmiggiano Reggiano** (engl. Parmesan) sljedeći je poznati izvorni talijanski sir koji je strogo zaštićen oznakom izvornosti i smije se proizvoditi samo u regijama Parma, Reggio Emilia, Bologna (samo u područjima zapadno od rijeke Reno), Modena i Mantova. Naziv mu je složenica u kojoj je pojam Parmiggiano pridjev te se odnosi na područje oko Parme, a Reggiano označava regiju Emilia Romagna. Riječ je o tvrdom siru proizведенom iz nepasteriziranoga kravljeg mlijeka koje se zgrušava djelovanjem termofilne mljekarske kulture u velikim bakrenim kotlovima. Poseban je po tome što se proizvodi iz mješavine punomasnog mlijeka jutarnje mužnje i djelomično obranog mlijeka od prethodnog dana, a krave moraju biti isključivo hranjene ili svježom travom ili sijenom. No bez obzira na uporabu obranog mlijeka, sir karakteriziraju ugordan, pun, te snažan i dobro razvijen okus i miris. Parmiggiano Reggiano zrije u prosjeku oko 2 godine, prilikom čega prolazi niz strogih kontrola od strane istoimenog Konzorcija (udruga proizvođača) kako bi se osigurala kvaliteta zajamčena imenom. Tako, primjerice, nakon prvih 12 mjeseci zrenja, stručnjak iz Konzorcija pregledava svaki pojedini sir te kuckanjem po površini sira provjerava zvukove na osnovu kojih otkriva moguće defekte. Sirevi koji prođu kontrolu dobivaju žig Konzorcija, koji se utisne u koru sira i koji potrošačima jamči maksimalnu kvalitetu.



**Slika 5.2.** Zreli Parmiggiano Reggiano (Harbutt, 1998)

**Grana Padano** vrlo je sličan parmezantu, no odnosi se na tvrdi kravlji sir od nepasteriziranog, djelomično obranog mlijeka koje potječe iz doline rijeke Po od krava hranjenih travom, sijenom ili silažom. Pojam *Grana* općenito se odnosi na zrnatu, lomljivu teksturu, što je glavna karakteristika ovog sira. U prosjeku ima težinu od 24 do 40 kg, a izgleda kao valjak s glatkom prirodnom ekstra tvrdom korom zagasito žute boje. Tipičan okus Grana Padano sira povezuje se sa svježom aromom po voću i slatkom, a nikako ne smije biti kiseo ili jednoličan.

**Asiago** je kravlji sir koji se proizvodi u siranama na nadmorskoj visini iznad 600 m u talijanskim Alpama u okolini grada Asiaga, te regijama Vicenza i Veneto. Područje proizvodnje strogo je definirano budući je i Asiago zaštićen oznakom izvornosti. Mlijeko se prije podsiravanja ne pasterizira, a sir ima oblik koluta težine 8 do 20 kg, s prirodnom korom koja je glatka i sjajna. Mladi asiago ima žuto tjesto koje starenjem postaje zagasito narančasto. Međutim, razlikuju se dvije podvrste – Asiago Pressato i Asiago d’Allevo. Asiago Pressato je mladi lagano prešani sir od punomasnog mlijeka, proizvodi se u malim mljekarama i zrije 20 – 30 dana. Blijedožute je boje, elastičnog tjesteta i decentnog mirisa i okusa. Asiago d’Allevo se proizvodi od djelomično obranog mlijeka, no dugo zrije (oko 2 godine) te ima razvijenu voćnu aromu, boju meda/karamela i zrnate je teksture.

**Provolone** je tipični talijanski sir kojemu se ne zna točno podrijetlo, no spada među prve sireve koje su stari Rimljani poznavali. Ovo je jedan od najpoznatijih i najrasprostranjenijih sireva proizvedenih od razvučenog gruša, a koji se još nazivaju i *pasta filata* srevima tj. srevima parenog tjesteta. Jedini još poznatiji sir takvog tipa je **Mozzarella**. Tehnologija proizvodnje ovih sireva specifična je po rezanju formiranog zrelog gruša na rezance te njihovo kuhanje i rastezanje do postizanja elastičnog tjesteta. Provolone vjerojatno potječe iz okolice Vezuva, a može biti različitog oblika i veličine. Često je kruškolikog, cilindričnog ili sferičnog oblika i tipične težine do 5 kg. Suvremena tehnologija proizvodnje podrazumiјeva preradu punomasnog mlijeka podrijetlom iz doline rijeke Po te Lombardije i Veneta. U ovisnosti o trajanju zrenja, koje je minimalno 4 mjeseca, sir može biti slatkastog do vrlo pikantnog okusa.



**Slika 5.3.** Provolone (Calec, 2002)

**Mozzarella** je za razliku od Provolone svježi sir i izvorno se proizvodi iz bivoljeg mlijeka zbog čega joj je naziv **Mozarella di Bufala Campana**. Kao i Provolone, zaštićena je oznakom izvornosti i izrazito je popularna svugdje po svijetu te među šarolikom populacijom potrošača. Ima velik sadržaj vode (obično 40 do 50 %), a vanjski slojevi mogu biti nešto čvršći – poput elastičnih džepova koji sadrže tekućinu nalik mlijeku. Mozzarella je gotovo potpuno bijele boje, i prodaje se uronjena u sirutku i trebala bi biti više mekana nego gumasta. U današnje se vrijeme proizvodi i od kravljeg mlijeka, no takva mozzarella ima manje delikatan okus i više je gumasta. Može se dimiti pa se tada naziva **Mozarella affumicata**.

**Bel Pease** je vrlo popularan meki sir kojeg je 1906. god. osmislio Egidio Galbani i po prvi puta proizveo u gradu Melzo. Riječ je o kravljem siru koji zrije 6 do 8 tjedana, te ga karakterizira kremasta i lagano mlijecna aroma, kao i potpuno svjetla, bljedunjavo žuta boja. Proizvodi se u malim kolutima i vrlo je sličan francuskom Saint-Paulinu i njemačkom Butterkäseu. Vrlo često se koristiti kao zamjena za mozzarellu.

**Ricotta** je svježi albuminski sir odnosno sirutkin sir sličan skuti koja se proizvodi u našim krajevima. Tradicionalno se proizvodi od ovčje sirutke koja se zagrijava na visokoj temperaturi prilikom čega prisutni proteini sirutke denaturiraju i formiraju gruš. Tekstura ricotte je kremasta, nimalo zrnata ni rastresita, te lagano slatkastog okusa.

**Gorgonzola** je tradicionalni talijanski sir s plemenitom plavom pljesni (*Penicillium glaucum*) koji se proizvodi od kravljeg mlijeka u Piedmontu i Lombardiji. Zaštićena je oznakom zemljopisnog podrijetla, a proizvodi je preko 80 sirara sa sjevera Italije. Nakon otprilike 4 tjedna zrenja, sir se buši metalnim iglama kako bi se omogućilo širenje pljesni. Tipična Gorgonzola zrije 3 do 6 mjeseci i sadrži oko 48 % mlijecne masti u suhoj tvari. Čvrstoča i aroma ovise, prije svega, o dužini zrenja, pa zreliji sirevi imaju mekšu teksturu.



**Slika 5.4.** Mascarpone  
(Harbutt, 1998)

**Mascarpone** je također vrlo zanimljiv potrošačima s našeg područja, a odlikuje se nešto drukčjom tehnologijom proizvodnje koja podrazumijeva fermentaciju vrhnja koje potječe od obiranja mlijeka korištenog u proizvodnji Parmiggiana Reggiana (parmezana). Tehnologija proizvodnje vrlo je slična kao i kod jogurta - nakon što mu se doda kultura, vrhnje se lagano zagrijava, te inkubira na određenoj temperaturi dok se ne zgusne. Odlikuje se gustom teksturom i žitkim okusom.

## 5.5. Sirevi Engleske i Nizozemske

S obzirom na klimatske uvjete i vegetaciju, **Engleska** je vrlo pogodna za mliječno farmerstvo tako da od 16. st. gotovo i ne postoji grofovija koja nema vlastiti sir. Najveći doprinos engleskog sirarstva očituje se u razvoju proizvodnje sira **Cheddar**, koji je naširoko popularan, a brojne su imitacije ovog sira u svijetu. Ovaj sir potječe iz mjesta Somerset, a proizvodi se od pasteriziranog kravljeg mlijeka. Kolikih razmjera je njegov kulturološki značaj u Engleskoj, govori podatak kako je kraljica Viktorija (1873. – 1901. god.) kao vjenčani dar dobila ogromni kolut čedara čija je masa bila oko pola tone.

Specifičnost u tradicionalnoj tehnologiji ovog sira jest postupak nakon dogrijavanja i cijeđenja gruša, a koji podrazumijeva gnječenje gruša uz dodatak soli, rezanje na kocke, i prešanja kako bi se u potpunosti uklonila sirutka te gruš sazrio i poprimio plastičnu i glatku strukturu. Taj postupak se naziva čedarizacija, a rasprostranjen je i prihvaćen u tehnologiji proizvodnje brojnih vrsta sira.

Čedar zrije između 9 i 24 mjeseci, te sadrži oko 50 % mliječne masti u suhoj tvari, ima glatko tijesto, bez sirnih očiju, koje je svijetle boje (osim ako nije dodano bojilo *annatto*). Za razliku od mnoštva drugih tradicionalnih europskih sireva, čedar nije zaštićen pa se njegovo ime dosta koristi, a nerijetko i zlorabi.



**Slika 5.5. Cheddar (Harbutt, 1998)**

Osim Chedara, razmjerno popularan izvorni engleski sir je i **Stilton** – meki do polutvrdi kravlji sir s plavom plemenitom pljesni. Za razliku od Chedara, Stilton je zaštićen oznakom izvornosti i smije se proizvoditi samo od mlijeka s područja Derbyshirea, Leicestershirea i Nottinghamshirea. Zrije minimalno 9 tjedana, a odlikuje se kremastom teksturom koja je naglašenija što je sir zreliji.

Također, karakterističnog je cilindričnog oblika, ima vlastitu koru i tijekom obrade gruš se ne smije prešati.

Nizozemska je svoju slavu stekla razvojem sira **Gouda** za kojeg se može reći da je na našim prostorima najrasprostranjeniji i najčešće konzumirani tip sira. Prvi put se ovaj sir spominje oko 1180. god., a naziv je dobio po gradiću Gouda u kojem se prodavao. Tako je danas sam naziv Gouda postao generički i koristi se za sve sireve koji se proizvode na način kao i izvorna, nizozemska Gouda.

Gouda je polutvrdi kravlji sir iz kravlje mlijeka koje se tradicionalno ne pasterizira, no suvremenim načinom proizvodnje podrazumijeva toplinsku obradu mlijeka. Kako bi se razvila senzorska svojstva karakteristična za Goudu, potrebno je minimalno 3 tjedna zrenja, no Gouda može zrijeti i do 36 mjeseci. U Nizozemskoj postoji čak 6 potkategorija Goude s obzirom na trajanje zrenja – mlada (4 tjedna), mlada zrela (8 – 10 tjedana), zrela (16 – 18 tjedana), ekstra zrela (7 – 8 mjeseci), stara (10 – 12 mjeseci) te ekstra stara gouda (preko 12 mjeseci).

Međutim, nakon nekoliko tjedana zrenja, Gouda je čvrst i gladak sir, a kako zrije, postaje i intenzivnijeg okusa i mirisa. Tijesto Goude zagasito-žute je boje, sir sadrži minimalno 30 % mliječne masti u suhoj tvari. Danas postoje mnoge varijacije na temu, kad je Gouda u pitanju – s dodatkom začina, bilja, povrća, itd. Vrlo sličan goudi je i sir **Edam**, gotovo da neke značajnije razlike među njima i nema, s tim da edam ima tipično crvenu voštanu prevlaku zbog čega se često naziva i *crveni sir*. Vjerojatno iz ekonomskih razloga, voštana se prevlaka danas gotovo u potpunosti zamijenila crvenom PVC folijom koja, međutim, i dalje ovaj sir čini prepoznatljivim u očima potrošača. Obično se proizvodi od obranog ili

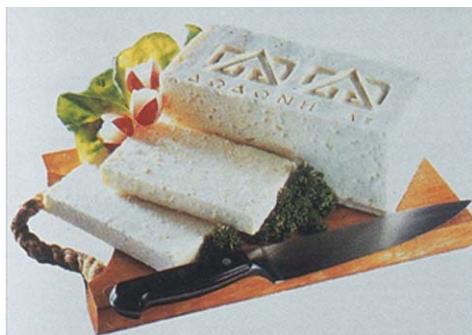
polumasnog mlijeka, te ima 30 do 40 % mlijecne masti u suhoj tvari. Mladi Edam ima blag, sladak i orašast okus, dok je zrelom znatno naglašenija orašasta i jaka aroma.

## 5.6. Ostatak Europe

Europa se zaista odlikuje raznolikom i bogatom riznicom sireva pa je teško izdvojiti samo njih nekoliko. Međutim, grčka **Feta** zasigurno se treba istaknuti kao sir koji je postao sinonim za načiroko konzumirane i među potrošačima izrazito dobro prihvaćene bijele sireve u salamuri. Sir tipa feta tradicionalno se proizvodi u Grčkoj od ovčjeg ili od kozjeg mlijeka (tvrdi i jače arome). Prema tradiciji, sir se stavlja u drvene kačice te je oblik nakon rezanja nalikovao na kriške lubenice (grč. feta znači kriška) otkud i potječe naziv sira. Tipična aroma Fete je blago kisela sa suokusom užeglosti što se može okarakterizirati kao puna aroma sira. Tijesto sira je čvrsto, bijele boje, glatke teksture i kremasto. U tijestu sira mogu se pojaviti male pukotine, koje potječu od mehaničke obrade gruša. Tipična Feta zaštićena oznakom izvornosti sadrži oko 54 % vode i 50 % masti u suhoj tvari.

Također, bugarski **Kačkavalj** vrlo je popularan, a pripada skupini polutvrdih sireva parenog tijesta (tzv. *pasta filata*). Proizvodi se izvorno od ovčjeg mlijeka, no danas su prisutne brojne varijante ovog tipa sira od mješavine ovčjeg i kravljeg ili samo od kravljeg mlijeka. Prosječna težina Kačkavalja je 6 do 9 kg, nepravilnog okruglog oblika je i ima tanku, prirodnu blijedožutu do žuto-smeđu koru.

Ovčji Kačkavalj je mrvljiv i elastičan, s okusom karameliziranog luka.



Slika 5.6. Grčka Feta proizvedena od sirovog ovčjeg mlijeka (Calec, 2002)

Sir koji se nikako ne smije izostaviti s liste svjetski popularnih europskih sireva je švicarski **Ementaler (Emmental)**. Radi se o tvrdom siru tradicionalno proizvedenom od sirovog mlijeka, no u novije vrijeme se za obradu mlijeka u svrhu osiguranja mikrobiološke ispravnosti primjenjuju baktofugacija, mikrofiltracija i termalizacija. Ima oblik mlinskog kamena i prosječnu težinu između 65 i 130 kg, dok mu je kora čvrsta, suha i slarnato-rumena. Sirno tijesto Emmentalera je

svijetložute do svjetlo-rumene boje te ima sirne oči promjera 1 –3 cm, po čemu je i poznat.

Zrije 2 – 18 mjeseci, a prilikom proizvodnje se koriste sojevi vrste *Lactobacillus*, *Streptococcus thermophilus* i *Propionibacterium freudenreichii* te nastaje plin koji je odgovoran za prisutnost sirnih očiju, kao i karakteristična gorko-slatkasta aroma. Švicarski Emmentaler je zaštićen oznakom izvornosti od 2000. god.

Europa nedvojbeno predstavlja kolijevku iz koje su potekli kvalitetni i svjetski priznati sirevi. Kultura konzumacije sira postala je sve raširenijom diljem svijeta, a novi trendovi podrazumijevaju sljubljivanje pojedinih vrsta sireva s drugim vrstama hrane kao što su primjerice razne vrste voća te vino. Time se zadovoljavaju i najistancanja nepca, a europski sirevi zasigurno nemaju konkureniju kad je riječ o kreaciji vrhunskih gastronomskih delicia.

## LITERATURA

1. Barthélemy, R.; Sperat-Czar, A. *Cheeses of the world*, 2004, Hachette Illustrated, London.
2. Calec, C.: *The Complete Encyclopedia of Cheese*, Rebo International, Lisse, 2002.
3. Codex Stan 270-1968: Codex Alimentarius Standard for Tilsit cheese.
4. Codex Stan 271-1968 Codex Alimentarius Standard for Saint Paulin.
5. CODEX STAN 277-1973: Codex Alimentarius Standard for Brie.
6. Codex STAN 276-1973: Codex Alimentarius Standard for Mozarella. Dostupno na:
  7. Codex STAN 262-2006: Codex Alimentarius Standard for Camembert.
  8. Codex STAN 266-1966: Codex Alimentarius Standard for Gouda.
9. Davis, J.G.: *Cheese*, Churchill Livingstone, 1976, New York, SAD.
10. DOOR C288 (2012): Official Journal of the European Union, COUNCIL REGULATION (EC) No 510/2006 „HOLSTEINER TILSITER“ Nr. C28825.09.2012.
11. Eurostat (2013): [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database), pristupljeno listopad 2014.
12. Fabricant, Florence (June 23, 1982): *Blue-veined Cheeses: The expanding choices*. New York Times. Retrieved May 22, 2010.
13. FAO (2013): FAO Statistical yearbook 2013, [http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess\\_yearbook/en/#.VDOxCWeSz4Z](http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess_yearbook/en/#.VDOxCWeSz4Z), pristupljeno u listopadu 2014.
14. Fox, P.F.: *Cheese – chemistry, physics and microbiology*; Volume 2-Major Cheese Groups, 2<sup>nd</sup> Edition, Chapman & Hall, London, 1993.
15. Harbutt, J.: *Svjetska enciklopedija sira*, Annes Publishing Limited, SAD, 1998.
16. Tratnik, Lj., Božanić, R.: *Sirarstvo, Mlijeko i mlječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012., 205 –348.

## ANALIZA I KVALITETA MLJEKA

Danijela Stručić

Mlijeko je biološka tekućina, žućkasto-bijele boje, karakterističnog okusa i mirisa, koju izlučuje mlijevačna žljezda sisavaca, određeno vrijeme nakon poroda, a osnovna mu je namjena prehrana mlađunčadi. Mlijeko sadrži oko 87 % vode i 13 % suhe tvari. Najvažniji sastojci u suhoj tvari mlijeka su mlijevačna mast, bjelančevine i laktosa te mineralne tvari i vitamini.

Kvaliteta mlijeka ovisi o vrlo velikom broju činitelja koji uvjetuju manje ili veće razlike. Već pri mužnji jedne proizvodne životinje, u istom danu, ne dobiva se mlijeko potpuno istog sastava i istovjetnih svojstava, a još je veća neujednačenost u različitim danima mužnje tijekom razdoblja laktacije.

Odluka o uključivanju Hrvatske u međunarodne integracije, osobito u Europsku uniju, uvjetovala je prilagođavanje i izmjene niza zakonskih odredbi koje su imale utjecaja i na sektor proizvodnje i prerade mlijeka. U Republici Hrvatskoj 2001. godine stupio je na snagu Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka (NN 102/00), koji je usklađen prema EU direktivi 92/46/EEZ. Osim kvalitetu koju mora zadovoljiti svježe sirovo mlijeko, Pravilnikom su propisani i uvjeti kojima mora udovoljiti laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka. Temeljem toga, Ministarstvo poljoprivrede je 2001. godine donijelo odluku o uspostavi Središnjeg laboratorijskog zavoda za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM). Referentni laboratorijski je ustrojen u okviru Zavoda za mljekarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

Broj korisnika usluga, proizvođača mlijeka od početka rada Laboratorijskog zavoda do danas je pao s početnih 58 000, na sadašnjih oko 10 000. Posljedica je to restrukturiranja sektora mljekarstva u Hrvatskoj, koje se posljednjih 12 godina ogleda kroz značajno smanjenje broja proizvođača mlijeka, uz istovremeno značajno povećanje kvalitete mlijeka. Udio mlijeka prvog razreda povećao se s početnih 20 % na više od 95 % u 2013. godini.

## 6.1. Kvaliteta mlijeka

Pravilnikom o kakvoći svježega sirovog mlijeka propisani su zahtjevi kojima mora udovoljavati svježe sirovo mlijeko pri otkupu.

Sirovo mlijeko je prirodni sekret mlijecne žlizge, dobiveno redovnom i neprekidnom mužnjom jedne ili više zdravih muznih životinja, pravilno hranjenih i držanih, kojemu nije ništa dodano niti oduzeto i nije zagrijavano na temperaturu višu od 40°C.

Sirovo mlijeko mora potjecati od muznih životinja kod kojih je do poroda najmanje 30 dana, ili je od poroda prošlo više od osam dana. Sirovo mlijeko mora imati svojstven izgled, boju, miris i okus.

Nagle promjene u hranidbi životinja, stadij laktacije, godišnja doba i još niz drugih faktora utječu na kemijski sastav mlijeka.

Mlijeko je nakon mužnje izvrgnuto razmjerno brzim promjenama, a poglavito prilikom držanja na visokim temperaturama. Priključe li se tim uzrocima promjenjivost sastava i svojstava mlijeka te mogućnost patvorenja, još će se više istaknuti važnost činjenice da se bez ispitivanja sastava i svojstava mlijeka ne mogu poznavati vrijednosti i kvaliteta mlijeka kojim se raspolaže i koji se žele koristiti za preradu. Pritom se ne smije zaboraviti na osnovnu definiciju prema kojoj mlijeko predstavlja normalni laktacijski sekret (nakon razdoblja kolostralnog mlijeka), dobiven potpunom mužnjom jedne ili više zdravih krava, uz određene uvjete s obzirom na vrijeme partusa, miris, boju i okus, bez dodatka vode, s određenim sadržajem masti itd. Nečisto i patvoren mlijeko neprikladno je, a može biti u manjoj ili većoj mjeri štetno za preradu i potrošača. Zato je ispitivanje kvalitete mlijeka vrlo važno područje mljekarstva. U slučajevima patvorenja mlijeka, potrošači mlijeka izravno su zakinuti, a prerađivači oštećeni, jer ne samo da mljekarska industrija mlijeko plaća cijenom za visoku kvalitetu, nego mliječni proizvodi nemaju željenu kvalitetu i lako se kvare.

### 6.1.1. Zahtjevi kojima mora udovoljavati svježe sirovo mlijeko pri otkupu

Pravilnikom o kakvoći svježeg sirovog mlijeka propisani su zahtjevi kojima mora udovoljavati svježe sirovo mlijeko pri otkupu.

Kravljе mlijeko mora udovoljavati sljedećim zahtjevima kvalitete:

- da sadrži najmanje 3,2 % mlijecne masti
- da sadrži najmanje 3,0 % bjelančevina
- da sadrži najmanje 8,5 % suhe tvari bez masti
- da mu je gustoća od 1,028 do 1,034 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20°C
- da mu je kiselinski stupanj od 6,6 do 6,8SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,7
- da mu točka ledišta nije viša od -0,517°C
- da mu je rezultat alkoholne probe sa 72 % etilnim alkoholom negativan.

Ovče mlijeko mora udovoljavati sljedećim zahtjevima kvalitete:

- da sadrži najmanje 4,0 % mlijecne masti
- da sadrži najmanje 3,8 % bjelančevina
- da sadrži najmanje 9,5 % suhe tvari bez masti
- da mu je gustoća od 1,034 do 1,042 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20°C
- da mu je kiselinski stupanj 8,0 do 12,0°SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,8
- da mu točka ledišta nije viša od -0,56°C.

Kozje mlijeko mora udovoljavati sljedećim zahtjevima kakvoće:

- da sadrži najmanje 2,8 % mlijecne masti
- da sadrži najmanje 2,5 % bjelančevina
- da sadrži najmanje 7,5 % suhe tvari bez masti
- da mu je gustoća 1,024 do 1,040 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20°C
- da mu je kiselinski stupanj 6,5 do 8,0°SH, a pH vrijednost od 6,4 do 6,7
- da mu točka ledišta nije viša od -0,54°C.

Sirovo mlijeko ne smije sadržavati rezidue iznad dozvoljene količine koje imaju farmakološko ili hormonalno djelovanje te antibiotike, pesticide, deterdžente i druge štetne tvari koje mijenjaju organoleptička svojstva mlijeka.

Sirovo mlijeko ne smije sadržavati mehaničke nečistoće i ne smije sadržavati dodane količine vode.

Smatra se da je sirovo mlijeko koje će se pri daljinjoj preradi toplinski obrađivati standardne kvalitete glede broja mikroorganizama i somatskih stanica ako udovoljava sljedećim zahtjevima:

**Tablica 6.1.** Higijenski kriteriji (NN 102/00)

Geometrijski prosjek		
Vrsta mlijeka	Ukupan broj mikroorganizama (CFU/mL)	Broj somatskih stanica/mL
Kravljе mlijeko	< 100 000	< 400 000
Maksimalno	18	85

### 6.1.2. Zdravstveni i higijenski zahtjevi za proizvodnju sirovog mlijeka

Proizvođači sirovog mlijeka moraju osigurati ispunjavanje sljedećih zahtjeva:

1. Mlijeko namijenjeno za javnu potrošnju mora potjecati od životinja:

- koje ne pokazuju simptome zaraznih bolesti prenosivih na ljude putem mlijeka

- koje su dobrog općeg zdravstvenog stanja i ne pokazuju znakove bolesti koje bi mogle dovesti do kontaminacije mlijeka; nemaju vidljive upale vimena
- koje nemaju nikakve ozljede vimena
- kojima nisu davane nedopuštene tvari ili proizvodi
- kod kojih su se poštivale propisane karence ako su im davani odobreni veterinarsko-medicinski proizvodi.

2. Ispunjavanje zahtjeva vezanih za brucelozu i tuberkulozu u skladu je s posebnim propisima.

3. Oprema za mužnju i prostor za skladištenje mlijeka:

- zaštićeni su od štetočina
- odvojeni su od prostora u kojima se drže životinje
- ima instaliranu odgovarajuću opremu za hlađenje
- osiguravaju mlijeko od kontaminacije
- imaju glatke, lako perive površine koje se mogu čistiti i po potrebi dezinficirati
- održavaju se redovito te su u čistom i ispravnom stanju.

4. Mužnja se obavlja na higijenski način, a proizvođač je osigurao da se za javnu potrošnju može koristiti samo mlijeko životinja:

- kod kojih nisu utvrđene organoleptičke ili fizikalno-kemijske anomalije mlijeka
- koje ne pokazuju kliničke znakove bolesti vimena
- kod kojih se za pranje ili uranjanje sisa upotrebljavaju samo sredstva odobrene od nadležnog tijela.

5. Mlijeko i kolostrum se prikupljaju i drže odvojeno.

6. Mlijeko se odmah po mužnji hlađi na odgovarajuću propisanu temperaturu ( $\leq 8^{\circ}\text{C}$  kod svakodnevne otpreme mlijeka, ili  $\leq 6^{\circ}\text{C}$  ako nije svakodnevna otprema), osim ako se prerađuje u roku od dva sata od mužnje ili je za proizvodnju određenih mliječnih proizvoda potrebna viša temperatura.

7. Proizvođač osigurava da osoba koja obavlja mužnju:

- nosi odgovarajuću čistu radnu odjeću
- održava osobnu higijenu
- ne boluje od bolesti koja se može prenijeti hranom, da nije kliconoša takve bolesti, da nema inficirane ozljede, kožne infekcije i rane ili dijareju.

Nadležni ovlašteni veterinari dužni su jednom godišnjem, u sklopu veterinar-

skog pregleda gospodarstava, utvrditi je li proizvođač ispunio tražene zahtjeve.

## 6.2. Analiza mlijeka

Ispitivanje mlijeka vrlo je delikatan, katkada i težak, ali uvijek vrlo odgovoran zadatak, jer se ispituju i utvrđuju svojstva i sastav mlijeka vrlo složene i lako promjenjive namirnice. Zato je neophodno potrebno temeljito poznavati načine i sredstva za ispitivanje kvalitete mlijeka. Razlozi ispitivanja mlijeka su raznovrsni i mogu biti:

- ekonomski – radi plaćanja mlijeka prema prehrabenoj i tehnološkoj vrijednosti, u svrhu zaštite interesa proizvođača mlijeka, mljekarskih poduzeća, tj. prerađivača, odnosno potrošača
- tehnološki – radi izbora mlijeka za proizvodnju mliječnih proizvoda
- sanitarni – radi zaštite zdravlja potrošača
- uzgojni – kontrola, uzgoj i selekcija muzne stoke za rasplod prema produktivnosti odnosno količini i kvaliteti mlijeka s obzirom na udio mliječne masti, proteina, broj somatskih stanica itd.
- znanstveni – radi upoznavanja svojstava mlijeka i mliječnih proizvoda,
- savjetodavni – kako bi se otklonili nedostaci radi promicanja proizvodnje mlijeka.

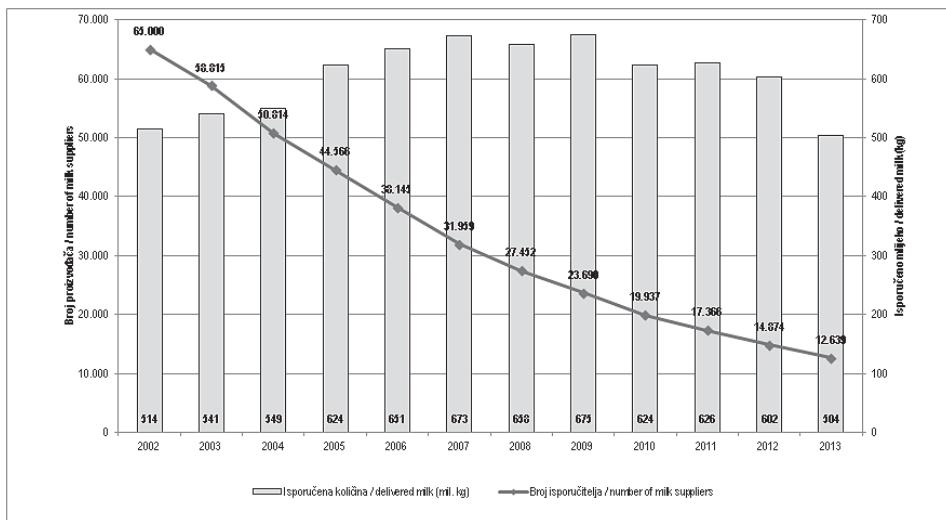
U svakom slučaju, svrha ispitivanja mlijeka je dokazivanje njegove ispravnosti odnosno kvalitete. Ni mlijeko za izravnu potrošnju, ni ono koje se koristi kao sirovina za preradu u mliječne proizvode, ne smije promijeniti svoja osnovna svojstva, odnosno ne smije biti pokvareno niti patvoreno, nego mora odgovarati smislu definicije mlijeka.

Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM) započeo je s radom 2002. godine s ciljem osiguranja jedinstvenog, neovisnog utvrđivanja kvalitete mlijeka za sve isporučitelje i mljekare u RH kao i radi prilagodbe zahtjevima EU-a i postizanja visoke kvalitete mlijeka. Osim uzoraka mlijeka koji se analiziraju radi pune provedbe Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka, u Laboratoriju se ispituju i uzorci mlijeka uzeti u sklopu kontrole mliječnosti pojedinih grla, koja se obavlja kao sastavni dio provedbe uzgojnih programa. Temeljem rezultata laboratorijskih ispitivanja, proizvođačima mlijeka definira se cijena isporučenog mlijeka.

Laboratorij je ovlašten od strane Ministarstva poljoprivrede i kao službeni laboratorij za obavljanje analiza hrane i hrane za životinje u svrhu službene kontrole. Pravilnikom o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji (NN, 110/10), propisuje se način postupanja sa sirovim mlijekom, obavljanje pregleda sirovog mlijeka te mjere koje se poduzimaju u cilju osiguranja zdravstvene ispravnosti mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji u sirovom ili prerađenom stanju.

Kroz proteklih 12 godina rada Laboratorija, broj proizvođača mlijeka se smanjio uz istovremeno značajno povećanje kvalitete mlijeka. Udio mlijeka prvog raz-

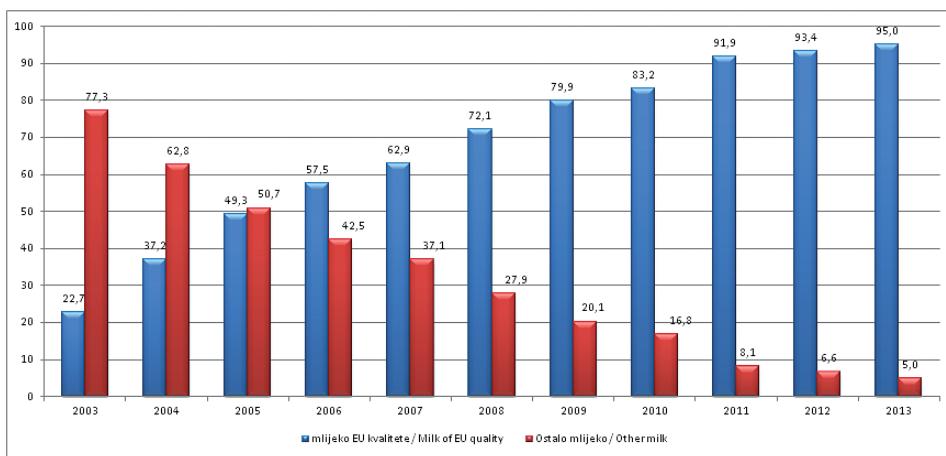
reda povećao se s početnih 20 % na više od 95 % u 2013. godini.



**Slika 6.1.** Broj proizvođača mlijeka i isporučenih količina mlijeka (Godišnje izvješće HPA-e)

S obzirom na neovisnost u odnosu prema proizvođačima i otkupljivačima mlijeka, Laboratorij je u poziciji da maksimalno štiti interes svih korisnika.

Objektivnom analizom mlijeka, kvalitetom opreme, znanjem i iskustvom djelatnika, Laboratorij pomaže u postizanju proizvodnje mlijeka visoke kvalitete i time značajno utječe na uspješnost svih sudionika sustava.



**Slika 6.2.** Omjer mlijeka I. razreda (mlijeko EU kvalitete) i II. razreda (ostalo mlijeko)

### 6.2.1. Put uzorka mlijeka

Temeljem Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka (NN, 102/00, 74/08), uzimanje komercijalnih uzoraka obavlja se svaki mjesec metodom slučajnog izbora i to najmanje dvaju uzoraka za utvrđivanje udjela mlijecne masti i bjelančevina i za utvrđivanje broja mikroorganizama, te po jedan uzorak za utvrđivanje broja somatskih stanica i pojave rezidua.

Plan uzimanja uzoraka izrađuje Laboratorij i šalje u mljekare koje temeljem plana organiziraju distribuciju ambalaže za uzimanje uzoraka mlijeka na sva sabirna mjesta.

Svi proizvođači mlijeka koji isporučuju mlijeko prema mljekarama, upisani su u bazu Laboratorija i dodijeljeni su im jedinstveni laboratorijski brojevi (JLB), koji su sastavni dio bar kodova proizvođača mlijeka. Kod manjih proizvođača mlijeka koji isporučuju mlijeko na zajedničko sabirno mjesto, uzorak uzima sabirač mlijeka i označava ga bar kodom proizvođača mlijeka. Nakon provedenog uzorkovanja od svih proizvođača mlijeka, sabirač ispunjava predatnicu uzorka mlijeka, jedan primjerak stavlja u kašetu zajedno s uzetim uzorcima mlijeka i s naljepnicama sabirnog mjesta pečati kašetu s uzorcima.

Kod proizvođača mlijeka koji ne isporučuju mlijeko na grupna sabirališta, nego posjeduju vlastiti rashladni uređaj na farmi, uzorak uzima vozač autocisterne prije nego preuzme mlijeko za mljekaru.

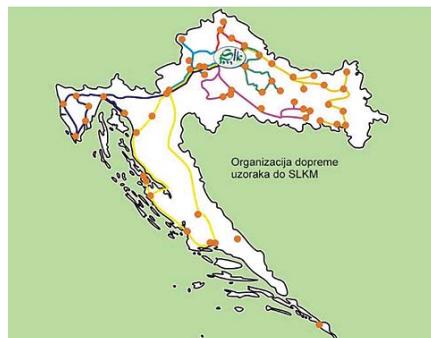


Slika 6.3. Radna uputa

Svi vozači, sabirači mlijeka te osoblje mljekara koje je uključeno u otkup mlijeka, educirani su od 2002. godine o pravilnom načinu uzimanja uzorka mlijeka. Radna uputa za uzimanje uzorka mlijeka izdana je 2002. godine, distribuirana je svim proizvođačima mlijeka i u nekoliko je navrata distribuirana i putem *Mljekarskog lista*.



**Slika 6.4.** Priprema bočica za uzorkovanje



**Slika 6.5.** Transportne linije

Laboratorij suvremenom i kvalitetnom opremom osigurava pripremu ambalaže za uzorkovanje uzorka mlijeka. Svakodnevno se kontrolira čistoća pripremljene ambalaže te se planiraju potrebne količine za sve vrste uzoraka mlijeka (komercijalni uzorci, rezidue, seleksijski uzorci, sabirna mjesta). Pripremljene bočice za uzorkovanje, vozilima Laboratorija dostavljaju se do mljekara i područnih ureda Hrvatske poljoprivredne agencije.

Broj transportnih linija mijenja se tijekom godina. Trenutno postoji 8 transportnih linija u koje su uključene sve mljekare i svi područni uredi HPA-e.

Sa svake od 8 linija, uzorci se dopremaju 4 puta mjesečno vlastitim vozilima koja su opremljena rashladnim uređajima radi osiguravanja propisanih uvjeta dopremanja uzoraka.

Nakon dopreme u Laboratorij, uzorci se identificiraju, te ih se usmjerava na odgovarajuće laboratorijsko ispitivanje sukladno planu analitike i potrebnom broju analiza za svakog pojedinog proizvođača mlijeka. Izvješća o nesukladnim uzorcima na identifikaciji uzorka šalju se mljekarama s ciljem poduzimanja mjera za oticanjanje istih.

Nakon završene identifikacije uzorka, uzorci se šalju na laboratorijska ispitivanja.



**Slika 6.6..** Zaprimanje uzorka

## 6.2.2. Laboratorijska analitika

Laboratorij je opremljen suvremenom analitičkom opremom za analizu svježega sirovog mlijeka. Ocjena kvalitete rezultata podrazumijeva brojne postupke i stalni nadzor mjernog procesa te konačnih rezultata laboratorijske analitike. Laboratorij je 2004. godine akreditiran sukladno normi HRN EN ISO / IEC 17025, nakon čega je više puta uspješno proveden godišnji nadzor od strane Hrvatske akreditacijske agencije. Akreditirano je 11 analitičkih metoda, od kojih se četiri koriste za ispitivanje komercijalnih uzoraka. Sukladno ovim metodama određuje se kvaliteta mlijeka, a na temelju kvalitete mlijeka formira se cijena svježega sirovog mlijeka. Ostale akreditirane metode koriste se prvenstveno za kontrolu ispravnosti i potvrdu kvalitete uzoraka interne kontrole Laboratorija, te prema zahtjevima kupaca.

Glavna prednost akreditacije Laboratorija, za kupce je pouzdanost rezultata ispitivanja koje laboratorij ispituje te međunarodno priznavanje ispitnih rezultata. Međunarodno priznati rezultati olakšavaju kupcima plasman proizvoda na međunarodnom tržištu. Akreditacijom se povećava povjerenje kupaca.

### ***Utvrđivanje kemijskog sastava mlijeka infracrvenom spektrofotometrijom***

Kemijska kvaliteta mlijeka ispituje se trima MilkoScan analizatorima i to analizatorom MilkoScan 4000 i dvama MilkoScana FT 6000 koji se nalaze u sklopu Comby sustava zajedno s analizatorima Fossomatic za utvrđivanje broja somatskih stanica. Kapacitet jednog MilkoScan analizatora je 500 uzoraka na sat.



**Slika 6.7. Analizator CombiFoss**

Umjeravanje analizatora za ispitivanje kravlje mlijeka obavlja se jednom mjesечно, referentnim uzorcima njemačkog laboratorija MUVA Kempten, a umjeravanja analizatora za kozje i ovčje mlijeko obavlja se referentnim uzorcima Zavoda za mljekarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

Temeljem Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka (NN, 102/00), svakom proizvođaču mlijeka koji isporučuje mlijeko prema mljekarama, mjesечно se ispituju dva uzorka na kemijski sastav mlijeka.

Iz pojedinačnih mjesечnih rezultata kemijskog sastava mlijeka, za svaki mjesec se izračunava prosječni sadržaj mliječne masti i bjelančevina u sirovom mlijeku,

koristeći aritmetičku sredinu.

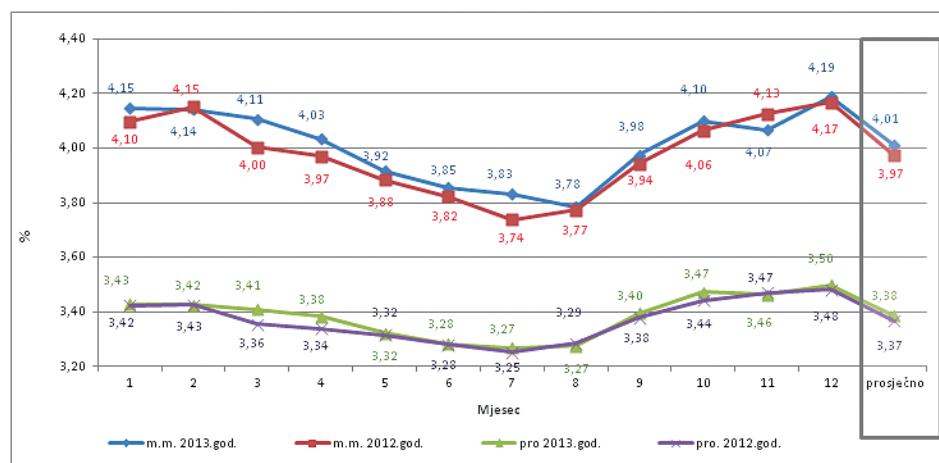
Ako se ispitivanje zbog opravdanih razloga ne može obaviti na broju uzoraka propisanim Pravilnikom, prosječna vrijednost izračunat će se koristeći raspoložive podatke dvaju prethodnih ispitivanja.

Prosječni sadržaj mliječne masti i bjelančevina, kroz proteklih deset godina nije se značajno mijenjao i prikazan je kroz godine u tablici 6.2.

**Tablica 6.2.** Prosječne vrijednosti mliječne masti i bjelančevina (Godišnje izvješće HPA-e)

Godina	% mliječne masti	% bjelančevina
2003.	4,034	3,388
2004.	4,046	3,366
2005.	4,035	3,375
2006.	4,018	3,369
2007.	4,070	3,389
2008.	4,045	3,374
2009.	4,007	3,400
2010.	4,026	3,370
2011.	3,969	3,360
2012.	3,973	3,366
2013.	4,011	3,384

Sezonske varijacije za mliječnu mast i bjelačevine gotovo su identične tijekom svih proteklih godina, a na slici 6.8. prikazana su mjesecna kretanja za oba parametara tijekom 2012. i 2013. godine.



**Slika 6.8.** Prosječni sadržaj mliječne masti i bjelančevina po mjesecima u 2012. i 2013. godini (Godišnje izvješće HPA-e)

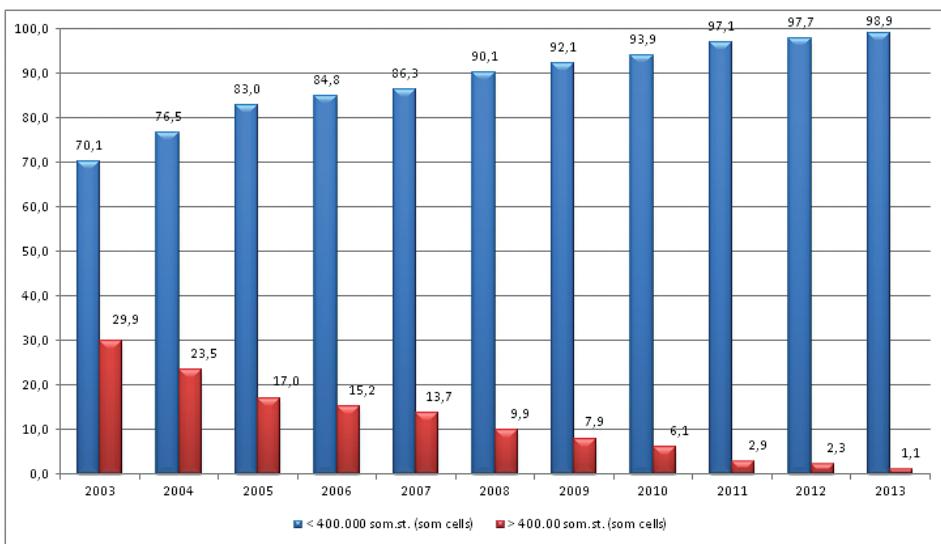
## **Utvrđivanje broja somatskih stanica u mlijeku fluoro-opto-elektronском metodom**

Broj somatskih stanica u mlijeku utvrđuje se fluoro-opto-elektronском методом na brojačima somatskih stanica Fossomatic 5000 i Fossomatic FC koji su сastavne jedinice Comby sustava zajedno s MilkoScanima.

Temeljem Pravilnika (NN, 102/00), svakom proizvođaču mlijeka, mjesečno se ispituje minimalno jedan uzorak mlijeka na broj somatskih stanica. Prosječan broj somatskih stanica izračunava se iz pojedinačnih rezultata dobivenih ispitivanjem tijekom zadnja tri mjeseca koristeći geometrijsku sredinu.

Broj somatskih stanica jedan je od parametara za ocjenu higijenske ispravnosti mlijeka. Mlijeko koje ima prosječan broj somatskih stanica manje od 400 000 somatskih stanica po mililitru razvrstava se u I. razred mlijeka, dok mlijeko koje ima više od 400 000 somatskih stanica po mililitru razvrstava se mlijeko II. razreda.

Kvaliteta mlijeka u odnosu na broj somatskih stanica tijekom godina se poboljšavala, i na slici 6.9. vidljivo je smanjenje količina mlijeka koje sadrži broj somatskih stanica više od 400 000 somatskih stanica po mililitru.



**Slika 6.9.** Prikaz količine mlijeka po godinama s obzirom na prosječan broj somatskih stanica (Godišnje izvješće HPA-e)

Laboratorij je obvezan dostavljati proizvođaču mlijeka, otkupljavaču mlijeka i nadležnim ovlaštenim veterinarskim organizacijama te nadležnom tijelu – Upravi za veterinarstvo i sigurnost hrane, izvješća o geometrijskom prosjeku broja somatskih stanica tijekom tromjesečnog razdoblja, s najmanje jednim uzorkom mjesečno, za svakog proizvođača čije mlijeko ne udovoljava propisanim kriterijima. Navedeno je izvješće SLKM dužan dostavljati odmah po utvrđivanju neudo-

voljavanja sirovog mlijeka propisanim kriterijima, odnosno čim prvi tromjesečni geometrijski prosjek broja somatskih stanica premaši 400 000 u mL mlijeka. Po primitu obavijesti o neispunjavanju propisanih kriterija za sirovo mlijeko, proizvođač mlijeka obvezan je javiti se nadležnoj ovlaštenoj veterinarskoj organizaciji, te poduzeti odgovarajuće korektivne mjere kako bi u roku od naredna 3 mjeseca nalaz mlijeka (geometrijski prosjek) ponovno bio sukladan propisanim kriterijima.

Proizvođaču mlijeka kod kojega je utvrđen povećan broj somatskih stanica u stajskom uzorku mlijeka (geometrijski prosjek kroz tri mjeseca) te kojemu se i nakon tri mjeseca od prvog utvrđivanja nesukladnog mlijeka ponovo utvrđi povećan broj somatskih stanica (geometrijski prosjek kroz tri mjeseca) u stajskom uzorku mlijeka, nadležni veterinarski inspektor mora zabraniti isporuku mlijeka.

Zabrana ostaje na snazi sve dok proizvođač ne dokaže da sirovo mlijeko ponovno ispunjava propisane kriterije. Jedan primjerak rješenja o zabrani isporuke mlijeka dostavlja se i otkupljivaču. Kao dokaz udovoljavanja mlijeka propisanim kriterijima, proizvođač je dužan predložiti nalaz pretraženog službenog (stajskog) uzorka mlijeka na somatske stanice koji pokazuje manje od 400 000 (pojedinačni rezultat) somatskih stanica u 1 mL mlijeka.

Proizvođači mlijeka i mliječnih proizvoda namijenjenih javnoj potrošnji, a koji nisu u sustavu kontrole sirovog mlijeka od strane Središnjeg laboratoriјa za kontrolu kvalitete mlijeka, dužni su obaviti kontrolu sirovog mlijeka pretragom stajskih uzoraka mlijeka na somatske stanice najmanje 4 puta godišnje u pravilnim razmacima u nekom od službenih laboratoriјa. Uzorke za pretragu uzima nadležni ovlašteni veterinar i dostavlja na laboratorijsku pretragu. U slučaju da dobiveni pojedinačni rezultat analize mlijeka pokaže broj somatskih stanica veći od 400 000 u mL mlijeka, proizvođač je dužan obratiti se nadležnoj ovlaštenoj veterinarskoj organizaciji koja će mlijeko od muznih krava kod kojih se utvrđi poremećena sekrecija vimena poslati na mikrobiološke pretrage. Nakon utvrđenog pozitivnog mikrobiološkog nalaza, tijekom provođenja terapije i do isteka propisanog roka karence, zabranjeno je stavljanje mlijeka u promet. Nakon isteka karence, potrebno je obaviti provjeru uspješnosti liječenja mastitis testom, a u slučaju pozitivne reakcije, potrebno je ponoviti mikrobiološku pretragu.

Ukoliko tijekom službene kontrole ili po dojavi ovlaštenog veterinaru veterinarski inspektor utvrđi da proizvođač mlijeka i mliječnih proizvoda namijenjenih javnoj potrošnji, ne ispunjava propisane uvjete, zabranit će stavljanje na tržište mlijeka i mliječnih proizvoda. Zabrana ostaje na snazi dok proizvođač ne dokaže ispunjavanje propisanog kriterija odgovarajućim laboratorijskim nalazom službenog uzorka mlijeka.

Ovce i koze čije se mlijeko koristi za javnu potrošnju, prije stavljanja mlijeka u promet ili preradu, moraju biti pretražene mastitis testom na poremećenu sekreciju vimena jednom godišnje.

U slučaju pozitivnog nalaza, mlijeko ovaca i koza u kojih se utvrđi poremećena sekrecija vimena mora biti mikrobiološki pretraženo. Nakon utvrđenoga pozitivnog nalaza, mlijeko mora biti izdvojeno u poseban rezervoar i prethodno dobiti negativni rezultat mastitis testa.

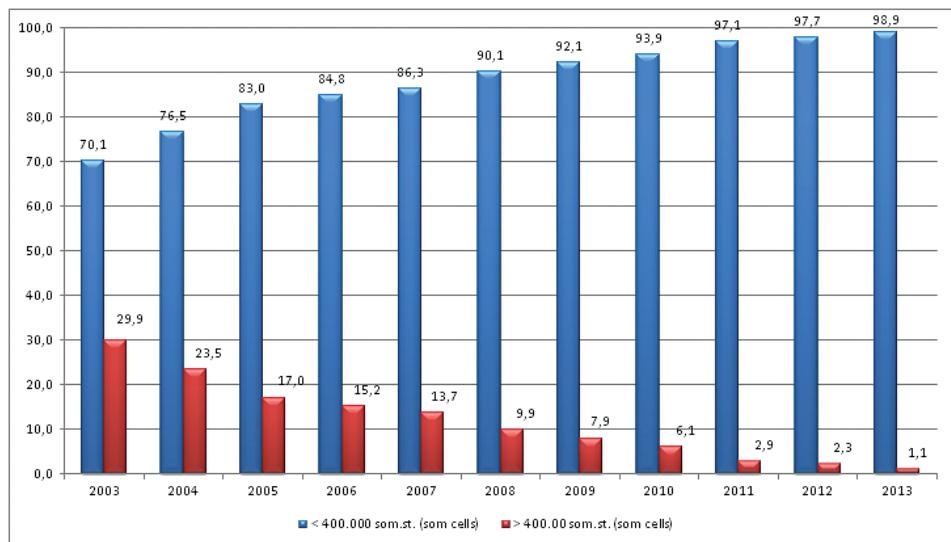
tivnog mikrobiološkog nalaza, tijekom provođenja terapije i do isteka propisanog roka karence, zabranjeno je stavljanje mlijeka u promet.

### ***Određivanje bakteriološke kvalitete epifluorescentnom protočnom citometrijom***

Broj mikroorganizama u mlijeku utvrđuje se na analizatorima BactoScan FC 150, kapaciteta 130 uzoraka na sat. Laboratorij raspolaže dvama analizatorima visoke razine točnosti, preciznosti i ponovljivosti.

Temeljem Pravilnika (NN, 102/00, 74/08), svakom proizvođaču mlijeka, mjesečno se ispituju minimalno dva uzorka mlijeka na ukupni broj mikroorganizama. Prosječan broj mikroorganizama izračunava se iz pojedinačnih rezultata dobivenih ispitivanjem tijekom posljednjih dvaju mjeseca, koristeći geometrijsku sredinu.

Prosječni broj mikroorganizama također je jedan od parametara za ocjenu higijenske ispravnosti mlijeka. Mlijeko koje ima prosječan broj mikroorganizama manje od 100 000 mikroorganizama po mL razvrstava se u I. razred, dok mlijeko koje ima više od 100 000 mikroorganizama po mL razvrstava se u mlijeko II. razreda.



**Slika 6.10.** Prikaz količine mlijeka po godinama s obzirom na prosječan broj mikroorganizama (Godišnje izvješće HPA-e)

Za kravljе mlijeko, Laboratorij je obvezan dostavljati proizvođačima mlijeka, otkupljuvačima mlijeka i nadležnim ovlaštenim veterinarskim organizacijama i nadležnom tijelu – Upravi za veterinarstvo i sigurnost hrane izvješća o geometrijskom prosjeku ukupnog broja mikroorganizama u mlijeku tijekom dvomjesečnog

razdoblja, s najmanje dvama uzorcima mjesečno, za svakog proizvođača čije mlijeko ne udovoljava propisanim kriterijima. Navedeno izvješće SLKM je dužan dostavljati odmah po utvrđivanju neudovoljavanja sirovog mlijeka propisanim kriterijima, odnosno čim prvi dvomjesečni geometrijski prosjek broja mikroorganizama premaši 100 000 u mL kravlje mlijeka.

Otkupljivač mlijeka obvezan je proizvođača mlijeka kod kojega je utvrđen povećan ukupni broj mikroorganizama (geometrijski prosjek) upozoriti na poduzimanje odgovarajućih mjera, te obustaviti otkup mlijeka od proizvođača koji kroz tri mjeseca od primitka nalaza o nesukladnom mlijeku nije udovoljio propisanim kriterijima.

Proizvođaču mlijeka kod kojega je utvrđen povećan ukupni broj mikroorganizama u stajskom uzorku mlijeka (geometrijski prosjek) te kojemu se i nakon tri mjeseca od prvog utvrđivanja nesukladnog mlijeka ponovo utvrdi više od 100 000 mikroorganizama u 1 mL mlijeka (geometrijski prosjek), nadležni veterinarski inspektor mora zabraniti isporuku mlijeka. Zabrana ostaje na snazi sve dok proizvođač ne dokaže da sirovo mlijeko ponovno ispunjava propisane kriterije. Jedan primjerak rješenja o zabrani isporuke mlijeka dostavlja se otkupljivaču. Kao dokaz udovoljavanja mlijeka propisanim kriterijima, proizvođač je dužan predložiti nalaz pretraženog službenog (stajskog) uzorka mlijeka na broj mikroorganizama koji pokazuje manje od 100 000 u 1 mL mlijeka (pojedinačni rezultat).

Proizvođači mlijeka i mliječnih proizvoda koji su namijenjeni javnoj potrošnji, a nisu u sustavu kontrole sirovog mlijeka od strane Središnjeg laboratoriјa za kontrolu kvalitete mlijeka, dužni su obaviti kontrolu sirovog mlijeka pretragom stajskih uzoraka mlijeka na ukupni broj mikroorganizama najmanje 4 puta godišnje u pravilnim vremenskim razmacima u nekom od ovlaštenih laboratoriјa. Uzorke uzima i dostavlja u laboratoriј ovlašteni veterinar.

U slučaju da dobiveni pojedinačni rezultat analize mlijeka pokaže broj mikroorganizama veći od 100 000 u mL mlijeka, proizvođač je dužan o tome obavijestiti nadležni veterinarski ured, te poduzeti korektivne mjere kako bi u roku od naредna 3 mjeseca nalaz pretrage mlijeka bio povoljan.

Kod ovčjeg i kozjeg mlijeka, Laboratoriј je obvezan dostavljati nadležnim ovlaštenim veterinarskim organizacijama, nadležnom tijelu – Upravi za veterinarstvo i sigurnost hrane izvješća o geometrijskom prosjeku ukupnog broja mikroorganizama u mlijeku, za svakog proizvođača ovčjeg i kozjeg mlijeka u kojemu je ustanovljen ukupni broj mikroorganizama veći od 500 000 u 1 mL.

Dozvoljeni ukupni broj mikroorganizama (geometrijski prosjek) u mlijeku ovaca i koza je :

- do 500.000 u 1 mL ukoliko se proizvodi izrađuju od sirovoga mlijeka
- do 1,500.000 u 1 mL ukoliko se proizvodi izrađuju od toplinski obrađenoga mlijeka.

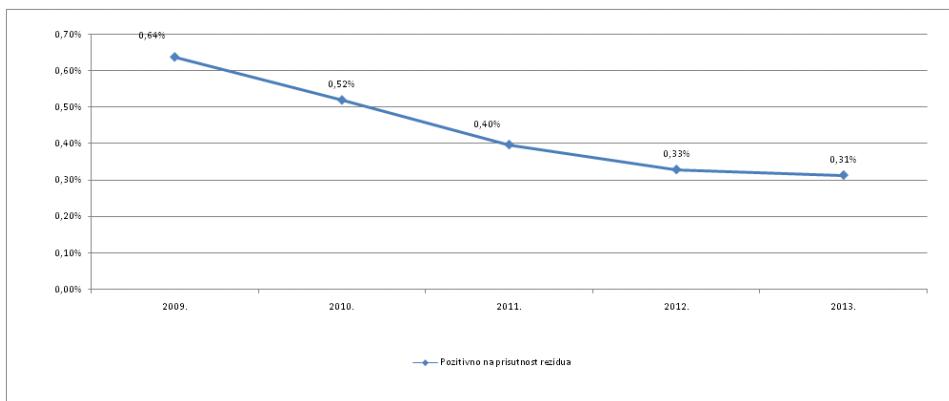
Kod proizvođača mlijeka i mliječnih proizvoda od ovčjeg i kozjeg mlijeka,

koji su namijenjeni javnoj potrošnji, a nisu u sustavu kontrole mlijeka od strane Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka, dužni su obaviti kontrolu sirovog mlijeka pretragom stajskih uzoraka mlijeka na ukupni broj mikroorganizama najmanje 4 puta godišnje u pravilnim vremenskim razmacima u nekom od ovlaštenih službenih laboratorijskih jedinica. Uzorke uzima i dostavlja u laboratorij ovlašteni veterinar.

### **Ispitivanje rezidua**

U skladu s Pravilnikom o kakvoći svježega sirovog mlijeka (NN,102/00), za svakog proizvođača mlijeka utvrđuje se prisutnost rezidua u mlijeku, jedanput mjesečno.

Kao i kod poboljšanja higijenske kvalitete mlijeka, te se kod ispitivanja inhibitora bilježe pozitivne promjene u vidu smanjenja pozitivnih uzoraka prilikom ispitivanja.



**Slika 6.11.** Udio utvrđenih rezidua po godinama (Godišnje izvješće HPA-e)

Tijekom 2013. godine, ukupno je ispitano 112.519 uzoraka na prisutnost rezidua, od čega je 358 uzoraka (0,31 %) bilo pozitivno.

Izvješća o proizvođačima kod kojih je ustanovljena prisutnost inhibitornih tvari u uzorku mlijeka, Laboratorij odmah, nakon dobivenih rezultata, dostavlja nadležnim ovlaštenim veterinarskim organizacijama, nadležnom tijelu – Upravi za veterinarstvo i sigurnost hrane.

U slučajevima pozitivnih nalaza na prisutnost inhibitornih tvari u sirovom mlijeku, veterinarski inspektor će, bez odlaganja, organizirati uzimanje i slanje službenog uzorka kod proizvođača navedenog u izvešću Laboratorija, na pretragu u Hrvatski veterinarski institut.

U slučaju pozitivnog nalaza zaprimljenog od Hrvatskoga veterinarskog instituta, veterinarski inspektor rješenjem zabranjuje proizvođaču isporuku mlijeka,

te također ostaje na snazi sve dok proizvođač ne dokaže da sirovo mlijeko ne sadrži inhibitorne tvari. Kako bi dokazao ispravnost sirovog mlijeka, proizvođač je obvezan obratiti se nadležnoj ovlaštenoj veterinarskoj organizaciji koja obavlja uzorkovanje i dostavu uzoraka u ovlašteni laboratorij.

### **Ostale akreditirane metode**



**Slika 6.12.** Određivanje točke smrzavanja



**Slika 6.13.** Određivanje gustoće mlijeka laktodenzimetrom



**Slika 6.14.** Određivanje količine masti acido butiometrijskom metodom po Gerberu



**Slika 6.15.** Utvrđivanje pH vrijednosti mlijeka ionometrijskom metodom



**Slika 6.16.** Utvrđivanje kiselosti (svježine) mlijeka alkoholnim testom



**Slika 6.17.** Određivanje titracijske kiselosti po Soxhlet-Henkelu



**Slika 6.18.** Određivanje ukupne suhe tvari

Navedene metode ne koriste se u svrhu ispitivanja uzorka mlijeka u komercijalne svrhe, nego se koriste kao interna potvrda mjeriteljskih uvjeta i kvalitete internih referentnih materijala, koje priprema sam Laboratorij.

### 6.3. Dokumentacija/evidencije

Proizvođači mlijeka i mliječnih proizvoda koji su namijenjeni javnoj potrošnji, a nisu u sustavu kontrole sirovog mlijeka od strane SLKM-a, dužni su posjedovati ovjereni evidencijski obrazac iz priloga 4. Pravilnika o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji (NN, 110/10). Obrazac ovjerava ovlašteni veterinar nakon svakog primitka nalaza pretrage mlijeka.

EVIDENCIJSKI OBRAZAC – G					
Proizvođač:					
Adresa:					
JIBG	Vrsta životinja:				
Ukupan broj životinja	Broj muznih životinja				
<b>Evidencijski obrazac analiza sirovoga mlijeka kod proizvođača koji nisu u sustavu kontrole od SLKM-a</b>					
Rbr.	Somatke stanice (skupni uzorak)	Ukupni broj Mikroorganizama (skupni uzorak)	Bakteriološka pretraga DA/NE	Korektivne mjere	Ovlašteni veterinar
Datum					
Broj ss/ml					
Datum					
Broj ss/ml					
Datum					
Broj ss/ml					
Datum					
Broj ss/ml					
Datum					
Broj ss/ml					
Datum					
Broj ss/ml					

OVLASHTENA VETERINARSKA ORGANIZACIJA M.P.

EVIDENCIJSKI OBRAZAC – O/K					
Proizvođač:					
Adresa:					
JIBG	Vrsta životinja:				
Ukupan broj životinja	Broj muznih životinja				
Datum	Ukupni broj mikroorganizama 4x god.	Bakteriološka pretraga DA/NE, datum	Korektivne mjere	Ovlašteni veterinar	

OVLASHTENA VETERINARSKA ORGANIZACIJA M.P.

**Slika 6.19.** Evidencijski obrazac (NN, 110/10)

## LITERATURA

1. Godišnje izvješće za 2013. godinu, Hrvatska poljoprivredna agencija.
2. Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka, *Narodne novine*, br. 102/00, 74/08.
3. Pravilnik o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji, *Narodne novine*, br. 110/10.
4. Sabadoš, Dimitrije: *Kontrola i ocjenjivanje kakvoće mlijeka i mlječnih proizvoda*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 1996.

# DODACI U PROIZVODNJI SIRA I NJIHOV ZNAČAJ

Bojan Matijević

Mlijeko je biološka tekućina koja ima promjenjiva svojstva što se može odražiti na proces sirenja ili zrenje sira. Ukoliko je mlijeko loše kvalitete, dobit će se mehani gruš iz kojega će se teško izdvajati sirutka. Kod takvog gruša bit će veći gubici kazeina i mliječne masti koji odlaze sa sirutkom, a samim time i manji prinos sira. Spomenuti razlozi navode sirare da dodaju u mlijeko različite dodatke ovisno o vrsti sira, načinu sirenja ili uvjetima sirenja. Dodaci upotpunjaju i unapređuju senzorska svojstva, a sir čine sigurnim za potrošača. Možemo razlikovati dodatke o kojima ovisi sam proces sirenja (starter kulture i sirilo) te one koji služe za korekciju postupka proizvodnje sira (enzimski pripravci, pojedine soli, prirodne boje, konzervansi i sl.).

## 7.1. Mikrobne kulture u proizvodnji sira

Značaj primjene mikrobnih kultura u proizvodnji sira prepoznao je Kundsen (1931. god.), a danas poznajemo njihov mikrobeni sastav i značaj u proizvodnji sira te ih vješto primjenjujemo u različitim oblicima. Mikrobenu kulturu može se definirati kao pažljivo selekcionirane mikroorganizme koji se dodaju u mlijeko ili gruš zbog iniciranja i izvođenja poželjne fermentacije i zrenja u proizvodnji različitih tipova sira, ali i fermentiranih mlijeka. One u proizvodnji sira imaju višestruku ulogu, koja, ovisno o mikrobnom sastavu, može biti: proizvodnja kiseline, tvari arome, plina ( $\text{CO}_2$ ), proteoliza, lipoliza te inhibicija nepoželjnih mikroorganizama.

Poznavanje mikrobnog sastava i svojstava mikrobenе kulture olakšava pravilan odabir kako bismo dobili željeni sir i osigurali provedbu kontrolirane fermentacije i pravilne biokemijske procese tijekom zrenja. Međutim, aktivnost mikroorganizama upotrebljene mikrobenе kulture (optimalno djelovanje njihovih endogenih ili egzogenih enzima) ovisi o procesnim uvjetima te provedbi pojedinih postupaka

tijekom proizvodnje ili tijekom zrenja sira. U proizvodnji svih vrsta sira uvijek se primjenjuju mikrobne kulture bakterija mlijecne kiseline. Ovisno o vrsti sira, koriste se mezofilne (optimalna temperatura rasta od 22 do 30°C) ili termofilne (optimalna temperatura rasta od 37 do 45°C) kulture bakterija mlijecne kiseline, a kombiniraju se međusobno ili s kulturama drugih vrsta bakterija (bakterije propionske kiseline ili sojevi *Brevibacterium linens*) te s plemenitim pljesnima.

Ovisno o vrsti sira, mikrobne se kulture mogu svrstati u nekoliko grupa:

- bakterije mlijecne kiseline, prvotno odgovorne za proizvodnju mlijecne kiseline, tvari arome, a neke vrste proizvode i CO<sub>2</sub> (zaslužan za sirne oči);
- bakterije propionske kiseline, odgovorne za tvorbu specifične arume i većih količina CO<sub>2</sub> (obliskovanje većih sirnih očiju kod Emmentalera);
- sojevi bakterije *Brevibacterium linens* odgovorni su za tvorbu sluzavosti na površini sira ("maza"), te utječu na boju i tvorbu tipične arume sira;
- plemenite pljesni koje mogu biti na površini sira (bijele pljesni) ili unutar sira (plavo-zelene pljesni) koje tvore intenzivan okus i miris sira.

**Tablica 7.1.** Uvjeti čuvanja i trajnost koncentriranih vrsta kultura (Chr. Hansen A/S Danska)

Tip kulture	Hranjenje	Trajnost
Zamrznute, osušene (DVS) <sup>1</sup>	zamrzavanje ispod -18 °C	min. 24 mjeseca
Duboko zamrznute (DVS) <sup>2</sup>	zamrzavanje ispod -45 °C	min. 24 mjeseca
Zamrznute, osušene (REDI-SET) <sup>3</sup>	zamrzavanje ispod -18 °C	min. 24 mjeseca
Duboko zamrznute (REDI-SET) <sup>4</sup>	zamrzavanje ispod -45 °C	min. 24 mjeseca

<sup>1</sup>vrlo koncentrirane kulture: za izravno najepljivanje u mlijeko

<sup>2</sup>zamrznute, osušene (u obliku praha): spremnik za pripravu matične kulture

<sup>1,2</sup>DVS (direct vat set) = izravno staviti u spremnik (za proizvod)

<sup>3,4</sup>REDI-SET = staviti i pripraviti (radnu kulturu)



**Slika 7.1.** Pakiranje zamrznute osušene mikrobne kulture (Chr. Hansen A/S Danska)

U mljekarstvu se primjenjuju kulture u različitim oblicima (tablica 7.1.). Danas se u industriji za velike kapacitete proizvodnje upotrebljavaju vrlo koncentrirane kulture (DVS) za izravno najepljivanje u mlijeko, a mogu biti koncentrirane zamrznute, osušene (liofilizirane) ili duboko zamrznute. Proizvođači kultura jasno definiraju koliko je potrebno dodati kulture u određeni volumen mlijeka. Zamrznute, osušene kulture čuvaju se na -20°C i prikladnije su za manje proizvođače (slika 7.1.). Njihov nedostatak je duže razdoblje aktivacije nakon dodatka u mlijeko. Duboko zamrznute kulture, čuvaju se na -45°C. Njihovo čuvanje zahtijeva specijalne zamrzivače, ali su aktivnije od osušenih zamrznutih kultura, a samim time su prikladnije za velike proizvođače sira.

## 7.2. Sirilo i drugi enzimski pripravci

Sirilo je jedan od najstarijih enzima koji se upotrebljava u sirarstvu, a koristili su ga Rimljani u spravljanju sira i opisali u „Vodiču za proizvođače sira“ (Kolumela, 50. god.n.e.). Ono se može opisati kao ekstrakt enzima izoliranih iz želuca mlađih sisavaca (kimozin s nešto pepsina) i pojavljuje se u tekućem (jakost 1 : 10 000 ili 15 000) u obliku praha ili tableta (jakost 1 : 100 000 ili 150 000). Sirilo karakterizira određena jakost koja kazuje koliko jedan dio sirila može zgrušati dijelova mlijeka za 40 minuta na temperaturi od 35°C.

Optimalna temperatura za djelovanje telećeg sirila je oko 40°C, a i drugih kimozinskih pripravaka, ali se u praksi sirenje mlijeka obično provodi pri nižoj temperaturi (28 –34°C) kako bi se postigao optimum između djelovanja enzima, stvorene mlijecne kiseline i učinka temperature u cilju nastanka gruša poželjne čvrstoće. Postoje i pripravci sirila koji sadrže lipolitičke enzime, koji se mogu upotrijebiti u proizvodnji sireva s jače izraženim mirisom, okusom i aromom ili s ciljem imitacije arome sireva proizvedenih od ovčjeg mlijeka.

Kako je svjetska proizvodnja sira rasla, količina mlađih sisavaca, a time i sirila, bila je nedostatna, te je već u ranim 60-im godinama 20. st. nastala ozbiljna potreba da se pronađu alternativna sredstva za koagulaciju mlijeka. Predložena su brojna alternativna sirila (bakterije ili pljesni), ali samo su neka pokazala povoljnu aktivnost u proizvodnji kvalitetnog sira. Od predloženih alternativnih sirila najvažnija su mikrobna sirila proizvedena iz *Rhizomucor miehei* i sirilo iz *Rizomucorpusillus te Endothiaparasitica* (tablica 7.2.). Ove proteaze nazivamo "chymosin like" enzimi jer pripadaju skupini enzima (kisele proteinaze ili aspartat proteaze) vrlo sličnih kimozinu.

Iako su enzimi dobiveni iz mikroorganizama po svojoj strukturi vrlo slični, oni pokazuju različita svojstva u proizvodnji sira. Te se razlike odlikuju u nespecifičnosti proteolitičke aktivnosti u proizvodu – siru.

Primarna ili specifična aktivnost sredstva za koagulaciju jest njegova aktivnost na vezi između 105-e i 106-e aminokiseline κ-kazeina. Nespecifična proteolitička

aktivnost uglavnom je općenita proteolitička aktivnost na kazein.

Međutim, znatna nespecifična proteolitička aktivnost može uzrokovati gorak okus kao i manji randman sira. Zbog toga je važno da je nespecifična aktivnost mikrobnog sirila što niža ili da je enzim termolabilan, jer se djelomice ili potpuno uništi tijekom procesa proizvodnje sira.

**Tablica 7.2.** Važnije vrste mikrobnih proteinaza (Tratnik i Božanić, 2012)

Izvor enzima	Vrsta mikroorganizma	Komercijalni naziv
<i>Rizomucor miehei</i>	Plijesan	Rennilase
<i>Rizomucor miehei</i>	Plijesan	Hannilase
<i>Rizomucor miehei</i>	Plijesan	Fromase
<i>Rizomucor pusillus</i>	Plijesan	Noury
<i>Rizomucor pusillus</i>	Plijesan	Meito
<i>Rizomucor pusillus</i>	Plijesan	Emporase
<i>Endothia parasitica</i>	Plijesan	Suparen
<i>Endothia parasitica</i>	Plijesan	Sure curd
<i>Bacillus subtilis</i>	Bakterija	Mikrozyme
<i>Bacillus polymyxa</i>	Bakterija	Milkozym

Uz mikrobna sirila, moderna je tehnologija otkrila nove mogućnosti proizvodnje čistog kimozina – primjenom genetičke rekombinacije. Tehnologija obuhvaća genetsku obradu mikroorganizma koji zatim proizvodi enzim u neograničenim kolčinama. Mnogo je mogućih organizama (domaćina) koji se koriste u proizvodnji rekombinantnog kimozina poput *Kluyveromyces maxianus* var. *lactis* (MAXIREN), *Aspergillus niger* (Chy-Max) i *Escherichia coli* K-12 (Chimogen).

Rekombinantni kimozin pokazuje brojne prednosti:

- neograničena opskrba
- manja osjetljivost na pH-vrijednost mlijeka
- vrlo specifično djelovanje na κ-kazein
- potrebna manja količina (za 10 – 15 %, ponekad i 25 %),
- bolja čvrstoća sirnog gruša (manji gubitak proteina i masti-bolji prinos sira)
- optimalna aroma sira nakon zrenja.

### 7.3. Enzimski pripravci za ubrzanje zrenja sira

U proizvodnji sira istražuju se i enzimski pripravci endogenih enzima koji se primjenjuju da bi ubrzali zrenje sira i poboljšali miris, okus i aromu sira. Ovi enzimi mogu se dodavati izravno u mlijeko ili sirni gruš (tablica 7.3.), a najčešće se radi o lipazama, proteinazama i/ili peptidazama. Lipaze se primjenjuju u proizvodnji onih sireva kod kojih se cijeni jače izražena aroma (sirevi s plemenitim pljesnima). Kod sira Cheddar lipaze mogu uzrokovati užeglost, a proteinaze daju gorčinu sira. Međutim, u kombinaciji, proteinaze i peptidaze mogu utjecati na pojačanu aromu, bez izražene gorčine sira.

**Tablica 7.3.** Primjena egzogenih enzima za pojačanje zrenja sira (Tratnik i Božanić, 2012)

Tip sira	Tip enzima	Izvor enzima	Faza dodavanja
Cheddar	kisele i neutralne proteinaze, peptidaze lipaze i dekarboksilaze	različiti komercijalni i animalni enzimi	gruš
Cheddar Parmesan	lipaze proteinaze	enzimi probavnog trakta deve	mlijeko i gruš
Gouda	proteinaze	<i>Aspergillus oryzae</i>	mlijeko i gruš
Edam Cheddar	proteinaze i peptidaze	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	mlijeko
Mozzarella	lipaze, esteraze (mikroinkapsulirane)	sekret probavnih telečih enzima	mlijeko
plavi sirevi	lipaze	<i>Aspergillus spp.</i>	gruš

Prethodna obrada mlijeka s komercijalnim pripravkom  $\beta$ -D-galaktozidaze (laktaze), koja hidrolizira laktuzu na glukuzu i galaktozu, također može biti zasluzna za pojačanu prirodnu aromu sira. To se može pripisati ili stimulaciji dodane mikrobne kulture, što dovodi do porasta populacije i povećanja prisutnih proteinaza i peptidaza, ili pak zajedničkom djelovanju proteinaza i laktaze.

Znanstvenici istodobno proučavaju mehanizam nastajanja tvari arome tijekom zrenja sira kako bi se otkrili važni enzimi koji sudjeluju u zrenju, odredili konačne produkte sekundarnih interakcija nakon glikolize, lipolize i proteolize te da bi se razjasnila njihova povezanost u nastajanju svojstvenog okusa i mirisa sira.

## 7.4. Kalcij klorid ili natrij klorid

Kako bi se postiglo konstantno vrijeme grušanja i dovoljna čvrstoća gruša pri si-renju mlijeka djelovanjem enzimskih pripravaka, u mlijeko se može dodavati mala količina  $\text{CaCl}_2$ . Dodatkom oko 0,02 %  $\text{CaCl}_2$  u mlijeko, može se osigurati dovoljna količina topljivog kalcija, potrebna za grušanje mlijeka i postizanje željenog prinosa sira. Međutim, prekomjerni dodatak  $\text{CaCl}_2$  može utjecati na stvaranje prečvrstog gruša tako da se on teže reže, a sirna se zrna tada loše sljepljuju i nastaje sirno tjesto neujednačene tekture. Veći dodatak  $\text{CaCl}_2$  može uzrokovati i gorčinu sira.

Osim kao dodatak u mlijeko za sirenje,  $\text{CaCl}_2$  se dodaje i u salamuru u obliku 33 %-tne otopine, kako salamura ne bi izvlačila kalcij iz sira tijekom njegova salamurenja. Ukoliko kalcija u salamuri fali, može doći do deformacije sira uslijed manjka kalcija u siru, a kora sira postaje hidratizirana (vodenasta) jer se dio kalcija iz kore zamjenjuje s natrijem iz soli. Natrij za sobom u koru povlači vodu.

Takva kora je ranjiva na mikroorganizme kvarenja kore kao što su koliformne bakterije, kvasci i pljesni. Sir može postati sluzav, a kasnije obrastao nepoželjnim (crvenim, smeđim i crnim) pljesnima koji ostavljaju fleke po kori sira. Količina potrebne salamure je 50 g granulata pripremljenog u vodi (33 %-tna otopina) na svakih 10 L salamure.

Oduvijek je soljenje bilo snažan „alat“ u konzerviranju hrane jer smanjuje razinu aktivne vode i aktivnost bakterija. Kod nekih vrsta sireva upravo je sol ključni konzervirajući čimbenik (sirevi u tipu fete (Feta, Domiati, Travnički sir), talijanski pecorino sirevi i sl.). Povrh toga, sol obogaćuje okus sira. Konzumenti zapadne civilizacije sole hranu kao uobičajen korak u njezinoj pripremi. Soljenjem sira istiskuje se dio sirutke što produžuje trajnost sira. Istraživanja su pokazala da 1 kg soli utrošene u proizvodnji sira istiskuje iz sira oko 2 L sirutke. Kad govorimo o soli kao dodatku, možda je njegova najvažnija tehnološka uloga u kontroli fermentacije (zakiseljavanje) sira. Sol, zajedno s temperaturom (hlađenje sirnog tjesteta), zaustavlja daljnji proces zakiseljavanja sira što sprečava pojavu prekiselog sirnog tjesteta (kiseo, kredast i svijetli sir). Stoga je važno poznavati kritični trenutak kada treba pristupiti soljenju/salamurenju sira.

Količina soli potrebna u proizvodnji pojedinih vrsta sira, kao i način soljenja, ovisi o recepturi. Sir se može soliti utrljavanjem srednje krupne soli po površini sira, prilikom punjenja sira u kalupe (u pred-preši) i uranjanjem u salamuru.

## 7.5. Dinatrijev hidrogenfosfat

U proizvodnji sira od obranog mlijeka, u mlijeko se može dodati  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (10 – 20 g/kg, ako to dopuštaju propisi), ali prije dodatka  $\text{CaCl}_2$ . Tada nastaje koloidni kalcij fosfat  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$  koji se ponaša na sličan način kao i mast koja se uklapa u gruš i povećava njegovu elastičnost.

## 7.6. Natrijev ili kalijev nitrat

Neke zemlje, poput Nizozemske, dozvoljavaju dodatak inhibirajućih soli u proizvodnji polutvrđih sireva. Naime, nitrati se dodaju kao  $\text{NaNO}_3$  ili  $\text{KNO}_3$ , a djeluju kao neka vrsta konzervansa koja sprečava rast i razmnožavanje koliformnih bakterija ili klostridija.

Inhibicijski učinak na bakterije nemaju nitrati, već nitriti, koji nastaju redukcijom iz nitrata djelovanjem prirodnog enzima mlijeka, ksantin oksidaze. Nitriti su izrazito toksični za bakteriju *Clostridium tyrobutericum*, koja se može razmnožavati u sirnom grušu i kada je prisutna veća količina soli, tj. nakon salamurenja.

Dodatak nitrita sprečava mane sira kao što je rano ili kasno nadimanje sira. Rano nadimanje sira nastaje najčešće uslijed aktivnosti koliformnih bakterija, dok se kasno nadimanje javlja kao posljedica anaerobnih sporogenih bakterija.

Od svih kemikalija nitrati su našli svoju najveću upotrebu u sirarstvu, ali nisu dozvoljeni u svim zemljama.

Oni se obično dodaju u količini od 25 do 80 g na 100 L mlijeka. Ali, kako veće količine upotrebljenih nitrata mogu negativno utjecati na aromu sira, kao što je pojava gorkog ukusa, to se predlaže upotreba nitrata u količini do 30 g na 100 L mlijeka.

## 7.7. Lizozim

Lizozim je prirodni enzim koji se nalazi u kokošjem jajetu u količini od 0,5 %. U malim količinama nalazimo ga i u kravljem mlijeku, suzama i slini.

Mlijeko žena sadrži veće količine lizozima od kravljeg mlijeka. Na tržištu ovaj enzim dolazi u obliku bijelih lako topljivih granulata koje se u mlijeko nakon otapanja u vodi dodaje 15-ak minuta prije dodatka mikrobnih kultura u cilju sprečavanja rasta klostridija, uzročnika kasnog nadimanja sira. Kasno nadimanje sira često je povezano s oblikovanjem nenormalnih sirnih oči, neugodnog okusa i mirisa tvrdih sireva koji prolaze duže razdoblje zrenja (više tjedana i mjeseci).

Lizozim pokazuje snažna antiklostridijalna svojstava, bez utjecaja na tehnološki postupak proizvodnje tvrdih sireva ili na aktivnost bakterijske flore mlijeka, što

uvjetuje nepromjenjivost senzorskih svojstava sira. Lizozim se u mlijeko za sirenje dodaje u količini od 1 – 3 g na svakih 100 L mlijeka za sirenje, ovisno o riziku od kasnog nadimanja sira.

## 7.8. Nizin

Nizin je prirodno sredstvo za konzerviranje (bakteriocin) koje djeluje antimikrobnog. Proizvodi se fermentacijom iz bakterijskih kultura (*Lactococcus lactis*). Može se proizvesti i pomoću genetički modificiranih organizama, ali procjena učinka tako dobivenog nizina nije u potpunosti istražena. U ljudskom organizmu nizin stvaraju bakterije mliječne kiseline koje se nalaze kao standardni dio mikroflore probavnog sustava, u kojemu se brzo razgrađuje i izlučuje. Nizin se smatra bezopasnim konzervansom.

Nizin se dodaje radi sprečavanja rasta i aktivnosti patogenih mikroorganizama. Koristi se u proizvodnji topljenih sireva, dok je kod ostalih vrsta sira njegova upotreba ograničena, jer prisustvo nizina inhibira mikrobnu kulturu.

Prema važećim propisima, dozvoljena količina nizina koja se može dodati iznosi 12,5 mg/kg mlijeka.

## 7.9. Metali u tragovima

Sirevi švicarskog tipa (Emmentaler i Gruyer), tradicionalno se proizvode u bakrenim kotlovima. Međutim, ako se proizvodnja prebaci u kade od nehrđajućeg čelika, ne postiže se svojstvena aroma tradicionalnom načinu proizvodnje. Stoga se u mlijeko dodaje oko 15 ppm CuSO<sub>4</sub>, što odgovara količini bakra koji se apsorbira iz tradicionalnih kotlova. Djelovanje bakra na aromu sira povezuje se s malim stupnjem lipolize i/ili aktivacije nekih enzima, značajnih za proces zrenja. Poznato je da bakar kontrolira aktivnost *Propionibacterium* spp. koje su značajne za formiranje pravilnih sirnih očiju kod Emmetalera. Optimalna količina bakra u sirnoj masi je oko 10 – 15 ppm, dok veća količina od 20 ppm sprječava propionsko vrenje, a količina od 25 ppm bakra dovodi i do promjene boje sira.

## 7.10. Ekstrakti boja

Boja sira je vrlo važno senzorsko svojstvo sira. Međutim, zbog promjene boje mliječne masti mijenja se i boja sira. Osim toga, boja sira se formira i tijekom zrenja. Kako bi se poboljšala boja nekih sireva (Cheddar, Emmentaler, Gouda, Edam), u mlijeko za sirenje mogu se dodati ekstrakti nekih prirodnih boja.

U proizvodnji polutvrdih i tvrdih sireva koriste se ekstrakti β-karotena, ekstrakt orellana tj. annatto boja (iz voća *Bixa orellana*) ili ekstrakt šafrana, crvene paprike i drugih boja koje se koriste u prehrambene svrhe. Kod sireva s plavom plemenitom pljesni može se dodati zeleni klorofil, zbog kontrasta plave boje pljesni. Prije dodavanja boje, ekstrakt je potrebno višestruko razrijediti u jednom udjelu mlijeka te ravnomjerno rasporediti u preostalom mlijeku. Boja se dodaje prije dodatka sirila. Ukoliko se boja miješa zajedno sa sirilom, da bi se ubrzao postupak, utoliko dolazi do slabljenja jačine sirila zbog intenzivnog mješanja boje.

## LITERATURA

1. Cogan, T.M., Beresford, T.P.: Microbiology of hard cheese, *Dairy Microbiology Handbook*, 3. izd., Robinson, R.K. (ed.), John Wiley and Sons, Inc., New York 515 –560.
2. Farkye, N.Y. Vedamuth, E.R.: Microbiology of soft cheese, *Dairy Microbiology Handbook*, 3. izd., Robinson, R.K. (ed.), John Wiley and Sons, Inc., New York, 2002, 479 –514.
3. Fox, P.F., Guinee, T.P.: Cheese Science and Technology, *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 2013, 357 –389.
4. Fox, P.F., McSweeney, P., Cogan, T.M., Guinee, T.P.: *Fundamentals of Cheese Science*, Springer, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 2000.
5. Harboe, M., Broe, M.L., Qvist, K.B.: The Production, Action and Application of Rennet and Coagulants, *Technology of Cheesemaking*, 2. izd., Law, B.A., Tamime, A.Y. (eds.), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2010, 98 –130.
6. Kalit, S.: Mljekarske kulture i dodaci u proizvodnji sira, *Šesnaesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*, Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci, 2014, 23 –31.
7. Puđa, P.: *Tehnologija mleka 1 Sirarstvo – opšti deo*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2009.
8. Repelius, C. (1998): Sredstva za koagulaciju proizvedena fermentacijom i njihovo korištenje u proizvodnji sira, *Mljekarstvo*, 48 (4), 253 –263.
9. Tratnik, Lj., Božanić, R., *Mlijeko i mlječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.
10. Tunick, M.H.: *The Science of Cheese*, Oxford University Press, 2014.
11. Walstra, P., Wouters, J.T., Geurts, T.J.: *Dairy Science and Technology*, 2. izd., CRC Press, Boca Raton, 2006.

## MIKROBNE KULTURE U PROIZVODNJI SIRA

Irena Rogelj

Sir je zajednički naziv za skupinu fermentiranih mliječnih proizvoda, koji, u pogledu kinetike i trajanja, čine nešto posebno. Sama činjenica da je fermentacija jedan od najstarijih načina čuvanja hrane, govori sama za sebe i pokazuje na poseban značaj fermentirane hrane. Danas u proizvodnji sira koristimo odrabljene mikrobne kulture sastavljene od različitih vrsta bakterija, kvasaca, pljesni i njihovih međusobnih kombinacija. Međutim, najvažniji je proces mliječno kisela fermentacija koju provodi najznačajnija skupina mikroorganizama, bakterije mliječne kiseline (BMK). Bakterije mliječne kiseline mogu se naći posvuda gdje postoji mogućnost spontanog vrenja ugljikohidrata. One fermentiranoj hrani daju svojstven miris i teksturu, istovremeno sprječavajući kvarenje i rast patogenih mikroorganizama. Natjecanje s ostalim mikroorganizmima u fermentiranom proizvodu omogućava nastanak brojnih metabolita koji posjeduju antimikrobnu djelovanje, kao što su organske kiseline, vodikov peroksid, acetaldehid, diacetil i bakteriocini.

Mlijeko je bogat izvor makro i mikro hranjivih tvari, stoga i dobar medij za rast širokog spektra mikroorganizama, osobito onih koji mogu fermentirati mliječni šećer laktozu, kao što su bakterije mliječne kiseline. Osim toga, način dobivanja mlijeka uzrokuje minimalnu kontaminaciju mlijeka mikroorganizmima, među kojima su i uvijek prisutne i bakterije mliječne kiseline, koje se nalaze u probavnom sustavu životinja (i ljudi), mlijeku i njegovoј okolini i čine dio prirodne ekološke niše.

Fermentirano mlijeko i sir među najstarijim su mliječnim proizvodima, a njihovi počeci sežu tisućljećima u prošlost. U određenim klimatskim uvjetima, mlijeko kontaminirano s prirodnim bakterijama mliječne kiseline može se ukiseliti. Istovremeno, iskustvo je pokazalo dvije stvari. Kiselo mlijeko ima ugodan i osvježavajući okus, i moguće ga je duže razdoblje konzumirati.

Ljudi su brzo shvatili da dodavanje malih količina kiselog mlijeka ili sirutke prethodnog dana u svježe mlijeko ubrzava proces zakiseljavanja što nazivamo fermentacijom. To su bili prvi oblici mikroorganizama ili, kako ih danas nazivamo, mi-

krobnih kultura. Sastav njihove mikrobne populacije bio je nepoznat, vrlo različit i promjenjiv jer je dosta ovisio o okolišu, zemljopisnom području, klimatskim uvjetima, zdravlju mliječnih životinja, higijeni i mnoštvu drugih čimbenika.

Tek su početkom 19. st. znanstvenici počeli otkrivati mikroorganizme kao uzročnike kiseljenja. Razvoj mikrobiologije, moderne tehnološke opreme, analitičkih metoda i mogućnost dobivanja odabranih vrsta mikroorganizama u koncentriranom obliku (mikrobna kultura), omogućio nam je dobivanje različitih vrsta fermentiranog mlijeka i sira, bez obzira na klimatske uvjete i druge čimbenike.

Proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda, uključujući sir, danas se bez uporabe odabranih kultura mikroorganizama ne može zamisliti. Trebamo napomenuti da spontana, neselekcionirana mikrobna kultura nije nestala, ona se i dalje primjenjuje u proizvodnji različitih tradicionalnih sireva, koji postaju sve popularniji. Bez obzira na vrstu i sastav mikrobne kulture, glavni učinci mogu se svrstati u tri skupine:

- produžena stabilnost i sigurnost sireva
- nastajanje željenih senzornih i reoloških svojstava sira
- nastajanje terapeutskih/funkcionalnih svojstava sira.

## 8.1. Vrste mikrobnih kultura

Mikrobne kulture mogu se klasificirati na više načina: prema načinu pripreme (osnova mlijeko, sirutka), obliku pripreme (tekuće, osušene, smrznute), aromi ili drugim osobinama koje daju proizvodu (homofermentativne, heterofermentativne), temperaturi tehnološkog procesa pri kojoj se koriste (mezofilne, termofilne), vrsti prisutnih mikroorganizama i/ili broju vrsta i sojeva. Različiti načini razvrstavanja isprepliću tradiciju i suvremenu znanost u području mikrobnih kultura u proizvodnji sira.

### 8.1.1. Nedefinirane i definirane mikrobne kulture

Tradicionalan način proizvodnje sira koristio je „prirodnu“ mikrobnu kulturu (ne znajući mikrobiologiju) na sljedeća dva načina:

- 1) mlijeko je inkubirano na temperaturi koja je omogućavala rast mikrobne populacije prirodno prisutnih bakterija mliječne kiseline, sve dok nije porasla kiselost, a zatim se koristilo kao mikrobna kultura;
- 2) korišteno je fermentirano mlijeko ili sirutka iz prethodno dobivenog sira, najčešće uz dodatnu inkubaciju.

Sastav tako dobivene mikrobne kulture bio je neodređen i promjenjiv, u ovisnosti od temperature inkubacije, koja je prilagođena vrsti sira, što je uveliko ovisilo i o dominantnim bakterijama mliječne kiseline. Povećani interes za tradicionalne

sireve potaknuo je proučavanje mikrobnih populacija prirodnih mikrobnih kultura, što je potvrdilo raznolikost i varijabilnost. Primjerice, u prirodnim kulturama inkubirana sirutka za pripravu Mozzarele sadrži složenu mikrofloru bakterijskih vrsta *Streptococcus (Str.) thermophilus*, *Lactococcus (Lact.) lactis*, *Lact. garviae*, *Lactobacillus (Lb.) helveticus*, *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lb. fermentum*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei ssp. casei* i *Enterococcus (Ent.) faecalis*. Međutim, mikrobnja populacija prirodne sirutke za tradicionalni sir Caciocavallo Silano mnogo je manje raznolika, jer se sastoji samo od vrste *Lb. delbrueckii*, *Lb. helveticus*, *Str. thermophilus* i *Lact. lactis*.

Tradicionalan način pripreme mikrobnih kultura još uvijek se koristi u proizvodnji mnogih europskih tradicionalnih sireva, što tim srevima daje svojstvene karakteristike i razlikuje ih od ostalih sireva. Inovativnost u proizvodnji „prirodnih mikrobnih kultura“ jest prilagoditi/optimizirati njihovu primjenu u manjim industrijskim pogonima. Varijabilnost (u sastavu i veličini pojedinih mikrobnih zajednica bakterija mlijecne kiseline) tako dobivenih mikrobnih kultura u industrijskim uvjetima rizična je za ispunjavanje zahtjeva standardne mikrobiološke i senzorske kakvoće proizvoda. Stoga, napredak u znanosti i tehnologiji, do tada potpuno nepoznat sastav mikrobne kulture (sirutka prethodnog dana, nakon inkubacije na temperaturi koja se koristi za cijepljenje svježeg mlijeka), zamijenio je definiranim mikrobnim kulturama, poznatog sastava i djelovanja.

Definirane mikrobne kulture dobivamo tako da u laboratoriju iz sirove ili prirodne mikrobne kulture (često tradicionalne, od mlijeka) izoliramo, pročistimo i dobro istražimo svojstva pojedinih bakterijskih vrsta/sojeva, a zatim umnožavamo kao čišću kulturu. Nakon toga se mogu koristiti samostalno ili u kombinaciji jedna s drugom. Takvom pripremom vrsta/sojeva dobivamo mikrobne kulture sa željenim svojstvima.

Ovisno o sastavu poznajemo:

- pojedinačne mikrobne kulture – jedan soj određene vrste mikroorganizma
- složene mikrobne kulture – različiti sojevi jedne vrste mikroorganizma
- kombinirane mikrobne kulture – različiti sojevi različitih vrsta mikroorganizama.

### **8.1.2. Podjela mikrobnih kultura prema optimalnoj temperaturi rasta i konačnim produktima fermentacije**

Definirane mikrobne kulture dijelimo prema njihovim svojstvima i načinu uporabe. Prema optimalnoj temperaturi rasta, dijele se na mezofilne i termofilne. Iako ne postoji točna podjela ovih skupina, optimalna temperatura rasta i aktivnost mezofila je oko 30°C, svoju aktivnost zadržavaju (navodno se ne razmnožavaju) pri temperaturama 38 – 40°C. Termofilne kulture imaju optimalnu temperaturu rasta oko 42°C, aktivne su u području od 37 pa sve do 50°C. Tipični predstavnici mezofila su: *Lact. Lactis*/*Leuconostoc (Leuc.) mesenteroides*, a termofila *Str. ther-*

*mophilus, Lb. delbrueckii i Lb. helveticus.*

Također, mikrobne kulture možemo dijeliti i prema načinu fermentacije lakoze na homofermentativne (konačni produkt fermentacije glukoze je samo mlječna kiselina) i heterofermentativne (konačni produkt fermentacije glukoze je mlječna kiselina, CO<sub>2</sub> i etanol) te po mogućnosti nastajanja aromatičnih tvari (fermentacija citrata). Tako, primjerice, mezofilne kulture, koje sadrže samo podvrstu *Lac. lactis* subsp. *lactis* i *Lact. lactis* subsp. *cremoris*, označavamo kao homofermentativne kulture, one kulture koje ne tvore aromatične tvari i plin, a sadrže vrste *Leuconostoc* kao heterofermentativne kulture, kulture koje sadrže vrste *Leuconostoc* i/ili *Lac. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* kao »aromatične«, jer sojevi/vrste *Leuconostoc* i *Lac. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* fermentiraju citrate i tvore aromatične tvari (diacetil, acetoin) i CO<sub>2</sub>.

## 8.2. Mikrobni sastav sirarskih kultura

Mikroorganizmi koji se nalaze u sirarskoj mikrobnoj kulturi, trebaju obaviti jednu ili više sljedećih funkcija:

- fermentaciju lakoze do mlječne kiseline što omogućava optimalnu izradu sira i sprječava rast mikroorganizama kvarenja i patogenih mikroorganizama;
- proizvodnju širokog spektra enzima i metabolita koji imaju značaj u formiranju okusa, arome i cjelokupnih senzorskih svojstava tijekom zrenja;
- proizvodnju različitih antimikrobnih tvari (uz mlječnu kiselinu nastaju i bakteriocini) koje sprječavaju razmnožavanje i prezivljavanje patogenih mikroorganizama;
- poboljšanje zdravstvenih svojstava sira (npr. nastanak bioaktivnih peptida).

Osnovna i najznačajnija uloga mikrobne kulture u sirarstvu je kontrolirana acidifikacija (fermentacija lakoze do mlječne kiseline). Stoga, sve kulture sadrže bakterije mlječne kiseline, a uz njih se mogu nalaziti i druge bakterije, kvasci te pljesni (tablice 8.1 i 8.2.), ovisno o vrsti/varijetetu sira koji se želi proizvesti, senzorskim svojstvima i kakvoći koju želimo dobiti primjenom odgovarajućih tehnoloških postupaka. Posljedica fermentacije lakoze koju provode bakterije mlječne kiseline je sniženje pH-vrijednosti koja je značajna za brojne faze tehnološkog procesa proizvodnje sira i za njegov sastav i kakvoću.

**Tablica 8.1.** Glavni predstavnici BMK-a u sirarskim mikrobnim kulturama i neke njihove značajke

Skupine/vrste/podvrste	Značajke	Vrste sira
<i>Lactococcus(Lac.) lactis</i> <i>ssp. lactis</i>	Mezofilna homofermentativna kultura, glavni produkt mliječna kiselina, tipični predstavnici u siru izrađenom s prirodnim kulturama	Polutvrdi, meki sirevi; Gauda, Edam, Brie, Camembert...
<i>Lac. lactis ssp. lactis</i> bivar <i>diacetylactis</i>	Vrsta <i>Lac. lactis ssp. lactis</i> , fermentira citrate i stvara diacetil	Polutvrdi, meki sirevi; Gauda, Edam, Brie
<i>Lac. lactis ssp. cremoris</i>	Mezofilna homofermentativna kultura, glavni produkt mliječna kiselina	Polutvrdi, meki sirevi; Gauda, Edam, Brie, Camembert...
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Termofilna homofermentativna kultura	Tvrdi i polutvrdi sirevi s visokom temperaturom dogrijavanja; Emmentaler, Parmezan...
<i>Lactobacillus (Lb.) delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	Termofilna homofermentativna kultura	Prvenstveno tvrdi i polutvrdi sirevi s visokom temperaturom dogrijavanja
<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i>	Termofilna homofermentativna kultura	Prvenstveno tvrdi i polutvrdi sirevi s visokom temperaturom dogrijavanja
<i>Lb. helveticus</i>	Termofilna homofermentativna kultura	Prvenstveno tvrdi i polutvrdi sirevi s visokom temperaturom dogrijavanja
<i>Lb. casei/paracasei</i>	Fakultativno heterofermentativna kultura	Koristi se kao »dodatačna« kultura
<i>Leuconostoc (Leuc.) mesenteroides ssp. <i>cremoris</i></i>	Mezofilna heterofermentativna kultura	Polutvrdi i svježi sirevi; Gauda, Edam, svježi sir
<i>Enterococcus (Ent.) faecium</i> <i>Ent. faecalis</i>	Prisutan u sirarskim kulturama, moguće patogen	Svojstvena mikrobiota tradicionalnih sireva iz sirovog mlijeka

**Tablica 8.2.** Glavni predstavnici sekundarnih mikrobnih kultura za sir (Rattray i Eppert, 2011.)

<b>Sekundarna kultura</b>	<b>Značajke</b>	<b>Vrste sira</b>
<b>Plijesni</b>		
<i>Penicillium camemberti</i>	Sir s pljesni na površini	Camembert, Brie
<i>Penicillium roqueforti</i>	Sir s plavom pljesni u sirnom tjestu	Roquefort, Gorgonzola
<b>Bakterije</b>		
<i>Brevibacterium linens</i>	Sir s razvojem bakterija na površini	Münster
<i>Brevibacterium casei</i>		Limburger
<i>Corynebacterium spp.</i>		Tilsit
<i>Staphylococcus spp.</i>		
<i>Micrococcus spp.</i>		
<i>Propionibacterium freudenreichii spp.</i>	Švicarske vrste sireva	Emmental, Gruyère, Appenzeller
<b>Kvасci</b>		
<i>Debaryomyces hansenii</i>	Zrenje na površini sira s pljesni ili bakterijama	Tilsit,
<i>Kluyveromyces marxianus</i>		St. Nectaire
<i>Yarrowia lipolytica</i>		
<i>Kluyveromyces lactis</i>		
<i>Torulopsis candida</i>		
<i>Candida sake</i>		

### 8.2.1. Primarna (osnovna) mikrobna kultura

Kao što je već spomenuto, osnovna je uloga mikrobnih kultura u sirarstvu acidifikacija, fermentacija lakoze do mliječne kiseline. Posljedica povećanja koncentracije mliječne kiseline je pad pH-vrijednosti, koji pri izoelektričnoj točki kazeina ( $\text{pH} = 4,6$ ) sam po sebi uzrokuje koagulaciju mlijeka. Kod većine sireva, u mlijeko se dodaje sirilo koje uzrokuje enzimsku koagulaciju mlijeka – proteolitički enzimi (prevladava kimozin). Mikrobnе kulture, koje se dodaju u mlijeko za sir, na početku acidifikacije pospješuju aktivnost sirila te utječe na proteolitičku aktivnost prirodnih proteinaza mlijeka. U fazi odvajanja sirnog gruša od sirutke, pH utječe na količinu enzima sirila koji ostaju aktivni i tijekom zrenja, nastavljaju s proteolitičkim djelovanjem – nastanak peptida (kao i gorkih peptida) i aminokiselina. Postepena razgradnja kazeina dovodi do formiranja »meke« teksture sira. Mala količina sirila (kimozina) ostaje u sirnom grušu koje se suši pri visokim temperaturama (Parmezan, Emmentaler), ali relativno visoka aktivnost enzima je kod

mekih sireva (Camembert), kod kojih se sinereza odvija pod utjecajem acidifikacije, što znači da pri niskom pH više sirila zaostaje u sirnom grušu.

Kombinirana proteolitička aktivnost sirila, prirodnih enzima mlijeka i enzima mikrobne kulture utječe na nastanak arome/okusa sira. Također, kulture bakterija mlijecne kiseline imaju širok spektar enzima, prvenstveno intracelularnih peptidaza. Ova vrsta peptidaza bakterija mlijecne kiseline razgrađuje peptide, koji nastaju kao posljedica djelovanja drugih proteinaza, do aminokiselina, koje su prekursori različitih aromatičnih spojeva. Nakon lize stanice bakterija mlijecne kiseline izlučuju se enzimi. Bakterije mlijecne kiseline tvore aromu sira direktno, stvaranjem aromatičnih spojeva kao produkte fermentacije laktoze i citrata. Važan međuproduct fermentacije laktoze (glukoze) je piruvat, koji se djelovanjem laktat dehidrogenaze pretvara u mlijecnu kiselinu. Međutim, mnogi sojevi metaboliziraju citrate do acetata i piruvata, koji se zatim pretvaraju u različite aromatične spojeve (diacetil, acetoin, acetaldehid, CO<sub>2</sub>), značajne za oblikovanje arome sira.

### 8.2.2. Sekundarna (dodatna) mikrobna kultura

Odabir i kombinacija mikrobnih kultura u proizvodnji sira prvenstveno je prilagođena vrsti sira, koji se želi proizvesti, s obzirom na senzorska svojstva koja se žele dobiti. To nam je omogućio razvoj mikrobiologije i posljedično dobro poznavanje fenotipskih, genetskih i fizioloških/metaboličkih svojstava mikroorganizma (tablica 8.3.).

Dodatne/sekundarne mikrobne kulture koriste se u sirarstvu s ciljem formiranja specifičnih, ali i jače izraženih senzorskih svojstava sira. Sekundarne mikrobne kulture u sirarstvu nisu dio acidifikacije jer su aerobni mikroorganizmi, ali i mikroorganizmi koji nemaju mogućnost razgradnje laktoze do jednostavnih šećera (nemaju enzim β-galaktozidazu). Sekundarne mikrobne kulture čine različiti mikroorganizmi, bakterije, pljesni i kvasci (tablica 8.3.).

**Tablica 8.3.** Važni predstavnici mikrobnih kultura u sirarstvu i njihov značaj (Farkye i Vedamuthu, 2002.; Cogan i Beresford, 2002.)

Rod ili vrsta	Funkcija
Primarna sirarska kultura	
<i>Lactococcus lactis</i>	Proizvodnja kiseline; tijekom zrenja proizvodi aromu
<i>Leuconostoc spp.</i>	Metabolizam citrata; proizvodnja arome
<i>Lactobacillus helveticus</i>	Proizvodnja kiseline; tijekom zrenja proizvodi aromu
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Proizvodnja kiseline; tijekom zrenja proizvodi aromu
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Proizvodnja kiseline; tijekom zrenja proizvodi aromu
<i>Enterococcus spp.</i>	Tijekom zrenja proizvodi aromu

Rod ili vrsta	Funkcija
Sekundarna sirarska kultura	
<i>Propionibacterium freuden-rechi</i>	Hidroliza mlijecne kiseline; stvaranje očiju kod švicarskog tipa sira (Emmentaler), sladak okus - propionatni
<i>Corynebacterium spp.</i>	Proizvodnja metantiola, proteoliza pigmenata; oblikovanje arome i teksture tijekom zrenja, halotolerantni
<i>Microbacterium spp.</i>	
<i>Brevibacterium linens</i>	Snažna proteoliza; zrenje na površini sira - crveni maz (naranočasto-crveni pigmenti, tolerantna na sol; raste pri 15 % soli)
<i>Micrococcus spp.</i>	Proteoliza, djelomična lipoliza; oblikovanje arome, proizvodi žuto-crvene pigmente na površini sira
<i>Penicillium camemberti</i>	Bijela pljesan; proteoliza - oblikovanje arome i teksture tijekom zrenja (sirevi s pljesni na površini)
<i>Penicillium roqueforti</i>	Plava pljesan; lipoliza i djelomična proteoliza - oblikovanje arome (sirevi s pljesni u sirnom tjestu)
<i>Geotrichum candidum</i>	Lipoliza, djelomična proteoliza; oblikovanje arome, neutralizacija/rast pH
<i>Kvasci</i>	Razgradnja mlijecne kiseline; neutralizacija/rast pH

## Pljesni

Plijesan *Geotrichum candidum* nalazi se na većini sireva kod kojih se zrenje odvija na površini. Dobro raste na temperaturama 15 – 25°C i pH-vrijednosti 4,5 – 7,0. *G. candidum* dobro podnosi visoke koncentracije NaCl za razliku od pljesni *Penicillium* i bakterije *Brevibacterium*. Ona brzo prekrije cijelu površinu sira (već za 1 – 2 dana), razgrađuje laktate i aminokiseline (dezaminacija glutamata i aspartata – stvaranje amonijaka), što uzrokuje rast pH.

*G. candidum* bolje prekriva površinu sira od pljesni *Penicillium*, te je rast te pljesni potrebno kontrolirati, jer njezin nekontroliran rast onemogućava rast drugih mikroorganizama koji rastu na površini, posljedica čega je slabije izražena, nesvojstvena aroma sira. Intenzitet rasta pljesni lako se kontrolira soljenjem, radi njezine niske tolerancije na sol. *G. candidum* stvara intra- i ekstracelularne proteinaze. Ekstracelularne proteinaze razgrađuju prvenstveno  $\beta$ -kazein, peptideali i aminokisline. Plijesan proizvodi i ekstracelularne lipaze, koje iz masti (triacilglicerola) odcjepljaju masne kiseline. Spomenuta enzimska aktivnost pljesni dovodi do oblikovanja značajnih senzorskih svojstava sira.

Plijesan iz roda *Penicillium* sadrži velik broj vrsta, negdje preko 200 vrsta, ali se u sirarstvu koriste samo 2 vrste *P. camemberti* i *P. roqueforti*.

*P. camemberti* stvara sivo-bijele kolonije (micelij) i značajna je pljesan sireva

kao što su Brie i Camembert. *P. roqueforti* stvara zeleno-plave kolonije i koristi se za sireve s plavom pljesni u sirnom tijestu kao što je Danablu, Gorgonzola, Stilton i Roquefort. Obje vrste su aerobne, rastu u temperaturnom intervalu 5 – 37°C, razlikuju se po pH području rasta. Tako *P. camemberti* raste u području pH 3,5 – 8,5, ali je pH područje rasta *P. roqueforti* mnogo šire: 3,0 – 10,5.

Obje vrste dobro podnose više koncentracije soli (čak do 20 %). Posebnost *P. roqueforti* je mogućnost normalnog rasta pri 2 % O<sub>2</sub>, te tolerira i više koncentracije CO<sub>2</sub>. Ta sposobnost omogućava dobar rast u sirnom tijestu. Na srevima, kod kojih se zrenje odvija na površini, prvo se pojavljuju kvasci, koji prvi započinju deacidifikaciju, a potom to rade pljesni. Pored deacidifikacije, glavna aktivnost pljesni je lipoliza, proteoliza i razgradnja aminokiselina, rezultat čega je nastanak jednostavnih aminokiselina, slobodnih masnih kiselina, amina, amonijaka, metil ketona, estera i laktona koji oblikuju značajan, pikantan okus sira. Posljedica intenzivne razgradnje proteina je značajno, u većini polutekuće sirno tijesto.

### **Kvasci**

Kvasci nisu samostalne mikrobne kulture, već se pojavljuju združene, često s drugim površinskim mikroorganizmima. Površina sira sadrži mnoštvo različitih vrsta kvasaca, koje se razlikuju na istim vrstama sira izrađenim u različitim siranama. Kvasci koji se koriste u sirarstvu pripadaju trima rodovima: *Kluyveromyces*, *Debaromyces* i *Saccharomyces*. Većina kvasaca koji se javljaju na srevima, a odgovorni su za površinsko zrenje, podnose 10 – 15 % NaCl, razgrađuju laktate i time deacidificiraju površinu sira. Neke vrste (sojevi) stvaraju vitamine ili prekursore za vitamine (niacin, riboflavin, pantotenska kiselina), što potiče rast ostalih mikroorganizama na površini tijekom zrenja sira, prvenstveno bakterije *B. linens*. Kvasci fermentiraju laktazu pri čemu nastaje CO<sub>2</sub>, koji pomaže oblikovanju otvorene strukture sira i omogućava rast pljesni, primjerice, u siru Roquefort.

### **Bakterije**

*Brevibacterium linens* je striktno aerobna bakterija, koja raste pri temperaturama 20 – 30°C i pH-vrijednosti 6,5 – 8,5. Halotolerantna je bakterija koja raste u prisutnosti i do 15 % soli. *B. linens* slabo/sporo raste pri normalnim uvjetima okoline (12°C i pH 5,5), zato se pojavljuje naknadno. Predhode mu kvasci i pljesni, koji svojom aktivnošću podižu pH-vrijednost na površini sira.

*B. linens* proizvodi ekstracelularne proteinaze i aminopeptidaze, koje su svojom aktivnošću i količinom vrlo specifične. Sapekta zrenja sira, ova je bakterija značajna za nastajanje različitih hlapljivih spojeva, kao što su metantiol, α-ketobutirat i amonijak, koji nastaju kao posljedica metabolizma metionina. Metantiol je vrlo hlapljivi spoj, niskog praga senzorske osjetljivosti i svojstvenog mirisa na »trula jaja« ili na zelje, što je svojstveno za sireve koji zriju u prisutnosti bakterija *B. lin-*

ens. Pojedini sojevi *B. linens* proizvode različite antimikrobne spojeve, kao što su bakteriocini, koji sprječavaju rast patogenih bakterija poput *Staphylococcus aureus* i *Listeria monocytogenes*. Osobito je značajno i njihovo djelovanje zajedno s vrstama iz rodova *Corynebacterium* i *Micrococcus* na stvaranje žuto-narančastih karotenoidnih pigmenata, koji površinu sira značajno boje i stvaraju crveni maz sira.

Za švicarski tip sira, kao sekundarna mikrobna kultura koriste se propionske bakterije. Već se iz njihova naziva vidi da stvaraju propionsku kiselinu i da su značajne za oblikovanje značajne slatkaste arome i oblikovanje sirnih očiju (Emmentaler, Gruyère, Appenzeller). Budući da su propionske bakterije anaerobne pa sve do aerotolerantne bakterije, rastu u unutrašnjosti sira. Smatra se da su prirodno prisutne u sirovom mlijeku, tako da ih je u industrijskim uvjetima potrebno naknadno dodati. U zrioni rastu u toplim uvjetima (18 – 24°C), a mikrobna populacija dosegne i do 109 kolonija po gramu sira. Fermentiraju mliječnu kiselinu (laktat), koji je u siru nastao fermentacijom lakoze s primarnom sirarskom mikrobnom kulturom (bakterije mliječne kiseline), do propionata, acetata i CO<sub>2</sub>. Veći udio prolina (svostven sladak okus) u švicarskim vrstama sireva istraživači pripisuju djelovanju bakterija propionskog vrenja, kao posljedicu djelovanja njihovih peptidaza, koje razgrađuju prethodno nastale peptide od kazeina.

Bakterije primarne kulture lako stimuliraju ili sprječavaju rast propionskih bakterija. Tako su neka istraživanja pokazala stimulativno djelovanje nekih sojeva *Lactobacillus helveticus*, što je posljedica proteolitičkog djelovanja ove vrste bakterija, dok *Lb. casei*, kojemu se pripisuje proizvodnja antimikrobnih spojeva, poput diacetila i acetoina, nastalih fermentacijom citrata, sprječava njihov rast.

### 8.3. Zaključak

Senzorska svojstva (okus, miris, tekstura) sireva u najvećoj su mjeri ovisni o mikrobnoj kulturi, koja pretvara sirno zrno u sir. Bez obzira na to koriste li se kombinirane (kao što su tradicionalne) ili selekcionirane mikrobne kulture, potrebno je posvetiti najveću moguću pažnju njihovu odabiru, pripremi i održavanju. Dobro poznavanje mikrobnog sastava kulture omogućava prilagodbu tehnološkog postupka, koji omogućavaju optimalno i usklađeno djelovanje svih mikroorganizama, uključenih u mikrobnoj kulturi s ciljem dobivanja sira ponovljivih, željenih svojstava.

## LITERATURA

1. Bansal, N., Fox P.F., McSweeney, P.L.H. (2007): Factors that affect the retention of rennet in cheese curd. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 9219 –9225.
2. Cogan, T.M., Beresford, T.P. : Microbiology of Hard Cheese. *Dairy Microbiology Handbook. The Microbiology of Milk and Milk Products*, 3rd edition. Robinson, R.K. (ed.), New York, John Wiley & Sons, Inc., 2002, 515 –560.
3. De Candia S., De Angelis M., Dunlea E., Minervini F., McSweeney P.L.H., Faccia M., Gobbetti M. (2007): Molecular identification and typing of natural whey starter cultures and microbiological and compositional properties of related traditional Mozzarella cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, 119, 182–191.
4. Ercolini, S., Frisso, G., Mauriello, G., Salvatore, F., Coppola, S. (2008): Microbial diversity in Natural Whey Cultures used for the production of Caaciocavallo Silano PDO cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, 124, 164 –170.
5. Farkye, N.Y., Vedamuthu, E.R.: Microbiology of Soft Cheeses. *Dairy Microbiology Handbook. The Microbiology of Milk and Milk Products*. 3rd edition. Robinson, R.K. (ed.). New York, John Wiley & Sons, Inc., 2002, 479 – 513.
6. Marcelino Kongo J. (2013): Lactic Acid Bacteria as Starter-Cultures for Cheese Processing: Past, Present and Future Developments, *Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes*, Dr. J. Marcelino Kongo (Ed.), ISBN: 978-953-51-0955-6, InTech, DOI: 10.5772/55937. Available from:
7. <http://www.intechopen.com/books/lactic-acid-bacteria-r-d-for-food-health-and-livestock-purposes/lactic-acid-bacteria-as-starter-cultures-for-cheese-processing-past-present-and-future-developments>.
8. O'Sullivan L., Ross R.P., Hill C. (2002): Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality. *Biochimie*, 84, 593–604.
9. Powell, I.B., Broome, M.C., Limsowtin, G.K.Y. Starter Cultures: General Aspects. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol.1, ed. J.W. Fuquay, P.F. Fox, and P.L.H. McSweeney, Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2011, 552 –558.
10. Rattray, F.P, Eppert, I.: Secondary Cultures, *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol.1, ed. J.W. Fuquay, P.F. Fox, and P.L.H. McSweeney, Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2011, 567 –573.
11. Rogelj, I., Perko, B.: Mlečni izdelki, *Mikrobiologija živil živalskega izvora*, Bem, Z. et al. (ur.), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 2003, 541 –577.

# HIGIJENA I SANITACIJA U PROIZVODNJI SIRA

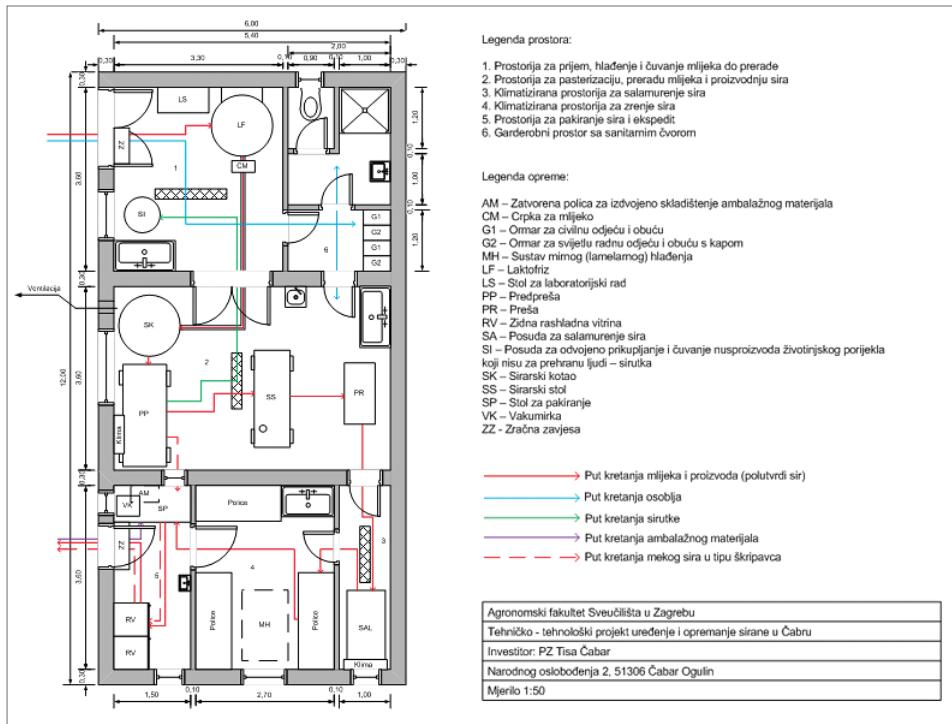
Samir Kalit

## 9.1. Uvod i pojmovi

Higijena je prvi preduvjet dobre proizvođačke prakse. Smatra se da nije moguće postati dobar sirar ako se prethodno ne usvoje higijenska načela koja vrijede u mljekarskim pogonima. Sredstva za čišćenje koja koristimo u mljekarskoj praksi mogu biti prilično agresivna, stoga ih treba držati pod nadzorom i izvan prostorija u kojima se rukuje hranom. Njima treba postupati na stručan način, odnosno osoba mora biti sposobljena za rukovanje takvim sredstvima u smislu doziranja i načina primjene na površine.

Pod pojmom higijene podrazumijevamo mjere i uvjete potrebne za kontrolu opasnosti te osiguranje prikladnosti hrane. Mjere za kontrolu opasnosti i osiguranje prikladnosti hrane uključuju čitav niz radnji o kojima će biti govora u ovom poglavlju, dok uvjeti podrazumijevaju dobro organiziran, uređen i opremljen objekt u kojem se odvija prerada mlijeka, gdje ne dolazi do križanja nečistih i čistih puteva sirovina, nusproizvoda, proizvoda i ambalaže (slika 9.1.).

Nažalost, potrebno je napomenuti da i danas na tržnicama neki proizvođači nesmetano prodaju sir, a da pritom nisu osigurali adekvatne uvjete za preradu mlijeka i proizvodnju sira, ravnopravno su pored onih koji to jesu učinili i koji imaju odobrene objekte ili objekte odobrene pod posebnim uvjetima. Tako je još uvijek moguće kupiti sir na tržnici od nekog tko svoje kalupe za sir pere u kadi u vlastitoj kupaonici u domaćinstvu te ih slaže pored nužnika (osobno zapažanje). Vjerojatno će nakon što opere sirarske kalupe, svoju multifunkcionalnu kadu koristiti i za pranje vlastitog tijela! Dakle, u ovom primjeru ne može se govoriti o uvjetima potrebnim za osiguranje prikladnosti hrane, odnosno o higijeni.



**Slika 9.1.** Primjer tlocrta objekta s opisom prostorija i rasporedom opreme te putevima kretanja osoblja, mlijeka, proizvoda, sirutke i ambalaže (Kalit, 2010.)

Pod pojmom opasnosti podrazumijeva se potencijalna mogućnost ugrožavanja zdravlja konzumenta kao posljedica kontaminacije proizvoda biološkim (pato-genim i uvjetno patogenim mikroorganizmima), kemijskim i fizikalnim kontaminantima. Patogeni i uvjetno patogeni mikroorganizmi su oni koji mogu izazvati bolest kod ljudi koji konzumiraju određene mliječne proizvode kontaminirane tim mikroorganizmima. Osobito su u tom smislu osjetljiva djeca, trudnice, starija populacija te osobe s kroničnim bolestima narušenog imuniteta. Patogeni mikroorganizmi u proizvodu mogu doći iz mlijeka (zaražena mliječna životinja), od osoba koje rade u pogonu ili okoline. Pod pojmom osiguranja prikladnosti hrane podrazumijeva se sljedivost i sustav kontrole kritičnih kontrolnih točaka u proizvodnom procesu po načelima HACCP-a (analiza opasnosti i kontrola kritičnih točaka = **Hazard Analysis and Critical Control Points**).

## 9.2. Principi sljedivosti

Sljedivost podrazumijeva označavanje svake proizvedene serije nekog proizvoda. Serija može biti ona količina proizvoda proizvedena u jednoj šarži.

Obično se označava s obzirom na količinu utrošenog mlijeka i vrstu proizvoda proizведенog iz određene količine mlijeka u šarži. Svaki proizvođač može uspostaviti vlastiti sustav označavanja serija. Međutim, najjednostavniji način označavanja serije je stavljanje datuma na svaku seriju. Seriju treba označiti (razlikovati) i s obzirom na broj ponavljanja šarži istog proizvoda unutar istog dana. Označena proizvodna serija mora se svakodnevno evidentirati primjenom *Vodiča dobre higijenske prakse* ili HACCP-a. Prema tome, svaki subjekt u poslovanju s hranom životinjskog podrijetla dužan je, sukladno zakonskim propisima (Zakon o hrani, NN 81/13), implementirati neki od sustava samokontrole, educirati se i svakodnevno koristiti takav sustav u svojoj praksi. Veličina serije obično je određena kapacitetom prerade u jednoj šarži. Na malim obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima serija u pravilu varira od 50 L do 300 L prerađenog mlijeka.

Svakodnevno označavanje serija proizvodnje ima za cilj da se u svakom trenutku možemo iz prostorije za zrenje sira, hladnjače za pohranu gotovih proizvoda do ekspedita ili rashladne vitrine izuzeti neku seriju proizvoda ako se odgovarajućom analizom utvrdi zdravstvena neispravnost nekog uzorka iz serije.

Označavanje serija također je važno u cilju samokontrole. Ako se tijekom ili na kraju proizvodnog procesa utvrdi neka nepravilnost u kvaliteti proizvoda, moguće je pratiti sve korake proizvodnje unatrag kako bi se odredila kritična točka koja je dovela do spomenute nepravilnosti. Konačno, označavanje svake serije važno je i zbog zakonski obvezne kontrole pojedinih kritičnih točaka u proizvodnom procesu. Kontrolu kritične točke potrebno je svakodnevno bilježiti (kada se primjenjuje HACCP sustav) ili se bilježenje provodi samo ako se pojave nepravilnosti koje se u proizvodnom procesu mogu dogoditi (iznenadni kvar laktotriiza, rashladne vitrine za gotove proizvode...) primjenjujući vodič dobre higijenske prakse.

### 9.2.1. Primjena načela HACCP-a u manjim pogonima za preradu mlijeka

Kao što je iz dosadašnjeg dijela ovog poglavlja vidljivo, u malim pogonima u kojima se obično prerađuje mlijeko proizvedeno na vlastitom gospodarstvu, nije obvezno koristiti HACCP sustav koji je u pravilu neprilagođen za pogone manjeg kapaciteta. Međutim, to ne znači da u takvim pogonima nije potrebno primjenjivati načela HACCP-a. Oni se implementiraju kroz Vodič dobre higijenske prakse, a uključuju:

1. Identificirati sve opasnosti koje moraju biti spriječene, uklonjene ili smanjene na prihvatljivu razinu.
2. Identificirati kritične kontrolne točke (KKT) na mjestima na kojima je kon-

trola važna za sprječavanje ili uklanjanje opasnosti ili za njihovo smanjivanje na prihvatljivu razinu.

3. Utvrditi kritične granice (limite) na KKT-u koje razdvajaju prihvatljivo od neprihvatljivog za sprječavanje, uklanjanje ili smanjivanje utvrđenih opasnosti.
4. Utvrditi i provesti učinkovite postupke sustavnog praćenja KKT-a.
5. Utvrditi korektivne postupke kada sustav praćenja upozori na to da kritična kontrolna točka nije pod kontrolom.
6. Utvrditi postupke verificiranja radi utvrđivanja učinkovitosti provođenja mjera navedenih od 1 do 5, a postupke verifikacije moraju provoditi redovito objekti i nadležni inspektor u objektima.
7. Kreirati dokumente i evidencije primjerene prirodi i opsegu posla koji će prikazivati učinkovitu primjenu mjera navedenih od 1 do 5.

### **9.3. Vodič dobre higijenske prakse**

Korištenje *Vodiča dobre higijenske prakse* određeno je Zakonom o hrani (NN 81/13) koji subjektima u poslovanju s hranom nalaže korištenje Vodiča za dobru higijensku praksu i primjenu načela HACCP-a. *Vodič dobre higijenske prakse* izrađen za male prerađivače mlijeka u Hrvatskoj pozitivno je ocijenjen od Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske 4. veljače 2013. godine. On sadrži opće podatke o proizvođaču, vrstu proizvodnje i proizvode. U njemu se nalaze upute kako koristiti Vodič, na koje rizike Vodič ukazuje, kontrole analize mliječnih proizvoda što uključuje broj mikrobioloških kontrola (analiza) godišnje s obzirom na prosječnu dnevnu preradu mlijeka izraženu u litrama i vrstu proizvoda, označavanje uzorka, edukaciju, potrebnu mjernu opremu u preradi mlijeka, pojmovnik i popis primjenjenih zakonskih propisa. Važan dio Vodiča su *Tehnološke liste – postupci* koji se mogu sastojati od sljedećih postupaka:

- 1) dobivanje i postupanje s mlijekom do prerade
- 2) opća higijena
- 3) shema čišćenja/dezinfekcije
- 4) čišćenje
- 5) dezinfekcija
- 6) uništavanje štetnika
- 7) mliječni proizvodi (tehnološke faze)
- 8) sastojci i dodaci
- 9) pakiranje
- 10) skladištenje i čuvanje
- 11) izravna prodaja na OPG-u
- 12) prodaja na tržnici

- 13) transport mlijecnih proizvoda
- 14) tablica temperaturnih režima
- 15) kontrola ispravnosti vode u objektu.

Svaki postupak sastoji se od opisa tehnološke faze, na što treba obratiti pozornost, načina svladavanja i preventivnih postupaka, kontrole, nadzora te korektivnih postupaka. Treba naglasiti da se za svaki subjekt mora izraditi specifičan vodič s obzirom na njegove proizvodne uvjete, asortiman i način prodaje proizvoda. U tom smislu, malim prerađivačima vlastitog mlijeka na gospodarstvu u Hrvatskoj pomaže krovni savez SirCro, koji je Vodič i izradio.

Osim tehnoloških lista o postupcima, Vodič sadrži i *Tehnološke liste – proizvodi*. Ovaj se dio Vodiča sastoji od određenog broja planova i uputa s obzirom na asortiman proizvoda u objektu, odnosno skupine proizvoda koji se u objektu proizvode, npr. meki sirevi, polutvrди i tvrdi sirevi, kuhanji sirevi itd.

*Vodič dobre higijenske prakse* mora sadržavati pojedine planove, upute i tehnološke proizvodne postupke kao što su:

- 1) plan čišćenja i dezinfekcije objekata
- 2) plan provođenja osobne higijene
- 3) plan zaštite od štetnika
- 4) plan nadzora pitke vode
- 5) plan edukacije
- 6) plan nadzora mikrobioloških zakonskih kriterija
- 7) plan rukovanja sa sirutkom
- 8) plan evidencija – dnevnik sirane
- 9) sljedivost
- 10) upute za ponašanje u sirani
- 11) upute za čišćenje posuda i pribora
- 12) uputa za dezinfekciju posuda i pribora prije primjene
- 13) tehnološki proizvodni postupak.

Konačno, *Vodič dobre higijenske prakse* treba sadržavati osnovne principe dobre proizvodne prakse u preradi mlijeka u objektu i opis tehnologije proizvodnje pojedinih mlijecnih proizvoda.

## 9.4. Postupak sanitacije objekta i opreme

Program pranja i sanitacije u mljekarstvu je kombinacija toplinskog, kemijskog i mehaničkog tretiranja površina prilikom pranja i sanitacije. Kemijsko tretiranje određeno je koncentracijom kemijski aktivnog sastojka u otopini. Toplinsko tretiranje određeno je intenzitetom zagrijavanja otopine za pranje. Mehaničko tre-

tiranje određeno je mehaničkim četkanjem po površinama koje dolaze u izravan dodir s mlijekom i proizvodima (slika 9.2.).



**Slika 9.2.** Ručno pranje u malim pogonima (fotografija: S. Kalit)

Ostaci koje možemo naći na površinama opreme i objekta su:

- mlječni proteini
- mlječna mast
- mlječni šećer (laktoza)
- minerali
- mikroorganizmi
- ostaci kemijskih pripravaka
- maziva.

Tijekom pranja, proteini i masti netopljivi su u vodi, ali su zato vrlo dobro topljivi u lužinama i deterdžentima, stoga se njihovo otklanjanje provodi tretiranjem površina odgovarajućim otopinama lužina ili deterdženata. Prvo ispiranje mora biti na temperaturama većim od točke topljenja mlječne masti (iznad 40°C).

Mlječni kamenac koji nastaje taloženjem kalcijeva fosfata kod visokih temperature, kao i dio denaturiranih proteina mlijeka, postepeno se taloži na površinama opreme i uzrokuje pojavu bjelkasto-sivkaste površine po opremi. S druge strane, na površinama opreme može se taložiti i voden kamenac koji nastaje kao posljedica taloženja precipitiranog kalcija i magnezija u tvrdoj vodi. Mlječni i voden kamenac predstavljaju poroznu površinu na koju se lako naseljavaju bakterije i štite ih od postupka pranja i sanitacije. Stoga je važno redovito otklanjanje kamenca s površina djelovanjem odgovarajućih otopina kiselina. Za otklanjanje organskih naslaga, vodenog i mlječnog kamenca s površina mljekarske opreme, uključene su sljedeće faze pranja:

1. Predispiranje: otklanjanje zaostale organske tvari ili proizvoda s površina te bilo kojeg u vodi lako topljivog sastojka kao što je mlječni šećer. Koristi se u

- kombinaciji s toplinskim tretmanom – otapanje naslaga radi njihova lakšeg otklanjanja.
2. Čišćenje: radi otklanjanja organskih naslaga koristi se otopina deterdženta i lužine što uvjetuje veću učinkovitost pranja i penetracije u organske naslage. Čišćenje je potrebno provesti svaki put neposredno po završetku proizvodnog procesa.
  3. Tretiranje površina kiselinama u cilju lakšeg otklanjanja mineralnih naslaga po površini opreme. Tretiranje kiselinama provodi se jednom tjedno i to svih površina koji dolaze u dodir s mlijekom i proizvodima (laktofriz, sirarski kotao, kalup, sirarski stol itd.).
  4. Završno ispiranje: primjenjuje se kako bi se otklonila bilo kakva zaostala otopina tvari i ostaci otopine za čišćenje.
  5. Sanitacija: primjenjuje se kako bi se ubile bilo kakve zaostale bakterije po površinama. Sanitacija može slijediti odmah iza čišćenja ako se oprema odmah nastavlja koristiti (nova šarža proizvodnje) ili neposredno prije ponovnog korištenja.

Osim pranja i čišćenja, sanitacija uključuje postupke dezinfekcije, dezinfekcije i deratizacije.

**Dezinfekcija.** Higijena održavanja opreme vrši se primjenom kemijskih sanitacijskih sredstava različitih proizvođača dostupnih na hrvatskom tržištu.

Dezinfekcija se provodi kombinirano primjenom kemijskih sanitacijskih sredstava i fizikalno-vrućom vodom (<83°C) svih površina i opreme koji dolaze u neposredni dodir s mlijekom, sirutkom, sirom i korištenim sirovinama. Priprema otopine dezinficijensa vršit će se prema uputama proizvođača, i nakon provedene sanitacije važno je tretirane površine isprati dovoljno pitkom, zdravstveno ispravnom vodom kako na njima ne bi zaostala kemijska dezinfekcijska sredstva koja bi predstavljala rezidue (inhibitore) u mlijeku za sirenje i remetile normalan proces prerade mlijeka (mlječno-kiselinsku fermentaciju).

**Dezinsekcija** u cilju suzbijanja insekata i prijenosnika zaraznih bolesti i štetnih insekata po sir provodi se mehanički primjenom zaštitnih mreža na prozorima, zračnim zavjesama na ulaznim i izlaznim vratima te postavljanjem insektrona. Kemijsku dezinfekciju prema potrebi provodi ovlaštena osoba. Prilikom dezinfekcije naglasak je stavljen na uništavanje sirne muhe (*Piophilacasei*) fumigacijom.

**Deratizacija** u objektu provodi se sistemski i planski. Deratizacija se provodi kemijski zatrovanim mamcima koji se mogu naći na tržištu s kroničnim djelovanjem (kumulativni rodenticidi s kumulativnim učinkom) na bazi kumarina i klorfacinona. Primjena ovih preparata provodi prema potrebi ovlaštena tvrtka sukladno ugovoru koji subjekt u poslovanju s hranom potpisuje s njom.

## 9.5. Autosterilizacija sira

Mnogobrojna istraživanja mikrobiološke kvalitete tradicionalnih sireva proizvedenih iz sirovog, toplinski neobrađenog mlijeka s područja Mediterana pokazala su da u mladom siru, neposredno po završetku proizvodnog procesa, nalazimo štetne i uvjetno patogene bakterije iz skupina koliformnih bakterija i *Enterobacteriaceae*. Međutim, njihov broj se tijekom zrenja značajno smanjuje (ispod 1 log/g sira) kao posljedica niske pH-vrijednosti sira, malog sadržaja vlage u siru, visokog sadržaja soli i prisutnosti velikog broja pljesni i mezofilnih bakterija. Stoga je važno propisane mikrobiološke analize tradicionalnih sireva proizvedenih iz sirovog mlijeka provoditi po završetku zrenja sira (najranije nakon 60 dana), odnosno kada je sir puno zrelosti spreman za konzumaciju.

## LITERATURA

1. Kalit, S., Havranek, J. (2001): Primjena sanitacijskih sredstava u proizvodnji i preradi mlijeka, *Mljekarstvo*, 51 (3), 197 – 204.
2. Kalit, S. (2010): Higijena i sanitacija, principi sljedivosti i primjena HACCP načela u malim pogonima za proizvodnju sira, *Dvanaesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj*, Zadar, 88 –95.
3. Magdić, V., Kalit, S., Mrkonjić Fuka, M., Skelin, A., Samaržija, D. (2013): A survey on hygienic and physicochemical properties of Istrian cheese, *Mljekarstvo*, 63 (2), 55 – 63.
4. Magdić, V., Pejaković, A., Janeš, P., Kaić, D., Kalit, S. (2014): Vodič dobre higijenske prakse za proizvodnju mliječnih proizvoda na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, *Savez udruga malih sirara RH SirCro*, drugo izmjenjeno i dopunjeno izdanje.
5. Valkaj K., Kalit, S., Tudor Kalit M., Wendorff W. (2013): Hygienic indicators and chemical composition of Prgica Cheese produced from raw and pasteurized milk, *Czech Journal of Food Sciences*, 31 (3), 217– 221.

## NAJNOVIJA DOSTIGNUĆA U PROIZVODNJI SIRA

Bogdan Perko

Za bolje razumijevanje tehnologije i istraživanja u proizvodnji sira potrebno je poznavati vrstu proizvoda i proizvodni proces, koji je usavršavan desetljećima.

Iako se mnoge vrste sira razlikuju po kemijskom sastavu, sir se može definirati kao proizvod koji se dobiva od mlijeka u kojemu je došlo do koagulacije i koncentracije proteina.

Izrada sira može se opisati i kao proces uklanjanja vode, laktaze i dijela mineralnih tvari, kako bi se dobio koncentrat proteina i masti. Obvezni dodaci su: enzimi za koagulaciju – sirilo, mikrobne kulture i sol. Nakon rezanja gruša u veće ili manje komadiće, počinje odvajanje sirutke – uglavnom voda i laktaza, od gruša. Mliječna kiselina, kao produkt aktivnosti mikrobnih kultura potrebna je za daljnje odvajanje sirutke iz gruša, a u širem smislu definira konačan proizvod s obzirom na udio vode, teksturu i okus. Tijekom tog procesa, odvija se niz različitih biohemiskih reakcija koje su više ili manje poznate, pogotovo tijekom zrenja sira.

Tehnološki postupci koji se koriste u sirarstvu poznati su stoljećima, a njihova se bit nije značajno promijenila do današnjih dana. Moderna znanost, razvoj analitičkih postupaka i istraživanja opisali su procese koji se događaju u tehnologiji, ali samu bit nisu promijenili.

Neki povijesni događaji imali su utjecaja i na tehnologiju proizvodnje sira, osobito industrijska revolucija početkom 19. st. Ona je započela masovnu proizvodnju sira, odnosno industrijsku proizvodnju, što je gotovo uništilo tradicionalno umijeće proizvodnje sira.

Nakon Drugoga svjetskog rata, na našem području dolazi do razvoja i centralizacije mljekarske industrije, a samim time i povećane potrošnje sira.

Na početku novog tisućljeća, zahvaljujući entuzijastima, tehnolozima i znanstvenicima dolazi do novog pristupa u proizvodnji sira. Osim toga, povećanje potrošnje također je dovelo do većih zahtjeva u kvaliteti, raznolikosti, prehram-

benoj vrijednosti i posljednje, ali ne i najmanje važno, povratka tradicionalnom siru i tradicionalnoj tehnologiji.

Sirarstvo predstavlja najsloženiji dio mljekarstva. Ono povezuje brojne znanstvene discipline: fiziku, kemiju, biokemiju, biologiju, enzimologiju, mikrobiologiju, matematiku, ekonomiju, marketing, inženjerstvo i informatičke znanosti. S druge strane, sirarstvo predstavlja umjetnost i obrtničku vještina, koja se prenosi s generacije na generaciju, zahvaljujući stoljetnoj tradiciji.

Razvoj sirarstva omogućio je pravilno vođenje procesa fermentacije, kraće trajanje i kontrolu biokemijskih procesa tijekom zrenja sira, a velik je napredak postignut u automatizaciji tehnološkog procesa u tehničkom smislu.

Ukoliko govorimo o najnovijim dostignućima u proizvodnji sira, pažnju moramo usmjeriti na optimiziranje procesa. Ogroman napredak učinjen je u razvoju opreme od prikupljanja mlijeka pa sve do zrenja sira.

Nevjerojatan napredak postigli su proizvođači opreme namijenjene za rezanje, porcioniranje i pakiranje sira, kako s tehnološkog tako i s marketinškog aspekta, po principu „lako je proizvesti kvalitetan sir, ali ga je teško prodati“.

Osnovni zadatak tehnologa u mljekarama jest napraviti dobar sir. No, znamo da je tehnološki proces proizvodnje sira diskontinuirani proces, što znači da se u svakoj „sirarskoj kadi“ vodi zasebna fermentacija, koja nikada nije identična prethodnoj i budućoj, te ovisi o čitavom nizu različitih čimbenika. Tehnologija proizvodnje sira je dugotrajan biokemijski proces koji je potrebno učestalo pratiti i njime upravljati, a često puta javljaju se poteškoće koje rješavaju jedino nova znanja.

## 10.1. Sposobnost mlijeka za sirenje

Sastojci mlijeka moraju imati kemijsko-fizikalna svojstva koja, s jedne strane, omogućavaju grušanje mlijeka, a s druge strane omogućavaju razvoj tehnološko korisnim mikroorganizmima.

Kemijsko-fizikalna svojstva i različiti čimbenici koji utječu na aktivnost mikroorganizama u svježem mlijeku iz zdravog vimena predstavljaju primarnu mogućnost za sirenje mlijeka.

Biološka slika mlijeka tijekom sirenja predstavlja sekundarnu mogućnost.

Obje mogućnosti, primarna i sekundarna, čine ukupnu sposobnost mlijeka za sirenje.

### 10.1.1. Što znači sposobnost mlijeka za sirenje?

Koagulacija mlijeka nakon dodatka sirila i sposobnost nastajanja čvrstog gruša naziva se sposobnošću sirenja mlijeka. Mlijeko koje ima slabo izraženo ovo svojstvo, u usporedbi s normalnim mlijekom, koje se odlikuje dobrim svojstvom si-

renja, ima značajno duže vrijeme sirenja, dobiva se mekan gruš iz kojega se slabo izlučuje sirutka.

Sastojci mlijeka koji su značajni za kemijsko-fizikalna svojstva u proizvodnji sira prvenstveno su proteini, naročito kazein, mineralne tvari, posebice kalcij i fosfor te lakoza. Mlijeko od kojega se proizvodi sir treba sadržavati 3,0 – 3,4 % proteina, 0,117 – 0,125 % kalcija i 0,075 – 0,11 % fosfora. Od toga trećina kalcija i fosfora treba biti u topljivom obliku. Mlijeko sadrži 4,6 % lakoze, koja je značajna za nastajanje kiseline i postupak fermentacije.

Na sirenje negativno utječe:

- herbicidi, insekticidi i druga sredstva koja dolaze u mlijeko kroz probavni sustav životinje ili neizravno;
- ostaci sredstava za čišćenje;
- mastitis: upala vimena uzrokuje promjenu u sekreciji mlijeka. Takvo mlijeko sadrži manje proteina, osobito kazeina, više klorida, manje lakoze, manje suhe tvari i suhe tvari bez masti, čime se smanjuje i količina topljivog kalcija. Također dolazi i do poremećenog odnosa u omjeru kazeina, albumina i globulina.
- antibiotici;
- bakteriofagi: sprječavaju rast i uništavaju mikroorganizme. Oni su naročito opasni za tehnološko korisnu mikrofloru.

## 10.2. Laboratorijska kontrola mlijeka

Kvaliteta sirovog mlijeka u konačnici utječe na kvalitetu sira, te se iz tog razloga prilikom preuzimanja mlijeka u sirani treba provesti kontrola kvalitete.

Preporuča se provesti sljedeće analize mlijeka:

- senzorsko ocjenjivanje
- kiselost (titracijska kiselost kao SH ili pH-vrijednost)
- udio proteina
- udio mlječne masti
- sirišna proba
- mikrobiološke analize
- dokazivanje prisutnosti inhibitora i antibiotika
- kontrola na mastitis.

## 10.3. Prerada mlijeka

### 10.3.1. Pročišćavanje/filtriranje mlijeka

Cijeđenjem/filtriranjem mlijeka uklanjuju se samo vidljive nečistoće koje su slučajno ušle, čime se uklanja i dio mikroorganizama. U mljekarama se mehaničke nečistoće uklanjuju pomoću centrifugalnog separatora – klarifikatora.

### 10.3.2. Toplinska obrada mlijeka

Radi postizanja bolje mikrobiološke kvalitete, mlijeko je potrebno toplinski obraditi – pasterizirati.

Pasterizacija se provodi u sirarskoj kadi na 62 – 65°C / 30 min. Nakon toga, mlijeko je potrebno što brže ohladiti, a koristi se vodovodna voda. Ukoliko se koriste pločasti izmjenjivači topline, zagrijavanje na 65°C je brzo i traje nekoliko sekundi.

Pasterizaciju mlijeka namijenjenog za proizvodnju sira moguće je provesti i na drugim temperaturama, ali onda se provode kombinacije vremenskog trajanja i temperature: tako se koristi 72°C kroz 40 sekundi pa sve do 76°C kroz 15 sekundi.

### 10.3.3. Zrenje mlijeka

U proizvodnji sira potreban je kontroliran rast mikroorganizama u mlijeku što se naziva zrenjem mlijeka.

Mlijeku dobre mikrobiološke kakvoće dodaje se mikrobna kultura.

U praksi se uglavnom koriste dva načina zrenja:

- hladno zrenje: mlijeku se doda 1 – 3 % mikrobne kulture i takvo se mlijeko ostavi preko noći na 10 – 14°C;
- ubrzano zrenje: mlijeku se doda 1 – 3 % mikrobne kulture i na temperaturi sirenja se drži do 1 sat.

Ukoliko se prerađuje sirovo mlijeko, mlijeku večernje mužnje dodaje se nekoliko mL mikrobne kulture na svakih 100 L mlijeka i pri 14 – 18°C ostavi se na zrenju preko noći. Drugi se dan takvom mlijeku dodaje mlijeko jutarnje mužnje uz dodatak 2 – 5 % mikrobne kulture.

### 10.3.4. Standardizacija mlijeka

Standardizacija mlijeka je postupak kojim se u mlijeku namijenjenom za sir regulira udio masti. Sirovo mlijeko sadrži veći udio masti od potrebnog, te se taj udio smanjuje na udio koji odgovara omjeru masti na suhu tvar sira. To se postiže tako da se u sirarskoj kadi izmiješa obrano mlijeko i vrhnje ili miješanje punomasnog i obranog mlijeka.

**Tablica 10.1.** Udio mliječne masti za određenu vrstu sira

Vrsta sira	% masti u suhoj tvari sira	% masti u mlijeku
Vrlo masni	55	3,8 – 4,0
Punomasni	50	3,4 – 3,5
Masni	45	2,9 – 3,1
Tričetvrтmasni	35	2,1 – 2,2
Polumasni	25	1,4 – 1,5
Četvrtmasni	15	0,8 – 0,9
Posni	manje od 15	0,4 – 0,5

## 10.4. Dodaci u mlijeko

### 10.4.1. Sirilo

Za koagulaciju mlijeka u proizvodnji sira koriste se različiti enzimi. Oni pretvaraju kazein u netopljivi kalcijev para-kapa-kazeinat i peptide. Najpoznatiji enzim koji se koristi naziva se sirilo, a to je kimozin. Nekada se u proizvodnji sira koristilo prirodno sirilo, koje se dobivalo na način da se očišćene, osušene i na komadiće izrezane teleće želuce potapalo u mlijeko. Osim enzima, takav pripravak je sadržavao termofilne i mezofilne bakterije mliječne kiseline koje su također koagulirale mlijeko.

Danas koristimo sirilo dobiveno na industrijski način. Telad od kojih se dobiva sirilo prije klanja mora biti hranjena isključivo mlijekom. Iz očišćenih i osušenih želudaca, određenim se postupkom dobiva sirilo u praškastom obliku. Jakost takva sirila je 1 : 100 000, što znači da se jednim dijelom sirila može usiriti 100 000 dijelova mlijeka.

U novije vrijeme, koriste se i proteolitički enzimi izolirani iz mikroorganizama i oni čine grupu mikrobnih sirila.

### 10.4.2. Mikrobne kulture – inokulum

Prije sirenja mlijeka, mlijeku se dodaju odabrane vrste tehnološki korisnih mikroorganizama, tzv. mikrobne kulture ili inokulum. Vrsta i količina dodane mikrobne kulture ovise o načinu proizvodnje i vrsti sira. Ukoliko se mikrobna kultura dodaje sirovom mlijeku, ona mora prerasti prirodnu mikrofloru mlijeka i na pravilan način usmjeriti proces fermentacije.

Kod toplinski obrađenog mlijeka, dodatak mikrobne kulture je obvezan, jer ovi mikroorganizmi moraju zamijeniti mikroorganizme prirodne mikroflore mlijeka.

Glavni zadaci mikrobne kulture:

- proizvodnja kiseline
- razgradnja proteina (proteoliza)
- razgradnja masti (lipoliza)
- tvorba plina i arome
- inhibicija tehnološki štetnih mikroorganizama.

### ***Mezofilne i termofilne mikrobne kulture***

Pravilo u sirarstvu kaže da se za izradu tvrdih sireva koriste termofilne mikrobne kulture, a za polutvrde i meke sireve koriste se mezofilne mikrobne kulture.

#### ***Kiseljenje mlijeka***

U sirarstvu se koristi mikrobna kultura koja stvara kiselinu tijekom zrenja mlijeka. Ona sadrži homofermentativne organizme kao što su *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* i heterofermentativne *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* ili njihovu kombinaciju. Homofermentativni mikroorganizmi odgovorni su za nastanak kiseline, a heterofermentativni uz mlječnu kiselinu, proizvode tvari arome, kao što su diacetil, acetoin i druge.

#### ***Mikrobne kulture za polutvrde i meke sireve***

Ova mikrobna kultura sastoji se od dviju vrsta mikroorganizama: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* i *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, a njihov omjer u inokulumu treba biti 1: 1 ili 1: 2. Mikroorganizmi se uzgajaju u obranom mlijeku, koje ispunjava zahtjeve za uzgoj mikroorganizama, na temperaturi od 30°C / 20 – 24 sata. Mlijeku za sirenje se dodaje 0,5 % ove mikrobne kulture.

#### ***Mikrobne kulture za tvrde sireve***

##### **a) *Mlječno-kisele mikrobne kulture***

Ove mikrobne kulture sastoje se od mikroorganizama *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus helveticus*, koji su potrebni u proizvodnji tvrdih sireva, primjerice Emmentalera. Prvi su značajni za sinerezu, a drugi za formiranje okusa. Dobar inokulum sadrži obje vrste mikroorganizama u omjeru 1: 1.

##### **b) *Kisela sirutka***

Kisela sirutka može služiti kao izvor mikroorganizama u proizvodnji tvrdih

sireva za ribanje. Ona sadrži mlijeko-kisele bakterije, važne za formiranje tvrdih sireva. Važan mikroorganizam je *Lactobacillus helveticus*, ali i prisutnost kvasca *Candida crusei*. Kvasac regulira nastajanje kiseline i služi drugim mikroorganizmima kao izvor proteina i vitamina.

### ***Prirodno sirilo***

Prirodno sirilo ne sadrži samo enzime, već sadrži i mikroorganizme, odnosno djeluje kao mikrobna kultura. Uobičajeni mikroorganizmi sirila su *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus* i *Streptococcus faecalis*. Proizvođači tradicionalnih sireva koriste prirodna sirila (industrijski proizvedena). Ona se pripremaju u bezalbuminskoj sirutki, nakon 24 sata fermentacije, na temperaturi od oko 30°C i kada se dostigne kiselost 30 – 35°SH.

### ***Posebne mikrobne kulture za polutvrde i meke sreve***

#### **a) *Brevibacterium linens***

Ova mikrobna kultura naziva se i kulturom crvenog maza. Dobiva se u specijaliziranim laboratorijima. Ova bakterija živi u alkalnoj sredini i snažan je proteolit. Sudjeluje u sekundarnom zrenju sira. Raste na površini sira, primjerice Romadura, gdje tvori crveni maz.

#### **b) *Bijela pljesan***

Ova se mikrobna kultura ne priprema u mljekarama. Koriste se spore pljesni koje se dodaju u mlijeko ili u sirni gruš prije oblikovanja mekih sireva s bijelom pljesni na površini, primjerice Camembert. Pljesan *Penicillium candidadum* najbolje raste na temperaturi od 15°C. Ova se pljesan užgaja na čvrstoj podlozi. Zrele konidije stare od tri do četiri tjedna čuvaju se u sterilnoj i blagoj otopini soli. U 1 mL suspenzije nalazi se do 30 milijuna konidija. Na 1000 L mlijeka doda se od 100 do 200 mL suspenzije.

#### **c) *Plava pljesan***

Koristi se u proizvodnji sira s pljesni koja se nalazi u sirnom tijestu (Roquefort, Gorgonzola i sl.) Mlijeku se dodaje suspenzija *Penicillium roqueforti* (zelene pljesni) ili *Penicillium gorgonzola* (plave pljesni). Količina pljesni koja se dodaje identična je onoj kod proizvodnje sireva s bijelom pljesni. Na 1000 L mlijeka količina inokuluma iznosi 100 – 200 mL.

## 10.5. Koagulacija mlijeka

Mlijeko možemo koagulirati djelovanjem kiseline, što se naziva kiselinskom koagulacijom ili djelovanjem sirila – slatko grušanje mlijeka.

### 10.5.1. Što je sirenje?

Protein mlijeka kazein glavni je sastojak suhe tvari sira i u mlijeku se nalazi u obliku micela kazeina koje nose negativni električni naboј, te se ne mogu udruživati i ravnomjerno su raspoređene u mlijeku. Dodatkom sirila u mlijeko dolazi do gubitka negativnog naboјa micela kazeina i do formiranja gruša. Djelovanjem elektrostatskih sila i kalcija izdvaja se sirutka, što se naziva sirenjem mlijeka.

### 10.5.2. Protein mlijeka – kazein

Od ukupnih proteina u mlijeku (3,3 %), na kazein otpada 2,8 %, albumin 0,44 % i globulin 0,06 %. U svježem mlijeku kazein se nalazi u obliku micela. Prosječna micela kazeina sadrži 400 – 500 podjedinica submicela. Svaka submicela je kompleks različitih frakcija:  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\kappa$ -kazeina.

Polipeptini lanci povezani su s karboksilnim skupinama i za reakcije su osjetljivi bočni lanci, a kalcij ima značajnu ulogu. Submicele kazeina spajaju se pomoću iona kalcija ili kalcij fosfata čineći tako složenu strukturu, micelu kazeina.

$\kappa$ -kazein može sadržavati 7000 – 10000 polipeptidnih lanaca. Osnovu svakog lanca čine aminokiseline povezane peptidnim vezama. Različitost pojedinih frakcija kazeina prema topljivosti, osjetljivosti na ione kalcija i enzime, pokazuje da je micela izgrađena prema točno određenom principu.

$\kappa$ -kazein okružuje micelu kazeina. Njegov hidrofilni dio, osjetljiv na ione kalcija sadrži glikomakropeptide, usmjerene prema vanjskom dijelu micele, gdje se nalazi slobodna voda (sirutka, serum), hidrofobni za kalcijeve ione, a neosjetljiv dio okrenut je bliže središtu. Hidrofobni  $\alpha$ -kazein i  $\beta$ -kazein grade unutrašnjost micele.

Hidrofilni dio  $\kappa$ -kazeina (glikomakropeptid) formira hidratacijski sloj koji čini kazein topljivim u vodi. Hidratacijski sloj posljedica je ioniziranih karboksilnih skupina u hidrofobnom dijelu  $\kappa$ -kazeina, zato sloj nosi negativni naboј.

Nasuprot negativno nabijenoj površini, kazein sadrži jednak broj pozitivnih i negativnih naboјa.

To dovodi do nastajanja dvostrukog električnog plašta, važnog za koloidnu disperziju kazeina u otopini, odnosno prijelaza između čvrste i vodene faze.

### 10.5.3. Promjene pri sirenju

Koagulacija mlijeka dodatkom sirila kemijsko-fizikalni je proces koji se odvija u trima fazama:

- *Primarna ili enzimska faza*

Sirilo cijepa hidrofilni dio κ-kazeina u hidratnom sloju, čime se gubi negativan električni naboј.

- *Sekundarna ili faza koagulacije*

Kalcijevi ioni omogućavaju povezivanje kazeina u trodimenzionalnu mrežu. Tako nastaje koagulum.

- *Tercijarna faza*

Mliječna kiselina potiče stezanje gruša, što rezultira izdvajanjem sirutke.

### 10.5.4. Kako upravljati sirenjem?

Nakon odabira mlijeka, prilikom procjene njegove sposobnosti sirenja i odgovarajuće toplinske obrade mlijeku se podešava temperatura sirenja.

Ta se temperatura kreće u rasponu 28 – 35°C. Takvu se mlijeku doda inokulum mikroorganizama, prema potrebi kalcij klorid te na kraju sirilo. Količina dodanog sirila ovisi o svojstvima sirovog mlijeka, vrsti sira, temperaturi sirenja i prirodnoj jakosti sirila. Ovisno o vrsti sira i tehnološkom procesu, mlijeko koagulira u roku 30 – 40 minuta.

## 10.6. Obrada gruša

Nastali gruš obrađuje se tako da se dobiju sirna zrna odgovarajuće veličine i da se ukloni višak vlage, odnosno da se omogući odvajanje sirutke.

### 10.6.1. Što je sinereza?

Djelovanjem sirila, mliječne kiseline i temperature počinje stiskanje gruša. Tijekom stiskanja ili skraćivanja polipeptidnih lanaca dolazi do dehydratacije kazeina, pri čemu se izdvaja sirutka.

Sinereza označava brzinu otjecanja te količinu izdvojene sirutke u određenom vremenu. Ona ovisi o svojstvima mlijeka, kiselosti, količini ionskog kalcija, temperaturi i vremenskom trajanju sirenja te načinu obrade gruša.

## 10.6.2. Predsirenje

Kada sirni gruš dostigne određenu čvrstoću, potrebno je ukloniti višak vode, koju nazivamo sirutkom. Stoga se gruš reže na veće ili manje komade i komadiće. Općenito, za tvrde sireve sirna zrna su sitnija, za meke sireve su veća.

## 10.6.3. Dosiravanje (obrada gruša i sirnog zrna)

Sastoji se od dviju faza – ponovnog zagrijavanja i sušenja sirnog zrna. Ova se operacija primjenjuje kod proizvodnje tvrdih i polutvrdih sireva. Ovaj postupak olakšava izdvajanje sirutke.

### **Dogrijavanje**

Sirna zrna griju se na određenu temperaturu što ovisi o vrsti sira. Temperatura dogrijavanja ovisi o kvaliteti mlijeka i gruša, a osobito o dodanoj mikrobnoj kulturi. Mezofili trebaju niže temperature dogrijavanja, dok termofili veće. Okvirno, temperature dogrijavanja kreću se u rasponima 34 – 36°C, 38 – 40°C, 42 – 44°C, u izuzetnim slučajevima do 55°C. Niže temperature dogrijavanja sirnog zrna koriste se za polutvrde sireve, dok se više temperature koriste za tvrde i vrlo tvrde sireve. Srno zrno za meke sireve se ne dogrijava.

### **Sušenje**

Kod određene temperature, zagrijano se sirno zrno suši određeno vrijeme. Trajanje sušenja ovisi o kvaliteti sirnog zrna. Potrebno je doseći odgovarajuću čvrstoću sirnog zrna. Kada se stisne u ruci, sirno zrno trebalo bi formirati valjak. Sirna zrna smatraju se suhim kada se pod pritiskom formira gruda koja se ne raspada, a koja se može ponovo "rastaviti" na sastavna zrna. Potrebno je spriječiti nastanak velikih zrna ili praškastog oblika sira.

## 10.7. Oblikovanje sira

Dovoljno osušeno sirno zrno odvaja se od sirutke i stavlja se u kalupe različitih oblika i veličina koje odgovaraju vrsti sira.

Kod tradicionalne ili industrijske proizvodnje tvrdih sireva, sirno se zrno taloži na dnu sirne kade. Potom, pomoću sirnih krpa rastegnutih na čelične trake, pukupi se po stijenkama i po dnu sirarske kade. Sirni gruš se pomoću sirne krpe vadi, cijedi i prenosi na daljnje oblikovanje.

Mladi sir lako se reže na manje komade, zatim prenosi na daljnje oblikovanje.

U modernim, mehaniziranim sirnim kadama sirno se zrno ispušta ili prenosi

pumpom u perforirane oblike ili predpreše.

## 10.8. Prešanje sira

Primjenjuje se kako bi se dodatno uklonio višak vode – sirutka i oblikovao sir. Samoprešanjem se može ukloniti sirutka koja se nalazi u siru, ali kapilarna voda vezana u siru može iz mladog sira biti uklonjena s povećanjem kiselosti prema načelima sinereze.

Kiselost mladog sira može rasti samo ako smo osigurali da bakterije mlijecne kiseline fermentiraju laktozu u mlijecnu kiselinu.

U pravilu, najduže se provodi prešanje tvrdih sireva i to s većim pritiskom. Za polutvrde sireve pritisak je manji i prešanje traje kraće. Kod mekih sireva provodi se samoprešanje vlastitom težinom. Na početku se primjenjuje manji pritisak koji se postepeno povećava. Okretanjem sira tijekom prešanja omogućava se učinkovito odvajanje sirutke i ravnomjernu raspodjelu vode.

## 10.9. Soljenje sira

Soljenje sira provodi se iz više razloga: radi boljeg okusa, lakšeg i bržeg bubreњa proteina, poprimanja konačnog oblika kore, smanjenja vlage i produljenja trajnosti. Sol djeluje selektivno i na mikroorganizme čime usmjerava zrenje sira.

Soljenje se provodi na tri načina: dodavanje sirni gruš, suho soljenje ili potapanje u salamuru.

Najčešće se primjenjuje soljenje u salamuri. Za pravilno soljenje u salamuri, koju pripremamo u betonskim, plastičnim kombiniranim kadama, važni su sljedeći čimbenici: koncentracija soli između 16 i 22 %, temperatura koja mora biti između 14 i 18°C, kiselost 10 – 25°SH. Trajanje soljenja sira u salamuri ovisi o vrsti i veličini sira te zahtjevima za konačna senzorska svojstva. Primjerice, Camembert se soli 2 – 4 sata, dok soljenje Emmentalera traje 3 – 5 dana.

## 10.10. Zrenje sira

Nakon soljenja, sir se suši i prenosi u zrionu, koja za pravilno zrenje sira ima odgovarajuću temperaturu i relativnu vlažnost zraka. Temperatura u zrioni ovisi o vrsti mikroorganizama koji sudjeluju pri zrenju, ali i o vrsti sira. Temperaturom potičemo odgovarajuće kemijske, biokemijske i fizikalne promjene sirnog tijesta i formiranje svojstvene arome. Ovisno o vrsti sira, ovisi i temperatura zrenja. Meki sirevi zriju na nižim temperaturama, dok tvrdi sirevi zriju pri višim tempe-

raturama. Za većinu sireva temperatura zrenja kreće se između 14 i 18°C, osim nekih izuzetaka, uključujući i Emmentaler. Relativna vlažnost zraka u zrioni varira između 85 i 95 %. Nakon završetka zrenja srevi se čuvaju na nižim temperaturama s ciljem zaustavljanja fermentacije.

#### **10.10.1. Primarno zrenje**

Ova vrsta zrenja svojstvena je za polutvrde i tvrde srevе. Utjecajem indogenih enzima mlijeka, endogenih i eggogenih enzima bakterija mliječne kiseline, kao i sirila dolazi do razgradnje proteina-kazeina. Hidrolizu kazeina kataliziraju proteinaze. Iz kalcij para-kazeinata nastaju proteoze, peptoni, polipeptidi i aminokiseline. Usporedno s razgradnjom proteina dolazi i do razgradnje masti, što je kod primarnog zrenja manje izraženo. Tijekom zrenja formira se sir. Aroma sira opisuje se kao prisutnost ili odsutnost određenih aminokiselina, masnih kiselina, aldehyda, ketona i estera. Okus sira također ovisi o količini mliječne i propionske kiseline te soli.

#### **10.10.2. Sekundarno zrenje**

Ova vrsta zrenja odvija se kod mekih sireva, koji sadrže više vode i više kiseline. Sekundarno zrenje odvija se s površine sira i ide prema unutrašnjosti, razlikuje se od primarnog zrenja, koje se istovremeno odvija u svim dijelovima sira. Nezreli meki srevi imaju kredastu teksturu. Proizvodi sekundarnog zrenja nastaju iz proteina i to aminokiseline, amonijak, metilamini, histidin, ketoni, idacetil, indol i sumporovodik. Kod ovog zrenja također dolazi do razgradnje masti ukoliko sudjeluju pljesni u zrenju. Kao rezultat sekundarnog zrenja nastaju slobodne masne kiseline kao što su kaprinska, kaprilna, laurinska, miristinska, palmitinska i stearinska. Također nastaju i neposredni proizvodi poput glicerina, aldehyda, ketona i estra. Vrsta i količina nastalih proizvoda te njihov omjer utječu na aromu sira.

### **10.11. Njega sira tijekom zrenja**

Polutvrdi i tvrdi srevi s korom, nakon sušenja se odvoze u zrionu na zrenje. Tijekom zrenja, srevi se brišu i okreću. Time oblikujemo koru sira, održava se forma i sprječava intenzivan razvoj pljesni na površini. Njega sira tijekom zrenja zahtijeva različitu opremu, no korištenjem različitih premaza i posebnih folija koji štite površinu sira smanjuje se rad tijekom zrenja sira.

## 10.12. Mane sira

Nepravilnosti koje nastaju tijekom primarnog zrenja sira mogu uzrokovati koliformne bakterije koje stvaraju ugljik-dioksid i vodik. Rezultat toga je nastajanje malih, gusto raspoređenih rupica u prvim satima nakon izrade sira (mogu nastati tijekom prešanja ili salamurenja) ili dan po izradi. Ova se mana manifestira kao nadimanje sira.

*Clostridium tyrobutyricum* uzrokuje kasno nadimanje sira. Ova mana nastaje kod tvrdih sireva u drugoj fazi zrenja. Ova bakterija provodi maslačno-kiselu fermentaciju, laktat se prevodi u maslačnu kiselinu, ugljik-dioksid i vodik.

Nastaju velike količine plina, što dovodi do pojave većih rupica i pukotina u sirnom tjestu i sir se nadima, a tjesto postaje krto. Zbog prisutnosti maslačne kiseline i drugih produkata metabolizma, takav sir ima izuzetno neugodan okus i miris.

Krto, kredasto tjesto sira jest mana nastala zbog povećane kiselosti. Tekstura tjesteta lako puca pod pritiskom ugljik-dioksida ili vodika. Propionsko kisela fermentacija bit će odgođena jer je pH-vrijednost sira preniska.

Žilavo, gumasto, čvrsto tjesto polutvrdih i tvrdih sireva rezultat je nedovoljno provedene mlijeko kisele fermentacije. Kod Emmentalera oči su male, gusto raspoređene. Okus je i dalje nejasan i nije izražen. Ova mana sira može biti uzrokovana prisutnim inhibitorima u mlijeku, antibioticima, bakteriofagima, mastitismom i lošom/neadekvatno hranidbom životinja.

Mekana površina ili tekuće tjesto sira jest mana koja se javlja kod mekih sireva koji sadrže maz ili plijesan na površini. Ova pogreška nastaje kada je sirno tjesto „premekano“, jer nije provedeno pravilno zrenje mlijeka, zbog prevelikih sirnih zrna ili nedovoljne količine soli. Takav sir je na površini mekan, poput vrhnja, a u unutrašnjosti je krt, kredaste strukture, što onemogućava pravilno zrenje.

Razvoj divljih plijesni na površini sira jest mana svojstvena mekim sirevima s plemenitom plijesni koja se razvija na površini sira kao što su Camembert i Brie. Ova mana nastaje tijekom zrenja sira zbog nepravilnog čišćenja i dezinfekcije zrione. Na površini sira razvijaju se divlje plijesni koje prerastaju plemenitu plijesan.

Infekcije sira s divljim plijesnima mogu se javiti u slučajevima prevelika udjela soli u siru te prevelikog gubitka vlage.

## 10.13. Kinetika mikrobnih procesa tijekom zrenja sira

Mehanizmi kojima se mladi sir (svježi sir) pretvara u sir svojstvenog okusa, arome i tekture predmet su brojnih istraživanja već desetljećima. Ipak, za sireve poznajemo procese koji se odvijaju tijekom zrenja. Brojne biokemijske promjene, koje nastaju tijekom zrenja, rezultat su djelovanja sirila, mikrobne kulture, sekundarne mikroflore ili njihovih enzima i autohtonih enzima u mlijeku. Osnova procesa zrenja sira jest mlijeko kisela fermentacija o kojoj u velikoj mjeri ovise

svi drugi mikrobiološki i enzimski procesi.

Proces zrenja usko je povezan i isprepletan s različitim čimbenicima, kao što su pH, količina slobodne vode zaostale u siru, količina i vrsta dodane mikrobne kulture koja se razvija u ili na površini sira, količini dodane soli (NaCl), temperaturi zrenja, vlazi zrione i sl.

U slučaju tvrdih i polutvrđih sireva, odabrani čimbenici utječu na mikroorganizme, nizak pH, visoku koncentraciju mlijecne kiseline, koncentraciju soli u vodenoj fazi (iako koncentracija kod različitih sireva može varirati) i nizak redoks potencijal. Aktivnost vode je između 0,97 i 0,94 kod polutvrđih sireva (Gouda) i nekih tvrdih sireva, kod vrlo tvrdih sireva niža je i od 0,90. Unatoč tome, u siru može djelovati širok spektar različitih mikroorganizama. Uvjeti su nepovoljni za gram-negativne bakterije, no dominiraju gram-pozitivne bakterije, kvasci i pljesni. Meki, nezreli srevi s visokim sadržajem kiseline, kao medij za rast mikroorganizama su identični kiselom mlijeku, tako da uvjeti inhibiraju većinu bakterija selektivno djelujući na kvasce i pljesni. U prvoj fazi uvjeti su slični kod mekih sireva koji zriju na površini sira, no povećanjem pH na površini sira tijekom zrenja omogućava se rast različitih bakterija. Kod nekih vrsta sira koncentracija soli je dovoljna da sprječi rast gram-negativnih bakterija.

Kod mladog sira (svježeg sira), mlijecna kiselina daje okus siru, a nastaje fermentacijom laktoze, dok je aroma sira povezana s metabolizmom citrata. Mlijecno kisela fermentacija jedina je značajna mikrobiološka aktivnost u tim srevima. Mikrobne kulture sastoje se od *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lac. lactis* subsp. *cremoris* i *Lac. lactis* subsp. *lactisbiovar diacetylactis* i/ili *Leuconostoc* spp.

Mlijecno kisela fermentacija važna je i kod zrelih sireva. Utječe na daljnji tijek zrenja sira. Mlijecna kiselina djeluje antimikrobnog, snižava redoks potencijal i pH te stabilizira sir, što osigurava postepeno odvijanje enzimskih reakcija uključujući proteolizui lipolizu. Za sreve poput Gruyèrea i Emmentalera, mlijecna kiselina je supstrat za sekundarnu mikrofloru koju čine bakterije propionske kiseline.

Mikrobiola kultura sadrži prvenstveno bakterije mlijecne kiseline jer se pri obradi gruša takvih sireva koristi relativno visoka temperatura (50 – 55°C). Mikrobiola kultura sastoje se od laktobacila, *Str. thermophilus*, ponekad enterokoka i, u manjoj mjeri, *Lactococcus*. Sekundarnu mikrofloru predstavljaju bakterije propionske kiseline kojih ima dovoljno u mlijeku i siraraskoj opremi (uređajima) i nije ju potrebno dodati. Bakterije propionskog vrenja fermentiraju laktate, nastaje ugljik-dioksid, formiraju se oči, a propionska i octena kiselina zajedno s mlijecnom kiselinom čine aromu Emmentalera. Drugi važan proces koji je značajan za okus sira tijekom zrenja je proteoliza, koja nastaje djelovanjem proteolitičkih enzima mlijeka, normalne mikroflore mlijeka, mikrobiola kulture, osobito laktobacila.

Mlijecno kisela fermentacija značajna je i za rast površinske mikroflore kod mekih i polutvrđih sireva. Prvo se na površini javljaju kvasci koji razgrađuju laktate i podižu pH do neutralnog ili čak alkalnog, te omogućavaju rast drugim mikroorganizmima (*Brevibacterium linens*, *Penicillium* spp. itd.) na površini.

## 10.14. Proteoliza

Proteoliza je hidrolitička razgradnja proteina pod utjecajem proteolitičkih enzima - proteaza. Tipični predstavnici proteolita su: *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporegenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptococcus liquefaciens* i plijesni. Mlijeko kisele bakterije koje se dodaju u proizvodnji također imaju proteolitičku aktivnost koja je vrlo niska u usporedbi s aktivnošću drugih mikroorganizama. Njihovo djelovanje je u mlijeku, a kasnije i u siru.

Proteolizu olakšava velik udio vode, viša temperatura i pH. Optimalna proteoliza značajna je za formiranje teksture sirnog tjestova i okus sira.

## 10.15. Lipoliza

Lipoliza je enzimska razgradnja mlijecne masti. Lipaze razgrađuju mlijecnu mast na masne kiseline i glicerol.

Lipoliza je u manjoj mjeri prisutna u mlijeku. Količina slobodnih masnih kiselina lako se poveća, ukoliko mlijeko sadrži proteolitičke psihrotrofne mikroorganizme, primjerice *Pseudomonas*.

Kod većine mlijecnih proizvoda lipoliza je nepoželjan proces, a poželjan tijekom zrenja svih vrsta sireva. Djelomično je prisutna kod Parmezana, koji je, zbog djelomične razgradnje masti, cijenjen kod potrošača.

Lipoliza uzrokuje neugodne i neželjene promjene mlijecne masti. Prisutnost veće količine kratkolančanih masnih kiselina (kapronske) lako djeluje neugodno, odbojno.

Kao prevencija lipolize, u mlijeku je higijena pri proizvodnji i manipulaciji s mlijekom. Značajni mehanički tretman mlijeka (miješanje, prepumpavanje) oštećuju membranu masne globule. Takva je mlijecna mast dostupnija lipolitičkim enzimima i razgradnji.

## LITERATURA

1. Havranek, J., Kalit, S., Antunac, N., Samaržija, D.: *Sirastvo*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2014.
2. Renčelj, S., Perko, B., Bogataj, J.: Siri nekdaj in zdaj, ČZD Kmečki glas, Ljubljana, 1995.
3. Rogelj, I., Perko, B.: *Mikrobiologija živil živalskega izvora*, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 2003.

## OPREMANJE MINI SIRANE I ZAKONSKA REGULATIVA

Višnja Magdić

Mlijeko i mlječni proizvodi koriste se u prehrani ljudi te je njihova proizvodnja od sirovine do gotovog proizvoda podvragnuta strogim kontrolama i pravilima propisanim od strane Europske unije pa do propisa svake zemlje članice pojedinačno.

Na tržište se može staviti samo namirnica koja zadovoljava sve kriterije zdravstveno ispravnog proizvoda, a odgovornost za to je prvenstveno na proizvođaču. Da bi se sačuvala originalnost proizvoda, ali i zdravlje potrošača, propisana su pravila i o uređenju i opremanju objekata za proizvodnju sira na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG).



Slika 11.1. Mini sirana Jadaneč Čutura, Kusanovec (izvor: Udruga Sirek)



Slika 11.2. Mini sirana OPG Miščević, Josipdol (izvor: Udruga Korni)



**Slika 11.3.** Opremljenost mini sirane na OPG-u (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.4.** Opremljenost mini sirane na OPG-u (izvor: S. Kalit)

## 11.1. Vrste objekata

### 11.1.1. Vrste objekata u Hrvatskoj

Hrvatsko zakonodavstvo regulira proizvodnju mliječnih proizvoda u trima vrstama različitih objekata:

#### **1. Registrirani objekti**

U registriranim objektima proizvodnja se odvija unutar stambenog objekta. Dozvoljena je proizvodnja mliječnih proizvoda samo iz vlastite sirovine i to samo svježeg sira i vrhnja, isključivo od kravlje mlijeka.

Prodaja mliječnih proizvoda proizvedenih u registriranim objektima dozvoljena je u vlastitoj i susjednim županijama, i to na vlastitom gospodarstvu, na tržnicama ili prodajnim izložbama/sajmovima, u ugostiteljskim objektima i trgovinama koje navedene proizvode prodaju izravno krajnjem potrošaču.



**Slika 11.5.** Opremljenost mini sirane na OPG-u (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.6.** Opremljenost mini sirane na OPG-u (izvor: S. Kalit)

#### **2. Objekti odobreni pod posebnim uvjetima**

Objekti odobreni pod posebnim uvjetima podrazumijevaju zaseban objekt s minimalno tri (3) prostorije. Unutar objekata odobrenim pod posebnim uvjetima dozvoljena je proizvodnja svih vrsta mliječnih proizvoda isključivo iz vlastitih

sirovina.

Prodaja mliječnih proizvoda proizvedenih u ovim objektima dozvoljena je izravno krajnjem potrošaču osim neposredno na mjestu proizvodnje i na tržištu cijele Hrvatske, i to na tržnicama ili prodajnim izložbama/sajmovima, u ugostiteljskim objektima i trgovinama koje navedene proizvode prodaju izravno krajnjem potrošaču.

Za sustav praćenja i kontrole unutarnjeg nadzora proizvodnje dovoljna je uporaba smjernica Dobre higijenske prakse (*Vodič dobre higijenske prakse za preradu mliječnih proizvoda na OPG-u*).

### **3. Odobreni objekti**

Odobreni objekti podrazumijevaju zaseban objekt s najvećim zahtjevima za uređenjem i brojem prostorija, a koji ovisi o broju proizvoda i samoj tehnologiji proizvodnje. U ovim je objektima dozvoljena proizvodnja svih vrsta mliječnih proizvoda i iz otkupljenog mlijeka.

Prodaja mliječnih proizvoda proizvedenih u odobrenim objektima dozvoljena je na tržištu EU-a.

Za sustav praćenja i kontrole unutarnjeg nadzora proizvodnje potreban je HACCP elaborat.

Bez posebne registracije dozvoljena je prodaja do 12 000 litara sirovog mlijeka godišnje izravno krajnjem potrošaču, isključivo na mjestu proizvodnje.

#### **11.1.2. Vrste objekata u Sloveniji**

Slovensko zakonodavstvo regulira proizvodnju mliječnih proizvoda u dvjema različitim vrstama objekata:

##### **1. Registrirani objekti**

Registrirani objekt je zasebni objekt u kojem je dozvoljena prerada samo vlastitih sirovina i to do maksimalno 600 litara mlijeka na dan.

Za sustav praćenja i kontrole unutarnjeg nadzora proizvodnje dovoljna je uporaba smjernica *Dobre higijenske prakse* (*Vodič*).

Prodaja mliječnih proizvoda proizvedenih u registriranim objektima, osim neposredno na mjestu proizvodnje izravno krajnjem potrošaču, dozvoljena je i na tržištu cijele Slovenije. Drugim prodajama na malo dozvoljeno je prodati do 25 % ukupne količine proizvoda proizvedenih u registriranim objektima.

##### **2. Odobreni objekti**

Ukoliko se na gospodarstvu prerađuje više od 600 litara dnevno vlastitog mlijeka ili ako se prodaje više od 25 % ukupne količine proizvoda drugim prodajama na malo, tada je obvezna proizvodnja u odobrenim objektima. U odobrenim objektima prerađuje se i otkupljeno mlijeko.

Prodaja mliječnih proizvoda proizvedenih u odobrenim objektima dozvoljena

je na tržištu EU-a.

Za sustav praćenja i kontrole unutarnjeg nadzora proizvodnje potreban je HACCP-a elaborat.

Bez posebne registracije dozvoljena je prodaja do 30 litara sirovog mlijeka dnevno izravno krajnjem potrošaču, isključivo na mjestu proizvodnje.

## 11.2. Uvjeti za objekte

Kako bi proizvod bio higijenski ispravan i što sigurniji za ljudsku prehranu, proizvodnja se treba odvijati u zato uređenim objektima opremljenim primjerenom i kvalitetnom opremom. Opseg proizvodnje, kao i izvor sirovine, odredit će i veličinu objekta, broj prostorija kao i samu opremljenost mini sirane.

Ovdje se govori o mini sirani, jer je to objekt na OPG-u u kojem se prerađuje uglavnom mlijeko iz vlastite proizvodnje. Takav objekt može se urediti u sklopu stambenog objekta, ali sa zasebnim ulazom i bez fizičkog kontakta sa stambenim dijelom kućanstva.

Ulaz u objekt mora biti u odnosu na farmu tako postavljen da nema križanja puteva dopreme sirovine s putevima dopreme hrane za životinje, također se mora osigurati da se ne križaju putevi dopreme sirovine u objekt i putevi gotovog proizvoda. Najjednostavniji način je da je u sirani omogućen odvojen ulaz od izlaza. Ako to nije moguće, tada treba vremenski odvojiti radnje dopreme sirovine, proizvodnje i otpreme gotovog proizvoda.

Površina oko objekta mora biti pokrivena betonom ili asfaltom, a krug ograđen prikladnom ogradom.

Otpad životinjskog podrijetla koji nastaje u proizvodnji treba sakupljati u za to određene zatvorene spremnike, odstranjuvati iz proizvodnih prostorija odnosno prostora nakon završenog rada te osigurati propisan način njegova neškodljivog uklanjanja. Otpadne vode nastale tijekom proizvodnje treba odvoditi izravno u kanalizaciju ili sabirnu jamu.

Površina objekta nije zadana, a ukoliko se gradi zasebni objekt tada njegova visina mora biti minimalno 3 m.



**Slika 11.7.** Ulaz u mini siranu – prodaja proizvoda - zasebno sanitarni čvor (izvor: Udruga Korni)



**Slika 11.8.** Ulaz u mini siranu – prijem mlijeka (izvor: Udruga Korni)



**Slika 11.9.** Mini sirana uređena u već postojećem prostoru (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.10.** Mini sirana uređena u novom prostoru (izvor: V. Magdić)

Objekti moraju imati podove i zidove od materijala koji omogućuje lako čišćenje, pranje i dezinfekciju.

U objektu mora postojati izdvojeni prostor ili ormar za držanje pribora i sredstava za mehaničku i kemijsku sanitaciju.

Za skladištenje materijala za pakiranje (kartonska ambalaža, papir za pakiranje, posude, folije itd.) također mora postojati izdvojeni prostor ili ormar.

Materijal za pakiranje mora biti skladišten na policama ili podmetačima, a razmak od podne površine mora iznositi najmanje 30 cm.

U objektu treba osigurati potrebnu ventilaciju (prirodnu ili umjetnu) te obvezatnu zaštitu od ulaska insekata, glodavaca i neugodnih mirisa.

Objekt odobren pod posebnim uvjetima za preradu mlijeka mora imati prostoriju za sabiranje i čuvanje mlijeka (prijem), prostoriju za proizvodnju sira s opremom za hlađenje i uskladištenje, prostoriju za oblikovanje i cijeđenje te zrenje sira (zrionu), prostor za pakiranje sira te garderobni prostor.

Poželjno je da objekt ima i zasebni sanitarni čvor (u neizravnom kontaktu s prostorijom za prijem mlijeka).



**Slika 11.11.** Prostorija za preradu sira (izvor: S.Kalit)



**Slika 11.12.** Pogled s galerije kroz stakleni zid na prostoriju za preradu sira (izvor: V. Magdić)

## 11.3. Uvjeti za prostorije

### 11.3.1. Uvjeti u prostorijama za prijem i preradu mlijeka

Zidovi i podovi moraju biti izgrađeni od vodootpornog, lakoperivog materijala, svijetle boje, otporni na djelovanje kiselina i lužina. U prostorijama mora biti na raspolaganju higijenski ispravna (ispitana) hladna, topla i vruća ( $>83^{\circ}\text{C}$ ) voda. Na umivaoniku mora biti ugrađen sistem za otvaranje vode bez upotrebe ruku (npr.: pedala, senzorska pipa, poluga za otvaranje slavine laktom). Odvodni sливник za neposredni odvod tehnološke otpadne vode mora biti većeg profila. Rasvjeta u prostorijama treba biti odgovarajuće jakosti, zaštićena od mehaničkog oštećenja. Prozore treba zaštитiti čvrstom mrežom kako bi se spriječio ulazak insekata i glodavaca.



**Slika 11.13.** Prostorija za prijem i čuvanje mlijeka (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.14.** Umivaonik za ruke s mehanizmom za otvaranje slavine koljenom (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.15.** Prostorija za preradu mlijeka (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.16.** Ulaz iz prijema u prostoriju za preradu (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.17.** Prostorija za preradu mlijeka (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.18.** Prostorija za preradu mlijeka (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.19.** Prostorija za preradu mlijeka s otvorom za dostavu sireva koji ne zriju u prostoriju za pakiranje i prodaju (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.20.** Prozorčić za pogled u prostoriju za preradu iz prostorije za prodaju (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.21.** Obvezna mrežica na prozoru (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.22.** Odvodni slivnik većeg profila (izvor: V. Magdić)

### 11.3.2. Uvjeti u prostoriji za zrenje i pakiranje sira

Zidovi u prostoriji za zrenje i pakiranje sira trebaju biti obloženi betonsko-vapnenom žbukom i bijelo premazani, a pod presvučen betonskom glazurom. Prostorija treba imati minimalnu osvijetljenost te je potrebno u njoj osigurati adekvatno strujanje zraka (prirodnom ili umjetnom ventilacijom). Adekvatnom klimatizacijom treba osigurati optimalnu mikroklimu.

Za zrenje sireva najbolje su drvene police od bukve ili graba.

Treba osigurati neposrednu komunikaciju s prostorijom za preradu i, ukoliko je moguće, zaseban izlaz gotovih proizvoda (ili osigurati da se putevi sirovine i gotovih proizvoda ne križaju – vremenski odvojene radnje).

Ukoliko ne postoji zasebna prostorija za pakiranje sira, utoliko u prostoriji za zrenje treba postaviti stol za pakiranje s ormarićem za ambalažu.



**Slika 11.23.** Prostorija za zrenje sireva  
(izvor: V. Magdić)



**Slika 11.24.** Prostorija za zrenje sireva  
(izvor: V. Magdić)



**Slika 11.25.** Prostorija za zrenje sireva  
(izvor: V. Magdić)



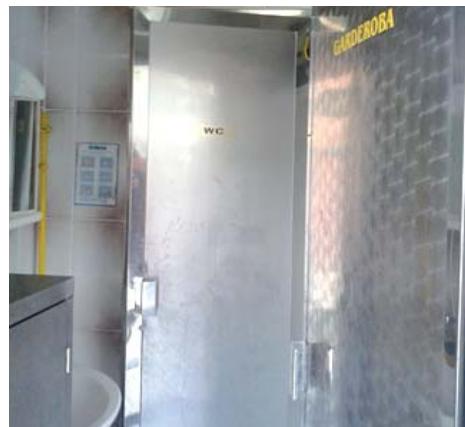
**Slika 11.26.** Kompjutorizirane zrone  
(izvor: V. Magdić)

### 11.3.3. Garderoba

Garderoba može biti zasebna prostorija, a u manjim je siranama dovoljno da blizu ulaza postoji prostor za smještaj dvaju zasebnih ormarića: ormarić za vanjsku odjeću i obuću i ormarić za radnu odjeću i obuću. Visina ormarića treba biti do stropa ili ukoliko su niži onda gornja površina treba biti postavljena pod kosim kutom (da se ne sakuplja prašina).



**Slika 11.27.** Garderobni ormarići s kosom gornjom plohom (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.28.** Ulaz u garderobu (izvor: V. Magdić)

### 11.3.4. Sanitarni čvor

Sanitarni čvor treba fizički biti odvojen od radnog dijela sirane. Ako se sirana nalazi u sklopu ili neposrednoj blizini stambenog objekta, a u njoj rade članovi domaćinstva, moguće je korištenje sanitarnog čvora u stambenom objektu, ali uz prethodnu promjenu radne odjeće i obuće.

## 11.4. Oprema u mini sirani

Oprema treba biti izrađena od materijala koji ne utječu štetno na proizvod, koji odgovara tehnologiji proizvodnje i koji se može lako čistiti, prati i dezinficirati.



**Slika 11.29.** Dobro opremljena mala sirana (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.30.** Opremljenost površinski veće mini sirane (izvor: V. Magdić)

### 11.4.1. Osnovna oprema u sirani

#### Laktofriz

Laktofriz je uređaj namijenjen za čuvanje i hlađenje mlijeka na  $4^{\circ}\text{C}$  s automatskom miješalicom. Preporuka je da se u laktofrizu čuva mlijeko od maksimalno tri mužnje. Ukoliko se mlijeko prerađuje unutar 2 sata od mužnje, laktofriz nije potreban.



**Slike 11.31. i 11.32.** Laktofrizi različitih proizvođača (izvor: S. Kalit)



**Slika 11.33.** Sirarski kotao u radnom pogonu (izvor: S. Kalit)



**Slika 11.34.** Unutrašnjost kotla sa sirarskom harfom (izvor: V. Magdić)

### ***Sirarski kotao (duplikator)***

Siraski kotao izrađen je od inox materijala, a može biti različitog kapaciteta, forme i tehničke izvedbe. Njegove duple stijenke ispunjene su vodom ili uljem čija se toplina prenosi na unutarnju stijenku te zagrijavaju mlijeko. Grijaci rade pomoću električne energije ili plina, a moguće je spajanje kotla i na kotlovnici. Moderniji i skuplji sirarski kotlovi opremljeni su i termostatom, a mogu se koristiti i kao pasterizatori ako se spoje na banku hladne vode (koja se postavlja izvan siane zbog bučnog rada). Skuplje izvedbe sirarskog kotla imaju i mogućnost automatskog miješanja pomoću sirarske harfe.

Kod manje količine mlijeka za preradu moguće je korištenje veće posude (lonca) za sirenje s plinskim plamenikom na postolju. Pritom bi bilo dobro da plinska boca bude izvan prostorije u kojoj se prerađuje sir.



**Slika 11.35.** Lonac za sirenje na plinskem postolju (izvor: S. Kalit)



**Slika 11.36.** Sirarska harfa (izvor: S. Kalit)

### ***Radni stol***

Radni stol može postojati u različitim izvedbama (obični, pokretni s kotačima, s dodatnim policama), ovisno o potrebama u sirani.



**Slika 11.37.** Radni stol (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.38.** Sudoper s ormarićem (izvor: V. Magdić)

### ***Sudoper s ormarićem za kemijska sredstva***

Sudoper treba imati dva korita. Ako je moguće, u sklopu sudopera trebalo bi smjestiti ormarić za kemijska sredstva koji mora biti pod ključem. Ukoliko nema takve mogućnosti, utoliko je potrebno osigurati zaseban ormarić, nevezano uz sudoper, s mogućnošću zaključavanja.

Dobro je na pipu priključiti i tuš na izvlačenje kako bi bili dostupni svi kutovi sudoperskog korita i kako bi se olakšao rad prilikom pranja.

### ***Preše za sir***

Preše za sir mogu biti različitih izvedbi (na vijak, s polugom, hidrauličke). Ukoliko se proizvodi sir samoprešanjem, utoliko preše nisu potrebne.



**Slika 11.39.** Preše na vijak (izvor: S. Kalit)



**Slika 11.40.** Preše s polugom (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.41.** Pneumatska preša (izvor: V. Magdić)

### **Kalupi za sir**

Kalupa za sir ima različitih veličina i izvedbi, ovisno o tehnologiji proizvodnje (plastični, čelični, s mikroporama).



**Slika 11.42.** Kalupi za samoprešanje  
(izvor: S. Kalit)



**Slika 11.43.** Trodijelni kalupi za prešu  
(izvor: V. Magdić)

### **Polica za cijeđenje i čuvanje kalupa**

Policu je najbolje postaviti iznad sudopera.

### **Uredaj za hlađenje i izlaganje proizvoda**

Postoje uređaji različitih izvedbi i kapaciteta, uglavnom djelomično staklenih površina (ili od pleksiglasa) kako bi se što bolje izložio proizvod. Dva su osnovna oblika izvedbi: vertikalni ili horizontalni hladnjaci/vitrine.



**Slika 11.44.** Vertikalna vitrina (izvor: A. Pejaković)



**Slika 11.45.** Različite vitrine s horizontalnom u prvom planu (izvor: V. Magdić)

### **Klima-uređaj u zrioni**

Klima-uređaj osigurava optimalnu mikroklimu u zrioni, a može biti jednostavni uređaj ili moderniji i skuplji sustav mirnog hlađenja.



**Slika 11.46.** Klima-uređaj (izvor: S. Kalit)



**Slika 11.47.** Posuda za kruti otpad (izvor: S. Kalit)

### **Posuda za kruti otpad**

Posude za kruti otpad različitih su izvedbi i kapaciteta, te obvezno moraju sadržavati poklopac.

#### **11.4.2. Dodatna oprema**

S obzirom na vrstu i obujam proizvodnje, u mini sirani moguće je imati i više radnih stolova, banja-mariju (topla kupka), banku hladne vode, predprešu, posudu za salamurenje, stroj za pranje kalupa, stroj za pranje sirnih marama te ovlaživač zraka.

Od instrumenata, u mini sirani neophodan je termometar, a ukoliko se u proizvodnji koristi salamura, utoliko je potreban i bomeometar (aerometar) za kontrolu koncentracije soli. Dobro bi bilo nabaviti i pH metar. Danas na tržištu postoje i varijante koje su dostupne i sirarima s manjim kapacitetom proizvodnje.



**Slika 11.48.** Posuda za salamurenje sira (izvor: S. Kalit)

## 11.5. Prodaja sira

Ukoliko se na gospodarstvu prodaje sir, utoliko je potrebna i prostorija za prodaju sira.

Najbolje je ovu prostoriju vezati uz izlaz iz zrione. Ukoliko se na gospodarstvu proizvode mlijecni proizvodi koji ne zriju, potrebno je napraviti komunikaciju s prostorom prerade (prozor koji se otvara samo prilikom dostave proizvoda).

U prostoriji bi svakako trebao postojati sudoper ili umivaonik za pranje ruku s toplo vodom.

### 11.5.1. Oprema u prodavaonici

Prodavaonica bi trebala biti opremljena radnim stolom za pakiranje, vaku-mirkom, vagom, rashladnom vitrinom za čuvanje i izlaganje mlijecnih proizvoda te ormarićem za pakirnu ambalažu.



**Slika 11.49.** Prostorija za pakiranje i prodaju sira (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.50.** Prostorija za pakiranje s vakumirkom (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.51.** Prostorija za prodaju sira (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.52.** Prostorija za prodaju sira (izvor: V. Magdić)

Ukoliko gospodarstvo teži i razvoju seoskog turizma, bilo bi dobro razmišljati o kušaonici sira kao zasebnom prostoru te o mogućnostima dodatnih i specijalnih sadržaja koje mogu pružiti samo proizvođači sira.



**Slika 11.53.** Prostorija za prodaju i kušanje sira (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.54.** Degustacijski stol s paletom proizvoda (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.55.** Kuhinja u sklopu kušaonice sira (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.56.** Wellness ponuda u sklopu sirane (izvor: V. Magdić)



**Slika 11.55.** Degustacijska dvorana (izvor: V. Magdić)

## 11.6. Zakonska regulativa

Zakonske mjere koje reguliraju proizvodnju sira na poljoprivrednim gospodarstvima Republike Hrvatske i Republike Slovenije propisane su zakonima, uredbama i pravilnicima.

Pored osnovnog Zakona o hrani, ostali zakoni, uredbe i pravilnici reguliraju kompletan proces od dobivanja sirovine na samoj farmi pa do prerade proizvoda u adekvatnim objektima te stavljanja gotovog proizvoda na tržiste, s ciljem dobivanja higijenski i mikrobiološki ispravnog te pravilno deklariranog proizvoda, a na zadovoljstvo potrošača.

Najvažniji propisi koji reguliraju način registriranja i odobravanja objekata u Republici Hrvatskoj:

- Pravilnik o vođenju upisnika registriranih i odobrenih objekata te o postupcima registriranja i odobravanja objekata u poslovanju s hranom (NN, 125/08, 55/09, 130/10)
- Pravilnik o posebnim uvjetima za objekte u poslovanju s hranom životinjskog podrijetla koji se odobravaju pod posebnim uvjetima (NN, 15/10, 133/10).

Najvažniji propisi koji reguliraju način registriranja i odobravanja objekata u Republici Sloveniji:

- Uradni list RS, št. 93/2001 – Pravilnik o sanitarno-zdravstvenih pogojih za predelavo živil rastlinskega izvora kot dopolnilno dejavnost na kmetiji
- Uradni list RS, št. 51/2006 – Pravilnik o obratih na području živil živalskega izvora
- Uradni list RS, št. 66/2007 – Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratih na području živil živalskega izvora.

## LITERATURA

1. Magdić, V., Pejaković, A., Janeš, P., Kaić, D., Kalit, S. (2014): *Vodič dobre higijenske prakse za proizvođače mlijekočnih proizvoda na OPG-u*, Savez udruga malih sirara RH "SirCro", Zagreb.
2. Zakon o hrani, *Narodne novine*, broj 81/13 i 14/14.
3. Pravilnik o vođenju upisnika registriranih i odobrenih objekata te o postupcima registriranja i odobravanja objekata u poslovanju s hranom, *Narodne novine*, br. 125/08, 55/09 i 130/10.

4. Pravilnik o posebnim uvjetima za objekte u poslovanju s hranom životinjskog podrijetla koji se odobravaju pod posebnim uvjetima, *Narodne novine*, br. 15/10 i 133/10.
5. *Uradni list RS*, št. 93/2001 – Pravilnik o sanitarno-zdravstvenih pogojih za predelavo živil rastlinskega izvora kot dopolnilno dejavnost na kmetiji.
6. *Uradni list RS*, št. 51/2006 – Pravilnik o obratih na področju živil živalskega izvora.
7. *Uradni list RS*, št. 66/2007 – Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratih na področju živil živalskega izvora.

## SLJEDIVOST I KONTROLA KVALITETE SIRA

Irena Barukčić

### 12.1. Zakonodavni okvir

Kontrola kvalitete sireva izrazito je važna ne samo za proizvođača, već i za potrošače. Osim što pruža dokaz o udovoljavanju (ili ne udovoljavanju) zakonski postavljenim kriterijima, također je i siguran i jedini put do izgradnje korektnog i dugovječnog odnosa temeljenog na povjerenju između proizvođača i potrošača. S pojavom principa „od polja do stola“ (engl. *from farm to fork*) pojavio se i pojam sljedivosti. S obzirom na to da sve članice Europske unije svoje nacionalne propise usklađuju prema Europskom zakonu o hrani (Uredba EU 178/2002), tako članak 28. ovog krovnog dokumenta obvezuje sve subjekte u poslovanju s hranom i u Republici Hrvatskoj te Sloveniji na uspostavljanje sustava sljedivosti. Prva inačica novog Zakona o hrani objavljena je 2003. godine (NN 17/03), koji je 4 godine poslije (NN 46/07) ponovo izdan, a u 2013. godini je na snagu stupio novi Zakon o hrani (NN 81/13) koji je u potpunosti usklađen sa svim regulativama EU-a.

Uvođenje novog Zakona o hrani kao i principa „od polja do stola“ kao njegova sastavnog dijela i svojevrsne baze, rezultirali su potpunim preokretom u sustavu osiguravanja kvalitete, zdravstvene ispravnosti i monitoringa prehrambenih proizvoda. Pri tome je sva odgovornost za navedene stavke stavljena na subjekte u poslovanju s hranom, koji u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije pod njihovom kontrolom, moraju osigurati da hrana udovoljava propisima o hrani koji su od važnosti za njihovo poslovanje i moraju to moći dokazati.

S druge strane, nadležno tijelo (Ministarstvo poljoprivrede) odgovorno je za provođenje propisa i potvrđivanje da su svi zahtjevi ispunjeni od strane subjekata u poslovanju s hranom, kao i za kaznene odredbe u slučaju kršenja odredbi, a koje moraju biti učinkovite, primjerene te imati preventivni učinak. Međutim, i subjekti u poslovanju s hranom kao i nadležna tijela usmjereni su k istom cilju – da hrana neće našteti zdravlju potrošača ukoliko je pripremljena ili upotrijebljena u skladu sa svojom namjenom. Pri tome je težnja bila učiniti zakonodavni okvir

fleksibilnijim pa postojeći propisi više ne diktiraju decdirano načine kako udovoljiti postavljenim kriterijima, već odgovornost za sigurnost hrane prepuštaju subjektima u poslovanju s hranom, obvezujući ih na primjenu odgovarajućih alata – analize rizika i sustava sljedivosti. Također, namjera je u potpunosti primijeniti novi, integrirani pristup u kojem se u obzir uzimaju i štite interesi potrošača, te je novim zakonom, primjerice, obvezna i uspostava procedure za povlačenje proizvoda, a sve radnje moraju biti maksimalno transparentne. Ne manje važna je također činjenica da se jedino ispunjavanjem svih postavljenih uvjeta može postići slobodno kretanje hrane među državama članicama.

## 12.2. Sljedivost

### 12.2.1. Definicija

Pojam sljedivosti (engl. *traceability*) važan je element u proizvodnji hrane, a povezuje se s identificiranjem proizvoda, praćenjem podrijetla materijala i sirovina te povijesnim praćenjem procesa proizvodnje, prerade, distribucije i prodaje. Sustavi sljedivosti danas su neizostavni dijelovi mehanizama za upravljanje sigurnošću i kvalitetom hrane.

Sukladno nacionalnom Zakonu o hrani (NN 83/13) te članku 18. Europskog zakona o hrani (EC 178/2002), subjekti u poslovanju s hranom dužni su uspostaviti sljedivost kako bi mogli ciljano i precizno povući hranu s tržišta, odnosno informirati potrošače i nadzorne službenike da se na taj način izbjegne mogućnost nepotrebnih smetnji ukoliko se pojave problemi u vezi sa sigurnošću hrane.

Pri tome se sama *sljedivost* definira kao mogućnost uloženja u trag hrani, hrani za životinje, životinjama koje se koriste za proizvodnju hrane ili tvari koja je namijenjena ugrađivanju ili se očekuje da će biti ugrađena u hranu ili hranu za životinje, kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije. Pri tome je konkretna odgovornost na svakom subjektu u poslovanju s hranom (SUPH) da mora moći identificirati i dokumentirati podatke o svom proizvodu po principu „jedan korak naprijed i jedan korak nazad“ u lancu hrane. Drugim riječima, sljedivost koju SUPH uspostavlja, mora osigurati pristup i podacima koji su vezani na njegove dobavljače kao i na direktnе kupce odnosno distributere. Stoga razlikujemo nekoliko vrsta sljedivosti, koje jedan SUPH mora imati uspostavljeno, ovisno o području primjene:

- **Sljedivost prema dobavljačima** (sljedivost prema dobavljačima sirovina, pomoćnog materijala, ambalaže i dodataka hrani);
- **Interna sljedivost** (sljedivost sirovina, poluproizvoda, ambalaže i pomoćnih materijala unutar SUPH);
- **Sljedivost prema korisniku/kupcu** (sljedivost hrane do kupca/korisnika).

Iako su sljedivost i sustav upravljanja sigurnošću hranom temeljen na HACCP-u (podrazumijeva analizu i identifikaciju potencijalnih rizika te nadzor kritičnih kontrolnih točaka u određenom proizvodnom procesu), zasebni kriteriji važećeg Zakona o hrani zapravo su usko vezani i u praksi teško idu jedan bez drugog. Naime, potrebni podaci trebali bi slijediti (gdje je to potrebno) proizvod, sirovinu i/ili materijal za pakiranje kroz proces proizvodnje/prerade te informacije koje trebaju pratiti pojedinu pošiljku do korisnika/kupca. Svi ti podaci obično su sadržani u odgovarajućim zapisima koji dokazuju nadzor nad svim važnim fazama proizvodnje/prerade kao što je, primjerice, nadzor nad prijemom zdravstveno ispravnih i sigurnih sirovina koje ulaze u proizvodni proces, nadzor nad specifičnim operacijama prilikom prerade poput primijenjenih temperaturnih režima, nadzor nad uvjetima skladištenja i/ili transporta itd. Uspostava nadzora nad procesima kao i uspostava odgovarajuće dokumentacije koja to dokazuje, temeljni su principi HACCP-a. Upravo je iz tog razloga sljedivost najčešće uspostavljena u okviru HACCP-a, budući da se na taj način jednostavnije i istovremeno zadovoljavaju dva zahtjeva Zakona o hrani, a i izbjegava se nagomilavanje dokumentacije.

Međutim, ovisno o vrsti djelatnosti, subjekti u poslovanju dužni su uspostaviti određene segmente propisane sljedivosti. Tako su, primjerice, ugostitelji dužni uspostaviti samo sljedivost prema dobavljačima, dok su mali proizvođači dužni uspostaviti sljedivost i prema dobavljaču i prema kupcima.

### **12.2.2. Zahtjevi za sljedivost**

Provedbena Uredba EU 931/2011 definira minimalne zahtjeve za sljedivost koje moraju osigurati proizvođači hrane životinjskog podrijetla u zemljama članicama EU-a, a u koje se ubrajaju i prerađivači mlijeka, odnosno proizvođači sira. Obveza poštivanja te uredbe naložena je i hrvatskim nacionalnim Zakonom o hrani (NN 81/2013).

Tako, svaka pošiljka hrane životinjskog podrijetla u okviru sljedivosti mora biti popraćena sljedećim informacijama:

- točan opis hrane/namirnice
- volumen ili količina hrane/namirnice
- naziv i adresa subjekta u poslovanju s hranom od kojeg se otprema hrana
- naziv i adresu pošiljatelja (vlasnika) ako je različit od subjekta u poslovanju s hranom od kojega se otprema (tj. ako postoji posrednik poput distributera)
- naziv i adresu subjekta u poslovanju s hranom kojem se otprema
- naziv i adresu primatelja (vlasnika) ako je različit od subjekta u poslovanju s hranom kojemu se otprema
- referencu kojom se identificira partija, serija ili pošiljka (npr. lot broj ili serija)
- datum otpreme.

Uz te informacije, nadležno tijelo može tražiti na uvid i ostale evidencije i zapise, koje su propisane drugim zakonskim i podzakonskim aktima. Također, propisano je da se sve navedene informacije ažuriraju na dnevnoj bazi, a odgovarajući zapisi i evidencije čuvaju kako bi bili dostupni najmanje do trenutka u kojem se može opravdano zaključiti da je hrana konzumirana (do isteka roka trajanja) (Uredba EU 931/2011). Sve to je jedino moguće u sklopu HACCP-a ili sličnog sustava.

#### **a) Sljedivost prema dobavljaču**

Sigurnost za uporabu i kvaliteta krajnjeg proizvoda direktno ovise o sirovinama koje ulaze u određeni proizvodni proces te o postupcima primjenjenim tijekom prerade tih sirovina. Stoga je nužno imati nadzor, a time i proceduru za sljedivost prema dobavljačima, a koji osiguravaju osnovne informacije o zaprimljenim sirovinama, uključujući ambalažu.

Prema iskustvenim primjerima iz prakse, funkcionalna sljedivost prema dobavljačima uključuje prikupljanje dokumentacije za sve isporuke te vođenje i pohranu odgovarajućih zapisa koji sadrže sljedeće podatke:

- naziv dobavljača
- adresa dobavljača
- priroda i opis zaprimljene pošiljke
- oznake od strane dobavljača (ako su prisutne na pošiljci)
- datum isporuke
- potvrda o preuzimanju
- podatak o količini (broj i/ili masa)
- podaci o masi pojedinačnog pakiranja
- oznaka serije/lota – ukoliko postoji
- podaci o transportnom sredstvu
- zapis o provedenoj kontroli kvalitete zaprimljenih proizvoda (ukoliko postoji). Ukoliko subjekt u poslovanju s hranom ne provodi sam analize kvalitete zaprimljenih sirovina, preporučljivo je od dobavljača zahtijevati periodične potvrde o provedenoj analizi kvalitete/zdravstvene ispravnosti proizvoda koje dostavljaju.

#### **b) Sljedivost prema kupcu**

Ova vrsta sljedivosti podrazumijeva da svaki subjekt u poslovanju s hranom mora osigurati ulaženje u trag proizvodima isporučenim svom kupcu – bilo da se radi o distributeru ili maloprodajnom subjektu.

Preporuke za osiguranje sljedivosti prema kupcu podrazumijevaju pohranu sljedećih podataka:

- popis kupaca, vrsta proizvoda koju kupuju, podaci za kontakt i prirodu njihove potrebe

hova poslovanja. Ovi popisi trebaju biti redovno ažurirani;

- preporuča se da svaku isporuku prati bilo kakva popratna dokumentacija koja povezuje kupca s isporukom, a sadrži podatke potrebne za uspostavu sljedivosti kao što su, primjerice, ime i adresa kupca te podaci za kontakt, ili pak, ime i adresa te kontakt tvrtke koja obavlja distribuciju;
- oznaka vozila kojim je isporuka transportirana
- datum isporuke ili otpreme
- popis proizvoda u isporuci popraćenih podacima o svakom proizvodu u pošiljci (npr. naziv, vrsta i opis proizvoda, oznaka sljedivosti, broj pakiranja, broj jediničnih pakiranja).

Također, ukoliko je dostava pošiljke proizvoda u nadležnosti subjekta u poslovanju s hranom, znači konkretno proizvođača sira, preporučljivo je voditi zapise o nadzoru temperaturnog režima prilikom transporta, pogotovo ukoliko se radi o osjetljivijim proizvodima poput svježeg sira, vrhnja i slično, koji ne toleriraju temperature iznad 6°C. Takve je zapise također potrebno čuvati do trenutka kad se pretpostavlja da su dotični proizvodi već konzumirani ili će uskoro biti konzumirani.

### c) *Interna sljedivost*

Svaki proizvođač trebao bi uspostaviti sustav interne sljedivosti koji će osigurati identifikaciju svih sastojaka korištenih u proizvodnji, kao i materijala za pakiranje. Pri tom se pod identifikacijom podrazumijeva mogućnost prepoznavanja proizvoda, a u svrhu uklanjanja mogućnosti njegove krive uporabe ili distribucije proizvoda. Osim toga, na taj se način i kupcu daje informacija što određeni proizvod točno sadrži i kako s njim postupati.

Nekoliko je osnovnih zahtjeva koje je potrebno ispuniti kako bi se osigurala interna sljedivost, a to su:

- definiranje lota ili serije
- dodjela jedinstvene oznake lota/serije koja treba biti označena na svakoj prodajnoj jedinici proizvoda (osim ako je isti takve veličine da ne dozvoljava primjenu), te na internim zapisima (npr. zapisi o čuvanju određene šarže proizvoda u skladištu, zapisi o transportu do kupca) u koje je uključena proizvodna serija/lot
- uspostava oznaka koje osiguravaju sljedivost (npr. skladišne oznake, oznake lota, oznake s prijašnjih pakiranja i sl.) materijala koji se koriste u proizvodnji, trebale bi biti evidentirane kroz proizvodnu dokumentaciju na način da osiguraju poveznicu s oznakom pošiljke, lota ili serije gotovog proizvoda.

Kako bi se ti zahtjevi ispunili, zapisi vezani za internu sljedivost moraju sadržavati podatke kao što su:

- naziv proizvoda
- oznaka serije/lot-a
- datum proizvodnje, a gdje je moguće, vrijeme početka i vrijeme završetka proizvodnje
- podatak o jediničnom pakiranju (volumen ili neto masa, način pakiranja...)
- broj jediničnih pakiranja
- povezivanje oznake serije gotovog proizvoda sa serijama ulaznih materijala i ambalaže koji su korišteni pri izradi gotovog proizvoda (npr. povezivanje s bilo kakvim zapisima za praćenje procesa proizvodnje, radnim nalozima, zapisima kontrole i sl.)
- postupci kontrole kvalitete (ukoliko postoje) koju provode stručni i/ili odgovorni djelatnici (npr. sva provedena analitička ispitivanja bilo u internom laboratoriju ili od strane vanjskih laboratorijskih).

Vrlo često se postavlja pitanje kako definirati što je jedan lot ili serija, pogotovo kad su u pitanju proizvodi u rasutom stanju poput, primjerice, mlijeka, ili pak svježeg sira ili vrhnja koji se prodaju u rinfuzi. Prema nekim općim preporukama, za proizvode u rinfuzi, serija/lot se mogu definirati putem vremenski određenih parametara, kao što je, primjerice, datum proizvodnje ili rok trajanja. Za sve ostale vrste proizvoda, serija ili lot odnose se na svaku pojedinu proizvodnju.

#### **d) Interni zapisi i ostala dokumentacija**

Propisi o hrani ne definiraju minimalno razdoblje čuvanja zapisa o sljedivosti niti zapisa u sklopu sustava upravljanja sigurnošću hranom. Međutim, praksa je da se poslovna dokumentacija čuva tijekom 5 godina od datuma proizvodnje.

Međutim, tu se praksu u nekim slučajevima može i prilagoditi:

- za proizvode koji imaju rok trajanja dulji od 5 godina, zapise treba čuvati kroz cijeli rok trajanja proizvoda i dodatnih 6 mjeseci;
- za lako pokvarljive proizvode, s rokom trajanja kraćim od tri mjeseca, a namijenjeni za izravnu konzumaciju, zapise treba čuvati tijekom 6 mjeseci nakon datuma proizvodnje ili isporuke.

#### **12.2.3. Što kad imamo sljedivost?**

Nakon što se sustav sljedivosti uspostavi, potrebno ga je održavati i provjeravati kako bi se osigurala njegova funkcionalnost. Stoga je preporučljivo bar jednom godišnje provesti provjeru vode li se i čuvaju predviđeni zapisi i evidencije, te bi valjalo isprobati na nekoliko različitih proizvoda funkcionira li sljedivost prema dobavljačima i prema kupcima.

U slučaju da se ustanovi kako određeni proizvod ili lot/serija nisu ispravni i ne bi smjeli biti konzumirani, potrebno je sve takve proizvode vratiti iz kanala distri-

bucije/prodaje, odnosno potrebno je pokrenuti proceduru opoziva ili proceduru povlačenja. Pri tome je povlačenje uklanjanje zdravstveno neispravne hrane s tržišta uključujući povlačenje iz maloprodaje. Povlačenje se provodi kada se utvrdi da je hrana zdravstveno neispravna te je u potpunosti u lancu distribucije, ali nije došla do krajnjeg potrošača. S druge strane, opoziv podrazumijeva uklanjanje zdravstveno neispravne hrane s tržišta koja je distribuirana do krajnjeg potrošača, te, stoga, uključuje komunikaciju s potrošačima.

Dakle, nužno je imati uspostavljene i te dvije procedure koje su nerazdvojive od samog sustava sljedivosti.

#### **12.2.4. Praktična primjena u sirarstvu**

Najjednostavniji proces u proizvodnji sira obuhvaća iduće korake:

- prijem mlijeka
- skladištenje u tankovima
- pasterizacija
- dodavanje sirila i/ili starter kulture
- podsiravanje
- ocjeđivanje sirutke
- oblikovanje i soljenje gruša
- pakiranje.

Tipični koraci kod kojih dolazi do izuzimanja informacija za sljedivost, i potrebno ih je bilježiti, kreću već kod prijema s identifikacijom šarže ulaznog mlijeka. U ovom je koraku preporučljivo bilježiti količine mlijeka koje dolaze od istog dobavljača, te im po potrebi dodijeliti odgovarajuće oznake. Također, potrebno je zapisati u odgovarajuće evidencije i pohraniti ishode obavljenih analiza (bilo da ih proizvođač sira sam radi u internom laboratoriju ili ih dobiva od dobavljača) u sklopu kontrole kvalitete, a što je obvezno test na prisutnost antibiotika te analiza mikrobiološke ispravnosti itd.

Nakon toga, idući procesni korak bitan za sljedivost je bilježenje podataka (količina, naziv, lot ili serija, proizvođač) za dodatke kao što su starter kulture i/ili sirilo, kalcij klorid, sol, začini, boje i drugi aditivi.

I na kraju, važno je evidentirati podatke (vrsta, količina, lot ili serijski broj, proizvođač i dobavljač) o ambalažnim materijalima u koje se sir ili neki drugi proizvod pakira.

Nadalje, preporučljivo je voditi evidencije o skladištenju kako sirovog i pasteriziranog mlijeka, tako i gotovog proizvoda. Osim toga, ukoliko je transport gotovog proizvoda do kupca u nadležnosti proizvođača sira, potrebno je voditi evidenciju o temperaturnim režimima i drugim uvjetima dostave. Ukoliko dostavu obavlja neki drugi subjekt u poslovanju s hranom, na otpremnu dokumentaciju koju proizvođači sira čuvaju u sklopu sljedivosti treba upisati podatke o transportnom

sredstvu.

Svi ti podaci mogu se za jednu seriju proizvoda (sira) objediniti i zajednički pohraniti te dodijeliti jednom lot broju ili broju serije proizvodnje, no ukoliko je kapacitet proizvodnje manji, mogu se povezivati preko datuma proizvodnje i roka trajanja otisnutog na ambalaži sireva iz te šarže. Važno je da proizvođač sira ima osmišljen, implementiran i funkcionalan sustav koji omogućava brzi pristup svim potrebnim podacima, a način na koji će to postići prepušten je njemu samom.

### 12.3. Kontrola kakvoće sira

Slično kao i za sljedivost, i kontrola kakvoće sira propisana je pravilnicima donesenim u skladu s nacionalnim Zakonom o hrani (NN 83/2013) i Zakonom o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/2013), Europskim zakonom o hrani (EC 178/2002) te pravilnicima, uredbama i regulativama koje su proizšle iz njih. Pojam hrane, pa tako i sira, koja je zdravstveno neispravna ili iz nekog drugog razloga nevaljana za konzumaciju vrlo je širok i može se odnositi na niz nepravilnosti ukoliko primjerice:

- ne zadovoljava postavljene mikrobiološka kriterije;
- sadrži ostale patogene mikroorganizme, mikroorganizme koji nisu patogeni i parazite koji predstavljaju rizik za zdravlje ljudi;
- postoje dokazi da je putem te hrane došlo do trovanja ljudi;
- sadrži kontaminante koji prelaze najveće dopuštene količine propisane posebnim propisima (npr. afлатoksin M1);
- sadrži nedozvoljene prehrambene aditive i arome ili one koji su dozvoljeni, ali prelaze maksimalno dopuštene količine;
- nosi oznaku „upotrijebiti do“, a rok trajanja je istekao;
- određena svojstva su izmijenjena (npr. okus, miris, izgled koji odaje uznapredovale procese truljenja, kvarenjai raspadanja) pa nije prihvatljiv za prehranu ljudi itd.

U skladu s time, brojne su analize kontrole kakvoće hrane. Kad je riječ o siru, među najvažnije analize ubrajaju se, prije svega, analize ispravnosti i prikladnosti ishodišnog mlijeka budući da njegova kvaliteta diktira kvalitetu sira. Pri tom osobitu pažnju treba обратити na ispunjavanje postavljenih mikrobioloških kriterija sukladno važećem Zakonu o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/2013), ali i ostale kriterije sukladno Pravilniku o kakvoći svježega sirovog mlijeka (NN 102/00, 74/08). Tako mlijeko namijenjeno za daljnju preradu u sir mora udovoljavati sljedeće kriterije:

- da sadrži najmanje 3,2 % mlječne masti, 3,0 % proteina i 8,5 % suhe tvari

bez masti;

- da mu je gustoća od 1,028 do 1,034 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20°C;
- da mu je kiselinski stupanj od 6,6 do 6,80°SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,7;
- da mu točka ledišta nije viša od -0,5170°C;
- da mu je rezultat alkoholne probe sa 72 % etilnim alkoholom negativan (Pravilnik, NN 102/00).

Kozje i ovčje mlijeko imaju nešto drukčije granične vrijednosti, budući da po svojoj prirodi imaju i drukčiji sastav.

Osim toga, sirovo mlijeko, bez obzira na vrstu, ne smije sadržavati nikakve mehaničke nečistoće ili dodanu vodu, a drugi kontaminanti (poput aflatokksina M1, drugih toksina, ostataka antibiotika) moraju biti u propisanim granicama.

Mlijeko namijenjeno daljnjoj preradi ne smije sadržavati više od 400 000 somatskih stanica/mL, dok prosječan ukupan broj mikroorganizama u kravljem mlijeku ne smije prelaziti 100.000/mL, odnosno u kozjem i ovčjem 1 500 000/mL.

Neke od spomenutih parametara (kiselost, alkoholna proba, test na antibiotike) proizvođači sira mogu sami provjeravati u internim laboratorijima unutar svojih prerađivačkih objekata, što je i preporučljivo budući da omogućava kontinuirani nadzor nad osnovnom ulaznom sirovinskom. Takvi ishodi analiza svakako mogu poslužiti u orientacijske svrhe, no u odgovarajućim vremenskim razmacima potrebno je uzorke dati na analizu ovlaštenom laboratoriju. Nadalje, proizvođači sira mogu tražiti od svojih kooperanata/dobavljača dostavu kopija periodičkih analitičkih izvješća šarži mlijeka. Na taj se način osigurava maksimalan nadzor nad kvalitetom ulazne sirovine, čime se stvaraju i dobri preduvjeti za proizvodnju sigurnog, zdravstvenog ispravnog te kvalitetnog sira.

Analize gotovog proizvoda tj. sira također je nužno provoditi što češće, jer se samo tako može dokazati njegova kvaliteta i prikladnost za konzumaciju. Prema važećem Zakonu (NN 81/2013), proizvođači sireva i sličnih mliječnih proizvoda dužni su provoditi mjere za osiguranje higijene hrane životinjskog podrijetla kako je propisano Uredbom EC 853/2004, a sve zajedno prikazano je u tablici 12.1.

**Tablica 12.1.** Zakonski propisani kriteriji za proizvođače mliječnih proizvoda (Uredbe EC 1788/2002, EC 852/2004, EC 853/2004 i 2073/2005; Zakoni NN 81/2013 i 83/2013; Pravilnik 102/00; Pravilnik 20/2009)

Vrsta kriterija	Zahtjevi
Mlijeko	<p><b>Sirovo</b> kravje mlijeko neposredno prije prerade ne smije sadržavati više od 300.000 mikroorganizama/mL odnosno kozje i ovčje ne više od 1.500.000/mL</p> <p><b>Prerađeno</b> kravje mlijeko ne smije sadržavati više od 100.000 mikroorganizama/mL u kravljem, odnosno 300.000/mL u mlijeku drugih vrsta.</p> <p>Broj somatskih stanica u kravljem mlijeku ne smije prelaziti 400.000/mL.</p>

Vrsta kriterija	Zahtjevi
Temperaturni režimi	<p>Po dolasku u objekt za preradu, mlijeko se mora moći brzo ohladiti do temperature od najviše 6°C te čuvati na toj temperaturi do trenutka prerade. Iznimke: više temperature dozvoljene samo AKO se mlijeko prerađuje ODMAH nakon mužnje ili u roku 3 – 4 sata od dolaska u objekt za preradu, odnosno ako to nadležno tijelo dopušta. Gotovi proizvodi moraju se skladištiti na odgovarajućim niskim temperaturama (do 7°C).</p>
Toplinska obrada	<p>Moraju se primjenjivati odgovarajući režimi (pasteurizacija, termalizacija itd.) sukladno međunarodno priznatim normama. Primjenjeni režimi trebaju se periodički provjeravati (temperatura, vrijeme, učinak – mikrobiološka ispravnost proizvoda!) kako bi se utvrdila njihova prikladnost i učinkovitost.</p>
<b>Mikrobiološka ispravnost gotovih proizvoda</b>	
Sirevi od sirovog mlijeka	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odsutnost <i>Salmonella spp</i> i enterotoksina koagulaza pozitivnih stafilokoka u 25 g Kriterij se odnosi na cijeli rok trajanja proizvoda</li> <li>Koagulaza pozitivni stafilokoki 104 - 105 cfu/g Uzorci izuzeti u onom trenutku prerade kad se očekuje da bi broj trebao biti najveći</li> </ul>
Sirevi od toplinski obrađenog mlijeka ili sirutke	<p><i>E. coli</i> 10<sup>2</sup> – 10<sup>3</sup> cfu/g Uzorci izuzeti u onom trenutku prerade kad se očekuje da bi broj <i>E. coli</i> trebao biti najveći</p>
Sirevi od mlijeka ili sirutke obrađenih termalizacijom ili drugim režimom toplinske obrade koji je blaži od pasterizacije Zreli sirevi od mlijeka obrađenog uobičajenom ili visokom pasterizacijom	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koagulaza pozitivni stafilokoki 10<sup>2</sup> – 10<sup>3</sup> cfu/g Uzorci izuzeti u onom trenutku prerade kad se očekuje da bi broj koagulaza pozitivnih stafilokoka trebao biti najveći</li> </ul>
Svježi sirevi od mlijeka ili sirutke obrađenih pasterizacijom ili jačom toplinskom obradom	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koagulaza pozitivni stafilokoki 10<sup>1</sup> – 10<sup>2</sup> cfu/g Uzorci izuzeti u onom trenutku prerade kad se očekuje da bi broj koagulaza pozitivnih stafilokoka trebao biti najveći</li> </ul>
<b>Ostali kriteriji</b>	
Maksimalne dopuštene količine aflatoksina M1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tvrdi sirevi 450 µg/kg</li> <li>Svježi sir, namazi i polutvrdi sirevi – 0,250 µg/kg</li> </ul>
<b>Sastav prema kategorizaciji</b>	
Udio vode u bezmasnoj tvari sira (%)	Udio mlječne masti u suhoj tvari (%)
Ekstra tvrdi sir < 51	Ekstramasni ≥60
Tvrdi sir 49 – 56	Punomasni ≥45 i <60
Polutvrdi sir 54 – 69	Masni ≥25 i <45
Meki sir > 67	Polumasni ≥10 i <25
Svježi sir 69 – 85	Posni <10

Osim toga, u sklopu zakonski obveznog sustava upravljanja sigurnošću hranom temeljenog na HACCP-u, potrebno je definirati plan uzorkovanja kojeg nadležno tijelo odobrava i na osnovu kojeg se, zapravo, analize izvode.

Osim zakonski definiranih obveza, proizvođači sireva mogu prema vlastitoj procjeni napraviti i dodatne analize, kako bi provjerili kvalitetu svojih proizvoda. Tako se obično periodički radi i senzorska ocjena sireva bilo od strane posebno educiranih stručnjaka ili od strane potrošača, a sve u cilju dobivanja što jasnije slike o kvaliteti. Jedino tako je moguće dobiti povratnu informaciju o mogućim elementima koje treba poboljšati kako bi se ostvario krajnji cilj – zadovoljstvo potrošača.

## LITERATURA

1. Bažok, R.; Đugum, J.; Grbeša, D., Hadžiosmanović, M.; Havranek, J.; Ivanković, A.; Jakopović, I.; Orešković, S.; Rupić, V.; Samaržija, D.; Tudor Kalit, M.: *Sigurnost hrane - od polja do stola* (ur: Havranek, J., Tudo Kalit, M.), M.E.P. d.o.o., 2014, Zagreb.
2. EC 178/2002: Uredba (EZ) br. 178/2002 Europskog parlamenta i vijeća od 28. siječnja 2002. o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane, *Službeni list Europske unije*, br. 1/31.
3. EC 852/2004: UREDBA (EZ) br. 852/2004 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA
4. od 29. travnja 2004. o higijeni hrane, *Službeni list Europske unije*, br. L139/1. EC853/2004: UREDBA (EZ) br. 853/2004 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA
5. od 29. travnja 2004. o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog podrijetla, *Službeni list Europske unije*, br. 139/55.
6. EC931/2011: PROVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) br. 931/2011 od 19. rujna 2011. o zahtjevima sljedivosti utvrđenima Uredbom (EZ) br. 178/2002 Europskog parlamenta i Vijeća za hranu životinjskog podrijetla, *Službeni list Europske unije*, br. 3/sv.68.
7. FSAI: HACCP/Food Safety Workbook for Farmhouse Cheesemakers. 2013, Food Safety Authority of Ireland and Teagasc.
8. Kondo, A.A., Bauzer Medeiros, C., Madeira, E.R.M., Bacarin, E.: *Traceability in food for supply chains*, 2007, WEBIST (1), 171 – 177.
9. Omejec, D.; Bach Pejić, M. (2007.): *Sljedivost prehrabnenih proizvoda hrvatskih poduzeća*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, str. 43 –65.
10. Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka, *Narodne novine*, br. 102/2000, br. 48/2008.
11. Pravilnik o srevima i proizvodima od sireva, *Narodne novine*, br. 20/2009.

12. Regattieri, A., Gamberi, M., Manzini, R. (2007): *Traceability of food products: General framework and experimental evidence*, Journal of Food Engineering, 81, 347–356.
13. Vodič – sljedivost, povlačenje i opoziv hrane, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog gospodarstva, Uprava za sigurnost i kakvoću hrane, 2011., Zagreb.
14. US Dairy: Guidance for Dairy Product Enhanced Traceability - Voluntary Practices and Protocols for Strengthening the U.S. Dairy Supply Chain, 2013.
15. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu, *Narodne novine*, br. 81/2013.
16. Zakon o hrani, *Narodne novine*, br. 83/2013.

## PAKIRANJE I DEKLARACIJA SIRA

Katarina Lisak Jakopović

### 13.1. Pakiranje sira

Zapakiran sir je svaki pojedinačni proizvod koji se sastoji od sira i ambalaže u koju je sir stavljen prije nego što je ponuđen na prodaju. Ambalaža može u potpunosti ili samo djelomično zatvarati sir, a zatvorena je na način da joj se naznačeni sastav i količina upakiranog sira ne mogu promijeniti bez otvaranja ili očevidne preinake ambalaže.

Različite vrste sireva pakiraju se u različite ambalažne materijale. Tako se polutvrdi ili tvrdi sirevi mogu premazati parafinom ili sintetičkim premazima ili pak zamotati u polivinil (PVC) ili polistirenske folije (PS). Meki se sirevi najčešće zamataju u pergamentni papir, celofan ili aluminijске folije pa se umeću u kartonske ili drvene kutije. Svježi se sirevi danas pakiraju u vrlo različitu ambalažu kao što su plastične folije ili posude različitih oblika.

Premazivanje sira parafinom, odnosno parafiniranje, danas se vrlo rijetko koristi kao zaštita sira, osim u tradicijskoj proizvodnji sira gdje obojeni parafin karakterizira vrstu sira npr. edamac s crvenim parafinom, a gauda sa žutim parafinom (slika 13.1.).

Premazi koji se koriste u sirarstvu najčešće sadržavaju tvari s antibakterijskim djelovanjem kao što su sorbinska, propionska ili benzojeva kiselina te njihove soli. Tretiranje sireva premazima može biti djelotvorna zaštita protiv rasta pljesni i kvasaca tijekom zrenja ili skladištenja sira.



Slika 13.1. Parafinirana Gouda (lijevo) i Edamac (desno) (izvor: Harbutt, 2000)

Veći blokovi sira zamataju se u obojene ili neobojene plastične folije, a u slučaju kada se porcioniraju u manje komade, pakiraju se u tvrde prozirne folije. Sirevi mekše konzistencije pakiraju se najčešće u aluminijске folije, a sirevi tvrđe konzistencije premazuju se premazima raznih boja.

Meki i polumekи sirevi se uglavnom zamataju u pergamentni papir, plastične ili aluminijске folije, a pri transportu se pakiraju još u plastičnu ili drvenu ambalažu. Na taj se način oblik sira štiti isto kao i oštećenje omotnog papira, tj. sira.

Aluminijске folije u koje se pakira sir, potrebno je zaštитiti papirom ili lakom da ne bi došlo do reakcije sa sirom (slika 13.2.).

Sirevi u salamuri pakiraju se u tvrde folije ili plastične i metalne posude, a tradicionalno se nude u drvenim bačvicama u kojima zriju u salamuri. Također, mogu se pakirati u staklene posude te prelititi uljem uz razne dodatke (začinsko bilje, paprika).



a)



b)



c)

**Slika 13.2.** Zamatanje mekih sireva u a) pergamentni papir, b) aluminijsku foliju i c) drvenu kutiju (izvor: Calec, 2002)

### 13.1.1. Materijali za pakiranje sira

Materijali koji se koriste pri pakiranju sira moraju zadovoljiti određene kriterije. Ne smiju utjecati na okus i miris sira te ne smiju korodirati. Plastične folije moraju biti propusne za plin iz unutrašnjosti sira, a nepropusne za plin iz okoline. Pakiranje sira u plastične folije provodi se obično pod vakuumom kako bi se spriječio pristup kisika ili onečišćenje sira.

Na tržište se smije staviti samo zdravstveno ispravna ambalaža koja dolazi u dodir sa sirom, tj. ispravna glede senzorskih svojstava, vrste i sadržaja štetnih tvari te sastojaka i koja ne može prouzročiti štetne utjecaje na zdravlje ljudi i okoliš.

## 13.2. Deklaracija sira

Kako bi se postigla visoka razina zaštite potrošača i zajamčilo njihovo pravo na informacije, potrebno je osigurati primjereno informiranje potrošača u vezi s hranom koju konzumiraju. Prema tome, sve vrste sireva koji se prodaju i dolaze u kontakt s potrošačem moraju sadržavati određenu deklaraciju koja informira potrošača. Osnovni razlog zašto se zahtijevaju obvezne informacije jest taj da se potrošačima omogući prepoznavanje i pravilna upotreba te donošenje odluka koje odgovaraju njihovim pojedinačnim prehrambenim potrebama. Deklaracije na srevima trebale bi biti jasne i razumljive kako bi se pomoglo potrošačima koji žele biti bolje informirani prilikom njihova odabira. Znanstvene studije su pokazale da je laka čitljivost važan faktor koji povećava vjerojatnost da označena informacija utječe na one koji je gledaju te da su nečitljive informacije o proizvodu jedan od glavnih uzroka zašta su potrošači nezadovoljni s deklaracijama.

Stoga, na deklaraciji treba uzeti u obzir sve aspekte povezane s čitljivošću informacija, uključujući veličinu i vrstu slova, boju i kontrast.

Srevi koji nemaju deklaraciju ili imaju deklaraciju koja ne sadrži obvezne podatke, ne smiju se stavljati u promet. Deklariranje ili označavanje su sve riječi, podaci trgovački nazivi, nazivi robnih marki, slikovni prikazi ili simboli koji se odnose na određenu vrstu sira, a nalaze se na ambalaži, dokumentu, obavijesti, etiketi, obruču ili privjesnici koji prate ili se odnose na taj sir. Etiketa je bilo koja oznaka, robna marka, žig, znak, slikovni ili drugi opisni prikaz, napisan, tiskan, otisnut, označen, reljefno nanesen ili utisnut na ili pričvršćen za ambalažu.

Deklaracija mora biti lako uočljiva, opće razumljiva, jednoznačna, čitljiva, neizbrisiva i ne smije biti prekrivena drugim tekstom ili slikovnim materijalom.

Za deklariranje zapakiranog sira odgovoran je subjekt u poslovanju s hranom koji hranu prvi stavlja na tržiste (bilo da je to proizvođač, osoba koja pakira, uvoznik ili trgovac).

### 13.2.1. Praksa poštenog informiranja

Način deklariranja sira mora biti takav da informacije na deklaraciji ne dovode potrošača u zabludu, a to se osobito odnosi na:

- karakteristiku sira, njegovu prirodu, vrstu mlijeka od koje je proizveden, identitet, svojstva, sastav, količinu, rok trajanja, podrjetlo, metodu izrade ili proizvodnje;
- pripisivanje učinaka i svojstava koje ne posjeduju;
- stvaranje zablude da imaju neke posebne karakteristike u odnosu na sve istovrsne srevе koji također imaju takve karakteristike;
- ukazivanje izgledom, opisom ili slikovnim prikazom na prisutnost određenog sastojka koji je inače prirodno prisutan, zamijenjen drugim sastavnim dijelom ili drugim sastojkom.

Informacije o siru moraju biti točne, jasne i lako razumljive potrošaču.

### **13.2.2. Odgovornosti**

Subjekt u poslovanju koji je odgovoran za informacije koje su navedene na siru jest subjekt pod čijim se imenom ili nazivom tvrtke taj sir stavlja na tržiste. Također, subjekt u poslovanju koji je odgovoran za informacije o siru, mora osigurati prisutnost i točnost informacija o proizvedenom siru.

### **13.2.3. Sadržaj deklaracije**

Deklaracija zapakiranog sira mora sadržavati sljedeće obvezne podatke:

- naziv sira
- popis sastojaka
- sve sastojke ili pomoćne tvari u procesu proizvodnje koji uzrokuju alergije ili netolerancije, a koji su upotrijebljeni u procesu proizvodnje ili pripreme te koji su prisutni u gotovom proizvodu, čak i u promijenjenom obliku
- količinu određenih sastojaka ili kategoriju sastojaka
- neto količinu
- „upotrijebiti do“ datum
- posebne uvjete čuvanja i/ili upotrebe
- ime ili naziv te adresu subjekta u poslovanju hranom
- zemlju ili mjesto podrijetla
- nutritivnu deklamaciju.

Navedene obvezne informacije moraju biti raspoložive i lako uočljive, jasno čitljive i neizbrisive. Također se ne smiju moći lako odvojiti od ambalaže. Ni u kojem slučaju te informacije ne smiju biti skrivene, prekrivene ili prekinute drugim pisanim ili slikovnim prikazima ili drugim materijalom.

Navedene obvezne informacije, koje su navedene na ambalaži ili etiketi koja je na nju pričvršćena, mora biti otisnuta tako da je jasno čitljiva i to slovima čija je visina jednaka ili veća od 1,2 mm. Obvezne informacije u slučaju ambalaže ili spremnika čija je najveća površina manja od 80 cm<sup>2</sup>, visina slova mora biti jednaka ili veća od 0,9 mm.

Na deklaraciji zapakiranog sira u istom vidnom polju, odnosno u području gdje je sve navedeno istovremeno vidljivo (najčešće prednja strana proizvoda), moraju se nalaziti sljedeći podaci:

- naziv sira
- neto količina.

Obvezne informacije moraju biti napisane na službenom jeziku države. Isto

tako, dopušteno je višejezično navođenje sastojaka.

U slučaju ambalaže čija je najveća površina manja od 10 cm<sup>2</sup>, na ambalaži ili na etiketi treba obvezno navesti samo sljedeće podatke:

- naziv sira
- sve sastojke ili pomoćne tvari u procesu proizvodnje koji uzrokuju alergije ili netolerancije, a koji su upotrijebljeni u procesu proizvodnje ili pripreme te koji su prisutni u gotovom proizvodu, čak i u promijenjenom obliku
- neto količinu
- „upotrijebiti do“ datum.

U ovom slučaju popis sastojaka se navodi na druge načine ili se daju na uvid potrošaču u slučaju njegova zahtjeva.

### **Naziv sira**

Naziv sira utvrđen je posebnim propisima koji se odnose na određeni sir. Ako takav naziv ne postoji, naziv sira mora odgovarati njegovu uobičajenom nazivu, ili ako ne postoji takav naziv ili se ne koristi, treba navesti opisni naziv sira (npr. polutvrdi sir proizведен od ovčjeg mlijeka).

U državi članici Europske unije u kojoj se sirevi stavljuju na tržište dopuštena je upotreba naziva sira pod kojim se isti zakonito proizvodi i stavlja na tržište u državi članici u kojoj je proizveden. U iznimnim slučajevima, naziv sira iz države članice gdje je isti proizведен, ne smije se koristiti pri stavljanju na tržište u državi članici u kojoj se sir s istim nazivom razlikuje po svom sastavu ili tehnologiji proizvodnje od sira poznatog pod tim nazivom.

Naziv sira ne smije se zamijeniti nazivom koji je zaštićen pravima intelektualnog vlasništva, nazivom robne marke ili izmišljenim nazivom.

Naziv sira mora sadržavati ili biti popraćen podacima o njegovu fizikalnom stanju ili posebnoj obradi (npr. dimljeni sir, sir od pasteriziranog mlijeka), i to u svim slučajevima u kojima bi izostavljanje tih informacija potrošača moglo dovesti u zabludu.

### **Popis sastojaka**

Sastojak sira je svaka tvar ili proizvod, uključujući tvari arome, prehrambene aditive i prehrambene enzime, te bilo koji sastavni dio složenog sastojka koji se koristi prilikom njegove proizvodnje ili pripreme i koji se nalazi u gotovom proizvodu, čak i u izmijenjenom obliku koji je upotrijebljen pri proizvodnji ili pripremi sira i koji je još prisutan u gotovom proizvodu, čak i u promijenjenom obliku.

**Tablica 13.1.** Prikaz popisa sastojaka različitih vrsta sireva (škripavac, albuminski sir)

Škripavac	Albuminski sir
Sastojci:	Sastojci:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pasterizirano kravlje mlijeko</li> <li>• kultura</li> <li>• sirilo</li> <li>• sol</li> <li>• E 235</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kravljia pasterizirana sirutka</li> <li>• sol</li> <li>• alkoholni ocat</li> <li>• E 235</li> <li>• E 234</li> </ul>
Min. 45 % m.m. u s.t.	Min. 33 % m.m. u s.t.
Min. 40 % s.t.	Min. 30 % s.t.
Polutvrđi punomasni sir	Meki masni sir

Popis sastojaka mora biti naslovljen ili mu mora prethoditi navod koji se sastoji ili koji uključuje riječ „sastojci“. Popis sastojaka mora uključivati sve sastojke navedene padajućim redoslijedom s obzirom na masu koja je utvrđena u vrijeme njihove upotrebe u proizvodnji hrane. Ako je sir proizveden iz neke druge vrste mlijeka (ovčji, kozji), u popisu sastojaka mora se navesti o kojem se mlijeku radi. Sastojci sira koji mogu izazvati alergijske reakcije ne smiju više biti posebno izdvojani, nego moraju biti navedeni u popisu sastojaka i to na način da su posebno istaknuti (podcrtni ili podebljani). Ako se, primjerice, radi o albuminskom siru koji se proizvodi od sirutke, u popisu sastojaka sirutka mora biti posebno istaknuta. Mlijeko se, također, smatra alergenom, međutim, nije potrebno u popisu sastojaka posebno isticati mlijeko, s obzirom na to da se podrazumijeva da je sir načinjen od mlijeka. Sastojke sira treba navoditi kako je prikazano na primjeru škripavca i albuminskog sira u tablici 13.1.

### ***Izostavljanje popisa sastojaka***

Popis sastojaka može se izostaviti ako u sireve nisu dodani drugi sastojci osim mlijecnih sastojaka, prehrambenih enzima (sirila) i mikrobnih kultura neophodnih za njihovu proizvodnju ili izuzev svježeg sira i topljenog sira, sol potrebna za njegovu proizvodnju. Ako se pri proizvodnji sireva dodaje još neki sastojak osim navedenog (prehrambene boje, tvari arome i sl.), obvezno je navoditi popis svih sastojaka koji se koriste pri proizvodnji sireva.

### ***Navođenje količine sastojaka***

Navođenje količine sastojka ili kategorije sastojaka koji se upotrebljavaju u proizvodnji ili pripremi sira jest obvezno ako su sastojak ili kategorija sastojka

navedeni u nazivu sira ili ih potrošač uobičajeno povezuje s tim nazivom ili ako su istaknuti na etiketi riječima, slikama ili grafičkim prikazima.

### ***Neto količina***

Neto količina sira mora biti iskazana u kilogramima ili gramima. U slučaju da se sir (sir tipa Feta) nalazi u tekućem mediju, potrebno je navoditi i neto ocijeđenu masu sira.

### ***Datum minimalne trajnosti i „upotrijebiti do“ datum***

Hrana koja je s mikrobiološkog stajališta brzo kvarljiva, a u tu kategoriju spadaju neke vrste svježih sireva, te je stoga vjerojatno da će nakon kraćeg razdoblja predstavljati izravnu opasnost za zdravlje ljudi, datum minimalne trajnosti treba zamijeniti „upotrijebiti do“ datumom.

„Upotrijebiti do“ datum navodi se tako da se ispred datuma navodi tekst „upotrijebiti do...“, nakon čega slijedi datum ili podatak gdje se taj datum na ambalaži nalazi. Uz te se podatke navodi opis čuvanja kojeg se treba pridržavati. Oznaka datuma sastavljena je od dana, mjeseca i po mogućnosti godine i to u nekodiranom obliku.

### ***Uvjeti čuvanja ili uvjeti upotrebe***

U slučajevima u kojima srevi zahtijevaju posebne uvjete čuvanja i/ili upotrebe pod posebnim uvjetima, te je uvjete potrebno navesti. Kako bi se osiguralo odgovarajuće čuvanje ili upotreba srevi nakon otvaranja ambalaže, prema potrebi treba navesti uvjete čuvanja i/ili rok za konzumaciju.

### ***Zemlja ili mjesto podrijetla***

Navođenje zemlje ili mjesta podrijetla jest obvezno ako bi izostavljanje toga podatka moglo dovesti potrošača u zabludu u pogledu stvarne zemlje podrijetla. Također, ako je zemlja podrijetla proizvoda različita od zemlje podrijetla glavnog sastojka, potrebno je navesti i zemlju podrijetla glavnog sastojka. Primjerice, ako se za proizvodnju sira, koji je proizведен u matičnoj državi, koristilo mljekovo koje je uvezeno iz neke druge države, na deklaraciji ili etiketi treba biti napisana zemlja podrijetla mljeka.

## **Nutritivna deklaracija**

Obvezna nutritivna deklaracija mora sadržavati sljedeće podatke:

- energetsku vrijednost
- količinu masti i zasićenih masti
- količinu ugljikohidrata
- količinu šećera
- količinu soli.

Sadržaj obvezne nutritivne deklaracije može biti nadopunjeno navođenjem količine jednostruko nezasićenih masnih kiselina, višestruko nezasićenih masnih kiselina, poliola, škroba, vlakna isto kao i količine vitamina ili mineralnih tvari. Nadopuna nutritivne tablice može sadržavati jednu ili više navedenih hranjivih tvari.

Energetska vrijednost i količine hranjivih tvari izražavaju se na 100 g ili 100 mL. Pri izračunu energetske vrijednosti navode se prosječne vrijednosti, a analiza može biti proizvođačeva ili određena na temelju stručne ili znanstvene literature.

Nadalje, energetska vrijednost i količine hranjivih tvari mogu se izraziti po obroku i/ili jedinici konzumacije koju potrošač može lako prepoznati i to pod uvjetom da su obroci ili jedinica konzumacije kvantificirani na etiketi i da je na ambalaži naveden broj obroka i/ili jedinica konzumacije.

Najvažnije je da su sve informacije koje se nalaze na deklaraciji ili etiketi točne i redovito ažurirane jer u protivnom slijede novčane kazne koje su definirane Zakonom o informiranju potrošača o hrani.

Sirevi koji su stavljeni na tržište ili označeni prije 13. prosinca 2014. god., a koji ne ispunjavaju sve zahtjeve vezane uz pravilno označavanje, mogu se prodavati do iscrpljenja zaliha. Također, sirevi stavljeni na tržište ili označena prije 13. prosinca 2016. god., a koji ne ispunjavaju zahtjev o nutritivnoj deklaraciji, mogu se prodavati do isteka zaliha.

### **13.2.4. Podjela sireva**

Sirevi koji se stavljuju na tržište moraju udovoljiti određenim kriterijima kakvoće. Prema definiciji, sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka, vrhnja, sirutke ili kombinacijom navedenih sirovina (Narodne novine, 20/09). U proizvodnji sireva dozvoljena je upotreba mljekarskih kultura, sirila kao i drugih odgovarajućih koagulacijskih enzima te dozvoljenih kiselina za koagulaciju.

Sirevi se mogu podijeliti s obzirom na udio vode u bezmasnoj suhoj tvari tj. konzistenciju i građu te prema udjelu mlijecne masti u siru. Prema tim klasifikacijama, sirevi se stavljuju na tržište. U tablici 13.2. prikazan je naziv sira s obzirom na udio vode u bezmasnoj suhoj tvari sira.

**Tablica 13.2.** Naziv sira s obzirom na udio vode u bezmasnoj suhoj tvari (Pravilnik, NN 20/09)

Naziv sira	Udio vode (%)
Ekstra tvrdi sir	<51
Tvrdi sir	49-56
Polutvrđi sir	54-69
Mek sir	>67
Svježi sir	69-85

Pri označavanju sira obvezno je navođenje minimalnog udjela mlijecne masti u suhoj tvari. Pri označavanju sira može se navesti uz naziv sira i podatak o vrsti sira s obzirom na udio mlijecne masti u suhoj tvari. Klasifikacija sira s obzirom na udio mlijecne masti u suhoj tvari sira prikazana je tablicom 13.3.

**Tablica 13.3.** Vrsta sira s obzirom na udio mlijecne masti u suhoj tvari (Pravilnik, NN20/09)

Vrsta sira	Udio mlijecne masti (%)
Ekstramasni	$\geq 60$
Punomasni	$\geq 45 \text{ i } < 60$
Masni	$\geq 25 \text{ i } < 45$
Polumasni	$\geq 10 \text{ i } < 25$
Posni	$< 10$

## LITERATURA

1. Calec, C.: *The Complete Encyclopedia of Cheese*, Rebo International, Lisse, 2002.
2. Harbutt, J.: *Svjetska enciklopedija sira*, Naklada Fran, Zagreb, 2000.
3. Pravilnik o srevima i proizvodima od sireva, *Narodne Novine*, br. 20/09.
4. Pravilnik o izmjenama pravilnika o srevima i proizvodima od sireva, *Narodne novine*, br. 141/13.
5. Tratnik, Lj., Božanić, R.: *Mlijeko i mlijecni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.
6. Uredba Europske unije br. 1169/2011 Europskog Parlamenta i Vijeća o informiranju potrošača o hrani.

7. Zakon o informiranju potrošača o hrani, *Narodne novine*, br. 56/13.
8. Zakon o hrani, *Narodne novine*, br. 81/13, br. 14/14.

## POVEĆANJE TRŽIŠNE VRIJEDNOSTI SIRA

Rajka Božanić

Poznato je kako na tržištu vlada velika konkurenčija za plasman prehrambenih proizvoda, tako i sira. U toj borbi za konkurentnost sve se više cijene autohtonim proizvodi jer su to proizvodi koji se odlikuju posebnom kvalitetom. Oni su odraz kulturnog nasljeđa koje se prenosi s generacije na generaciju. Takve prehrambene proizvode, čije posebne karakteristike proizlaze iz vrijednosti njihovih sastojaka, načina proizvodnje i prerade, te podneblja iz kojeg dolaze, a koji su radi toga na posebnom glasu, ne samo na domaćem nego i na međunarodnom tržištu, trebalo bi zaštititi oznakom izvornosti, oznakom zemljopisnog podrijetla ili oznakom zajamčeno tradicionalnog specijaliteta kako bi ih sačuvali za nadolazeće generacije. Oni imaju dodatnu vrijednost, osobito za područje u kojem se proizvode. Obično se proizvode u manjim serijama i vrijedan su segment u turističkoj ponudi. Mnogi od njih su zaboravljeni, a mnogi još nedovoljno prepoznati.

### 14.1. Prednosti uvođenja oznaka zaštite

Prednosti registracije oznake izvornosti, oznake zemljopisnog podrijetla ili oznake zajamčeno tradicionalnog specijaliteta mogu biti raznolike. Sirevi koji nose jednu od registriranih oznaka na tržištu spadaju u proizvode više cjenovne kategorije. Stvara se identitet i prepoznatljivost takvog sira na domaćem i međunarodnom tržištu. Izravna veza sira s određenim zemljopisnim područjem daje dodatnu vrijednost i prepoznatljivost tom području, te pridonosi ruralnom razvoju, osobito onih udaljenijih i dislociranih područja. Moguća su osnivanja interesnih udruženja (ako već ne postoje) s ciljem zajedničkog nastupa na tržištu, odnosno zajedničke promidžbe sira, a svi proizvođači koji se nalaze na definiranom zemljopisnom području, a koji udovoljavaju uvjetima navedenim u specifikaciji, imaju pravo uporabe registrirane oznake. Registrirana oznaka zaštićena je od korištenja na bilo koji način koji bi javnost mogao dovesti u zabluđu o stvar-

nom podrijetlu sira.

Autohtoni (tradicionalni) sirevi uglavnom se proizvode iz sirovog mlijeka korištenjem prirodne i/ili autohtone mikrobne kulture uz prirodne uvjete zrenja, te se okusom i teksturom značajno razlikuju od istih sireva proizvedenih iz pasteuriziranog mlijeka. Razlog su promjene u djelomičnoj denaturaciji  $\alpha$ -laktalbumina i  $\beta$ -laktoglobulina i njihove interakcije s kazeinom, denaturaciji prirodnih enzima i destrukciji termolabilnih membrana prirodne mikrobne populacije koje nastaju toplinskom obradom mlijeka. Sir proizведен iz sirovog mlijeka kraće zrije, ima drugačiju teksturu i izraženiji okus. Tekstura i okus autohtonih sireva rezultat su izuzetno složenog sustava biokemijskih reakcija uvjetovanih zajedničkim djelovanjem definirane i/ili nedefinirane populacije bakterija, enzima mlijeka i sirila te sekundarne mikrobne populacije tijekom izrade i zrenja sira. Tako se proteoliza i lipoliza, kao posljedica utjecaja autohtone mikrobne populacije na okus i teksturu sira, smatraju najznačajnijim objektivnim parametrima u identifikaciji podrijetla tradicionalnih sireva proizvedenih iz sirovog mlijeka. U većini slučajeva, autohtonu mikrobnu populaciju čine heterogene vrste bakterija mliječne kiseline, a dominantnost određene vrste uvjetovana je vrstom mlijeka i podrijetлом. Zbog te se činjenice može govoriti o autentičnosti, specifičnosti određene vrste sira prema kojoj se razlikuje od iste vrste sira drugih zemljopisnih regija. Suprotno, dodatak komercijalne kulture može uzrokovati potpuni gubitak autentičnosti sira. Specifičnost okusa pojedine vrste autohtonog sira posljedica je i sezonskog utjecaja (paša ili sijeno), ali i samoga geografskog područja na kojem se proizvodi. Tako je moguće i prema okusu odrediti točno podrijetlo nekih vrsta sireva.

Glavna svrha razvoja politike kvalitete temeljenena zaštićenim oznakama bila je i ostala širenje ponude prehrabnenih proizvoda za potrošače, ali još važnije, da se malim i srednjim poduzećima osigura veća zarada i da se na taj način položi temelj za brži ekonomski razvoj ruralnih područja.

Takov se poljoprivrednom politikom želi stimulirati određeni vid ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje koja pridonosi očuvanju okoliša, zaštiti biološke raznolikosti i zaštiti ruralnih područja. Zaštićene oznake potrošačima jamče sigurnost i garanciju kvalitete, a proizvođačima marketinšku priliku za povećanje komercijalne vrijednosti proizvoda. Općenito je prihvaćeno da zaštićene oznake promiču održivi ruralni razvoj jer pomažu proizvođačima ostvariti premijsku cijenu za svoje proizvode, pomažu u zaštiti tradicionalnih proizvoda protiv zloupotrebe imena, povećavaju stupanj prepoznatljivosti tradicionalnih proizvoda na globalnom tržištu, pridonose pozitivnom imidžu proizvodnog područja – regiji, povećavaju proizvodnju, otvaraju lokalna radna mjesta i sprečavaju ruralni egzosodus.

Ovisno o stupnju zaštite, moguće su tri različite oznake: oznaka izvornosti, oznaka zemljopisnog podrijetla i oznaka zajamčeno tradicionalnog specijaliteta.

## 14.2. Oznaka izvornosti

Za sireve, oznaka izvornosti znači povezanost povijesne i zemljopisne dimenzije. Zato se sir mora proizvoditi u točno definiranoj zemljopisnoj regiji. Razlog tome je što klima, vrsta tla, položaj, prirodna vegetacija, vrste kultiviranog bilja, način držanja i pasmina životinja uvjetuju originalnost i posebnost sira. Uz te fizikalne čimbenike, tradicija i iskustvo, koje se prenose s generacije na generaciju, presudni su u priznavanju izvornosti sira.

Oznaka izvornosti je naziv regije, određenog mjesta ili, u iznimnim slučajevima, zemlje koja se rabi za označavanje sira koji potječe iz te regije, odnosno mjesta ili iz te zemlje, i čija kvaliteta ili karakteristike, u bitnom ili isključivo, nastaju pod utjecajem posebnih prirodnih i ljudskih čimbenika određene zemljopisne sredine i njegova se proizvodnja, prerada i priprema u cijelosti odvija u tom zemljopisnom području. Kod oznake izvornosti su kvaliteta, odnosno svojstva proizvoda uglavnom ili isključivo određena zemljopisnim područjem. Stoga je preduvjet da se proizvodnja, priprema i prerada odvijaju u definiranome zemljopisnom području. Prema tome, oznaka izvornosti se može registrirati samo za proizvode koji se doista i proizvode u navedenome zemljopisnom području.

Kvaliteta ovakvih sireva uvjetovana je tradicijom proizvodnje kroz određeno povijesno razdoblje u točno određenoj zemljopisnoj regiji i/ili kraju. Na nju značajno utječe klima, vrsta tla, položaj, prirodna vegetacija, vrsta kultiviranog bilja određene regije (kraja), te način držanja i pasmina životinja jer one uvjetuju razlike između sireva iste vrste. Također, tradicija i iskustvo koje se prenosi s generacije na generaciju, presudni su u priznavanju zaštite izvornosti sira. To je sir koji se proizvodio u prošlosti, te se i danas proizvodi na isti način, a vještina izrade i znanje prenose se s generacije na generaciju. Proizvodnja mlijeka i sira mora biti organizirana u točno definiranoj regiji/kraju (ograničene veličine). Sam sir mora biti karakterističan za regiju/kraj u kojoj/kojem se proizvodi, te imati svoju originalnost i autentičnost, odnosno specifične (tipične) karakteristike sira, koje mogu biti uvjetovane autohtonošću pasmine. Okus takvog sira određen je prirodnim načinom hranjenja, biljnim pokrovom pašnjaka, a mlijeko za proizvodnju mora potjecati od vlastitih životinja i/ili biti poznatog podrijetla. U svakom slučaju, sir mora imati specifičnosti po kojima se dotični sir razlikuje od sličnih sireva proizvedenih u drugim zemljopisnim regijama.

## 14.3. Oznaka zemljopisnog podrijetla

Oznakom zemljopisnog podrijetla mogu se zaštititi sirevi pod uvjetom da se postupak proizvodnje, prerade ili pripreme proizvoda odvija u mjestu podrijetla. Time su svojstva proizvoda uvjetovana podnebljem, tlom, vegetacijom, i djelovanjem čovjeka na posebnost načina proizvodnje i primjenu tradicionalnih postu-

paka i vještina.

Oznaka zemljopisnog podrijetla jest naziv regije, određenog mesta ili, u iznimnim slučajevima, zemlje, koja se rabi za označavanje sira koji potječe iz te regije, odnosno mjesta ili iz te zemlje, te koji ima specifičnu kvalitetu, ugled ili drugo obilježje koje se pripisuje njegovu zemljopisnom podrijetlu i njegova se proizvodnja i/ili prerada i/ili priprema odvija u tom zemljopisnom području. Kod oznake zemljopisnog podrijetla zahtjeva se da određena kvaliteta, ugled ili neko drugo svojstvo proizlaze iz zemljopisnog područja. Stoga se u ograničenom području mora odvijati samo proizvodnja ili prerada ili priprema.

#### **14.4. Oznaka zajamčenoga tradicionalnog specijaliteta**

Sir zaštićen oznakom zajamčenoga tradicionalnog specijaliteta ima specifične karakteristike zbog načina izrade ili tradicionalnog sastava, neovisno o određenom području. To je sir koji ima posebna svojstva po kojima se razlikuje od drugih sličnih sireva. Ta posebna svojstva nisu posljedica utjecaja zemljopisnog područja. Ona su posljedica uporabe tradicionalnih sirovina, tradicionalne proizvodnje ili imaju tradicionalan sastav. Sir se mora tradicionalno proizvoditi i nalaziti na tržištu najmanje 25 godina da bi mogao dobiti oznaku tradicionalnog specijaliteta.

#### **14.5. Registracija i zaštita**

Oznake zaštite štite se kao intelektualno vlasništvo kako bi se spriječila njihova zloupotreba ili neovlaštena upotreba, budući da one doprinose većoj tržišnoj vrijednosti proizvoda i usluga koja odgovara njihovim posebnim svojstvima i time stečenom ugledu. Zaštita oznaka kao intelektualnog vlasništva ostvaruje se provođenjem odgovarajućeg postupka registracije oznake koju provodi za to nadležno tijelo. Jednom registriranu oznaku zaštite mogu zajednički koristiti svi proizvođači iz naznačenog područja, koji zadovoljavaju propisane uvjete.

Registraciju i zaštitu proizvoda propisuje Uredba (EU) 1151/2012 od 21.11.2012. o sustavima kvalitete za poljoprivredne i prehrambene proizvode. Uz nju na snazi su provedbene i delegirajuće Uredbe. To su Zakon o zaštićenim oznakama izvornosti, zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (NN 80/13) i Pravilnik o zaštićenim oznakama izvornosti, zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (NN 86/13).

Sam postupak registracije uključuje tri faze. U prvoj, predregistracijskoj fazi, uključeni su skupina proizvođača, lokalna samouprava, fakulteti, instituti te agencije. Zatim slijedi registracija na nacionalnoj razini koju provodi Ministarstvo

poljoprivrede. A završnu fazu, registraciju na europskoj razini, provodi Europska komisija.

#### **14.5.1. Predregistracijske aktivnosti**

Predregistracijske aktivnosti uključuju analizu potencijala, opravdanost registracije te odabir oznake.

Slijedi udruživanje proizvođača u skupinu. To je važno jer samo proizvođači organizirani u skupinu mogu pokrenuti postupak zaštite oznake (u iznimnim slučajevima postupak može pokrenuti jedan proizvođač).

Iza toga slijedi izrada Specifikacije proizvoda. Specifikacija proizvoda temeljni je dokument u postupku zaštite oznake proizvoda na nacionalnoj razini.

Priprema je skupina proizvođača (najčešće u suradnji s predstavnicima znanstvenih institucija i drugih stručnjaka). Na temelju Specifikacije proizvoda izrađuje se Plan kontrole (za provedbu certifikacijskog postupka) i jedinstveni dokument (za postupak registracije oznake na razini Europske unije). U ovaj postupak uključena je skupina proizvođača, lokalna samouprava, fakulteti, instituti te agencije.

Specifikacija proizvoda mora sadržavati:

- a) naziv sira, uključujući oznaku izvornosti ili oznaku zemljopisnog podrijetla;
- b) opis sira, uključujući i opis sirovine u smislu osnovnih fizikalnih, kemijskih, mikrobioloških odnosno organoleptičkih karakteristika;
- c) razgraničavanje zemljopisnog područja proizvodnje odnosno prerade;
- d) dokumentaciju koja dokazuje da sir potječe iz toga zemljopisnog područja;
- e) dokumentaciju koja dokazuje neposrednu povezanost sira s tim zemljopisnim područjem ili zemljopisnim podrijetlom;
- f) opis postupka proizvodnje sira, te, ako je potrebno, i opis autentičnih i stalnih lokalnih metoda, kao i informacije koje se tiču pakiranja, ako udruženje koje podnosi zahtjev utvrđi i opravlja da se pakiranje mora provoditi u ograničenome zemljopisnom području kako bi se osigurala kvaliteta, sljedivost ili kontrola;
- g) podatke o certifikacijskom tijelu iz članka 23. stavka 1. Pravilnika o oznakama izvornosti i oznakama zemljopisnog podrijetla hrane (NN 80/05);
- h) posebne pojedinosti vezane uz označavanje sira koje se odnose na oznaku izvornosti ili oznaku zemljopisnog podrijetla, koja god da je primjenjiva, ili odgovarajuće tradicionalne nacionalne oznake;
- i) izjavu o sukladnosti s odredbama propisa koji se odnose na hranu.

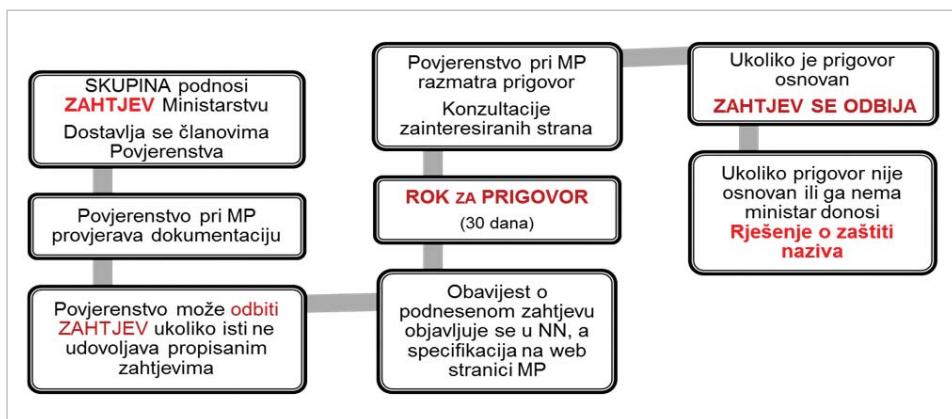
#### **14.5.2. Postupak registracije na nacionalnoj razini**

Postupak registracije na razini Republike Hrvatske započinje podnošenjem zahtjeva na propisanom obrascu nadležnom Ministarstvu poljoprivrede, koji se onda dostavlja članovima Povjerenstva.

Povjerenstvo je dužno pažljivo provjeriti pristigu dokumentaciju. Ako ona nije potpuna ili ne odgovara propisanim zahtjevima, Povjerenstvo zahtjev može odbiti. Ova faza postupka uključuje pisano komunikaciju i održavanje sastanaka s podnositeljem zahtjeva (izrađivačem specifikacije) kako bi se zahtjev doradio i udovoljavao uvjetima pozitivnih pravnih propisa.

Ako je s dokumentacijom sve u redu, obavijest o podnesenom zahtjevu objavljuje se u Narodnim novinama, a specifikacija na internetskoj stranici Ministarstva. Od trenutka objave informacije, počinje teći rok za prigovor u kojem svaka fizička ili pravna osoba, koja ima pravni interes i koja ima sjedište ili prebivalište u Republici Hrvatskoj, može Ministarstvu poljoprivrede u roku od trideset dana podnijeti prigovor na zahtjev.

Ukoliko u zakonskom roku pristigne prigovor, Povjerenstvo ga razmatra i konsultira se sa zainteresiranim stranama. Na zahtjev podnositelja prigovora, može se najviše za trideset dana produžiti rok za dopunu prigovora, koji uključuje podnošenje dodatnih dokaza i dokumentacije. Ako je prigovor osnovan, zahtjev se odbija. Ukoliko prigovor nije osnovan, ili ga nema, ministar donosi rješenje o zaštiti naziva (slika 14.1.).



**Slika 14.1.** Postupak registracije na razini Republike Hrvatske

Nakon ovog postupka, proizvodi dobivaju oznake zaštite koje vrijede samo na području Republike Hrvatske (slika 14.2.).



**Slika 14.2.** Oznake zaštite

#### 14.5.3. Postupak registracije na razini Europske unije

Postupak registracije na razini Europske unije provodi Europska komisija kojoj zahtjev šalje Ministarstvo poljoprivrede. Zahtjev je jedinstveni dokument sa svim pripadajućim prilozima odnosno dokazima, podacima o skupini koja ga je podnijela te mjestu objave specifikacije.

Kada se zahtjev podnese na europskoj razini, započinje razdoblje prijelazne nacionalne zaštite. U tom razdoblju zaštita je važeća samo do donošenja konačne odluke Europske komisije o registraciji i vrijedi samo za područje Republike Hrvatske, ne u Europskoj uniji i na međunarodnom tržištu.



**Slika 14.3.** Postupak registracije na razini Europske Unije

Europska komisija razmatra pristigli zahtjev. Maksimalni zakonski rok za to je šest mjeseci. Komisija daje komentare, eventualno traži dopunu podataka, a moguće su i neke izmjene. Kada je s dokumentacijom sve u redu, objavljuje se jedinstveni dokument predmetne oznake u Službenom listu Europske unije, a u roku od tri mjeseca od objave, svaka fizička ili pravna osoba izvan Republike Hrvatske može podnijeti prigovor na objavljeni zahtjev za registraciju oznake. Ako je prigovor uložen Komisiji i u roku od dva mjeseca popraćen obrazloženom izjavom, Komisija provjerava opravdanost obrazloženog prigovora. U okviru postupka rješavanja prigovora, Komisija poziva podnositelja prigovora i podnositelja zahtjeva kako bi se uključili u postizanje sporazuma. Postupak rješavanja prigovora traje dva mjeseca s mogućim produženjima od dva puta po tri mjeseca. U tom se razdoblju nastaje sporazumjeti obje strane. Ukoliko ne bude podnesenih prigovora, ukoliko stranke postignu sporazum ili Europska komisija odbije prigovor, odnosno oznaka se registrira, utoliko se ista upisuje u registar Europske unije.

Nakon registracije naziva na razini Europske unije, naziv proizvoda se upisuje u bazu podataka te postaje zaštićen od zlouporabe i neovlaštenog korištenja.

Registrirani naziv proizvoda te pripadajući EU znak i navod mogu koristiti samo certificirani proizvođači. Slika 14.4. prikazuje europske oznake zaštite.



**Slika 14.4.** Europske oznake zaštite

## LITERATURA

1. Mesić, Ž., Cerjak, M. (2011): Očekivanja proizvođača o utjecaju zemljopisnih oznaka na povećanje konkurentnosti paškog sira, *Mlijekarstvo*, 61(3), 252 –259.
2. Pravilnik o oznakama izvornosti i oznakama zemljopisnog podrijetla hrane, *Narodne novine*, br. 80/05.
3. Pravilnik o zaštićenim oznakama izvornosti, zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, *Narodne novine*, br. 86/13.
4. Samaržija, D., Antunac, N. (2002.): Oznake kvalitete: izvornost (PDO), zemljopisno podrijetlo (PGI) i garantirano tradicijski specijalitet (TSG) u socijalnoj igospodarstvenoj zaštiti tradicionalne proizvodnje sira, *Mlijekarstvo*, 52(4), 279 –290.

5. Vodič za registraciju oznaka izvornosti i oznaka zemljopisnog podrijetla hrane, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva.
6. Uredba (EU) 1151/2012 o sustavima kvalitete za poljoprivredne i prehrambene proizvode (SL L 343, 14.12.2012.).
7. Zakono zaštićenim oznakama izvornosti, zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, *Narodne novine*, br. 80/13.

# Bilješke o autorima



dr. sc. **Irena Rogelj**, redoviti profesor

Prof. dr. Irena Rogelj proučava biokemiju i mikrobiologiju mlijeka i mliječnih proizvoda od 1978. godine, kada je diplomirala iz područja prehrambene tehnologije na Biotehniški fakulteti, Univerze v Ljubljani. Doktorirala je 1990. godine te stekla akademski stupanj doktora znanosti. Njezin istraživački rad usmjeren je na proučavanje mikrobnih zajednica fermentiranih mliječnih proizvoda, probavnog sustava, majčina mlijeka te utjecaju prehrane na razvoj i sastav crijevne mikroflore. Dr. Rogelj također proučava bakteriocine bakterije mliječne kiseline i mogućnost njihova korištenja kao zaštitnih mikrobnih kultura te probiotičke bakterije i njihove mehanizame djelovanja.

Od 2003. godine redoviti je profesor za Mliječne i prehrambene proizvode. Od 2001. do 2010. godine bila je voditelj Katedre za mljekarstvo, a od 2010. do danas, voditeljica je Inštituta za mlekarstvo in probiotike na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Od 2001. do 2009. godine bila je članica Komisije za znanstvenoraziskovalno delo Biotehniške fakultete, a 2005. – 2009. članica Komisije za raziskovalno in razvojno delo Univerze v Ljubljani i potpredsjednica Znanstvenega Sveta za Biotehniko pri Javni Agenciji za Raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Radi na različitim nacionalnim i međunarodnim projektima. U uglednim znanstvenim časopisima objavila je 83 znanstvena rada. 2012. godine dobila je nagradu Jesenko Biotehniške fakultete za životno djelo.



**dr. sc. Rajka Božanić**, redoviti profesor

Dr. sc. Rajka Božanić redovita je profesorica u trajnom zvanju na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Radi kao pročelnica Laboratorija za tehnologiju mlijeka i mlječnih proizvoda te održava nastavu iz mljekarske problematike na pred-diplomskom, diplomskom i doktorskom studiju.

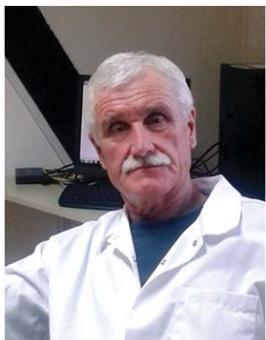
Do sada je objavila 60 znanstvenih i 18 stručnih radova te aktivno sudjelovala na preko 50 znanstvenih skupova. Bila je mentorica na 56 diplomskeh, 6 magi-

starskih i 3 doktorska rada. Koautorica je sveučilišnog priručnika *Analiza mlijeka i mlječnih proizvoda* te sveučilišnog udžbenika *Mlijeko i mlječni proizvodi*.

Članica je uredničkog odbora znanstvenog časopisa *Mljekarstvo te Hrvatskog časopisa za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*.

Članica je Hrvatskoga mikrobiološkog društva, Hrvatske mljekarske udruge i Društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista. Članica je Upravnog odbora Hrvatske mljekarske udruge. Sudjelovala je u izradi 5 pravilnika iz mljekarskog područja. Znanstveno se i stručno usavršavala na Inštitutu za mlekarstvo, Biotehniška fakulteta u Ljubljani, 1998.; na Royal Veterinary and Agricultural University u Kopenhadenu 2001. te na University of Warmia and Mazury u Olszynu 2006. Kao gostujući profesor, predavala je mljekarsku problematiku na Kemijsko-tehnološkom fakultetu u Splitu, Veleučilištu u Karlovcu, Biotehničkom fakultetu u Bihaću, Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu, te na Agronomskom i Prehrambeno-tehnološkom fakultetu u Mostaru.

Dobitnica je državne nagrade za znanost za 2012. godinu u kategoriji *Značajno znanstveno dostignuće za unapređenje tehnologije prerade mlijeka i poboljšanje mlječnih proizvoda*.



dr. sc. **Bogdan Perko**, izvanredni profesor

Bogdan Perko rođen je 16. kolovoza 1948. godine u Ljubljani. Oženjen je i otac dvoje djece.

Godine 1967. završio je gimnaziju u Šentvidu pored Ljubljane. Diplomirao je na Biotehnički fakulteti Univerze v Ljubljani 1975. godine na Oddelku za živilsko tehnologijo.

Godine 1989. godine završio je studij Tehnologija mlijeka i stekao zvanje specijalista poljoprivrede.

Na Oddelku za živilstvo Biotehnične fakultete obranio je disertaciju pod nazivom *Utjecaj fizikalno-kemijskih parametara na kvalitetu parmezanate* te stekao akademski stupanj doktora znanosti.

Godine 1977. zaposlio se na Institutu za mlekarstvo Oddelka za zootehniko Biotehničke fakultete Univerze v Ljubljani. Od 1980. do 1990. bio je asistent za područje prerade mlijeka na Katedri za mlekarstvo. Od 1990. do 2006. na istoj katedri izabran je u zvanje docenta. U zvanje izvanrednog profesora izabran je 2006., te je ponovno u to zvanje izabran 2011. Tijekom rada na Biotehnični fakulteti objavio je 65 znanstvenih, 50 pedagoških i 68 stručnih radova.

Studentima prehrambene tehnologije i zootehničke predaje Tehnologiju prerade mlijeka.



dr. sc. **Samir Kalit**, izvanredni profesor

Samir Kalit rođen je 22. veljače 1969. godine u Zagrebu, prvih pet godina osnovne škole završio je u Bagdadu (Irak) na arapskom jeziku, a preostalo osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje u Zagrebu.

Diplomirao je na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1995. godine – smjer stočarstvo. Od tada radi na Zavodu za mljekarstvo na istom fakultetu, prvo kao znanstveni novak, a danas kao izvanredni profesor gdje predaje na 6 modula na različitim studijima.

Znanstvena i stručna usavršavanja proveo je na IPC Livestock, Oenkerk (Nizozemska), na ETH Swiss Federal Institute of Technology Zürich (Švicarska) i University of Guelph (Kanada). Bio je voditelj ili suradnik na 13 znanstvenih i stručnih projekata. Član je Hrvatske mljekarske udruge i uređivačkog odbora časopisa *Mljekarstvo*. Do sada je recenzirao više od 20 znanstvenih radova, 1 sveučilišni udžbenik, 2 domaća i 2 europska projekta.

Stručni je savjetnik Saveza sirara Hrvatske *SirCro*. Do sada je objavio preko 100 znanstvenih i stručnih radova. Također je izradio preko 150 tehničko-tehnoloških projekata izgradnje uređenja i opremanja mljekarskih pogona u Hrvatskoj. Sudjelovao je na više od 30 znanstvenih i stručnih skupova, gdje je održao 4 pozivna predavanja (dva puta u Kini, jednom u Indiji i Hrvatskoj).

Predavao je na trima vanjskim sveučilištima: Sveučilište u Mostaru (Bosna i Hercegovina), University of Wisconsin, Madison (Sjedinjene Američke Države) i Mehmet Akif Ersoy University, Burdur (Turska). Član je stručnog povjerenstva za organoleptičko ocjenjivanje sireva u Hrvatskoj, Sloveniji i Bosni i Hercegovini.

Bio je dva puta sudac na svjetskom prvenstvu sireva u Madisonu, Wisconsin (Sjedinjene Američke Države). Kao koautor, objavio je sveučilišni udžbenik naslova *Sirarstvo*.



dr. sc. **Bojan Matijević**, profesor visoke škole

Bojan Matijević rođen je 15. siječnja 1977. godine u Karlovcu. Diplomirao je na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2000. godine. Na istom je fakultetu obranio magistarski rad 2004. godine i disertaciju 2009.

Od 2000. do 2005. radio je u KIM Mljkari Karlovac d.d. kao tehnolog.

Od 2004. radi na Veleučilištu u Karlovcu u suradničkom zvanju naslovnog asistenta, a od 1. kolovoza 2005. godine trajno se zapošljava na radnom mjestu asistenta. Izabran je na Veleučilištu u Karlovcu 2006. godine u nastavno zvanje predavača, a 2009. u nastavno zvanje višeg predavača. U nastavno zvanje profesora visoke škole izabran je 2013. godine i održava predavanja i vježbe studentima iz kolegija Opća mikrobiologija, Kemija i fizika mlijeka, Mikrobiologija mlijeka, Postrojenja i procesi prerade mlijeka te Senzorska procjena prehrambenih proizvoda.

Osmislio je i izradio projekt za Biološko-mikrobiološki praktikum i Sirarski praktikum Veleučilišta u Karlovcu koji se od 2007. godine koristi u nastavi. Pod njegovim vodstvom izrađeno je 25 diplomskih i završnih radova. Objavio je 17 znanstvenih i 11 stručnih radova te je sudjelovao na brojnim znanstvenim i stručnim kongresima. Član je Hrvatske mljekarske udruge, Hrvatskoga mikrobiološkog društva i Društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista. Također je i član Matičnog povjerenstva za područje biotehničkih znanosti Vijeća veleučilišta i visokih škola.



**dr. sc. Irena Barukčić**, viši asistent

Irena Barukčić rođena je 18. svibnja 1981. godine u Doboju, BiH. Godine 2006. diplomirala je nutricionizam na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu. Godine 2007. upisuje Poslijediplomski doktorski studij prehrambene tehnologije, a 12.travnja 2013. godine obranila je doktorsku disertaciju.

U razdoblju između svibnja 2006. i srpnja 2007. bila je zaposlena kao suradnik na projektima implementacije sustava upravljanja sigurnošću i kvalitetom hrane te je prošla dodatne obuke na području primjene normi niza ISO, HACCP sustava te certifikacije proizvoda zaštićenim oznakama izvornosti/zemljopisnog podrijetla. Akademске godine 2009./2010. dobila je stipendiju Hrvatske zaklade za znanost i potporu Katoličke akademске službe za razmjenu Savezne Republike Njemačke te je provela semestar na stručnom usavršavanju na Tehničkom sveučilištu u Münchenu. Dosad je objavila 11 znanstvenih, 2 stručna i 8 popularnih radova te je sudjelovala na brojnim znanstvenim i stručnim kongresima.

Koautor je sveučilišnog priručnika *Analize mlijeka i mlječećih proizvoda*.

Dobitnica je potpore Biotehničke zaklade za postignute rezultate u području biotehničkih znanosti s mogućom primjenom u gospodarstvu za 2010. godinu. Aktivni je član Hrvatske mljekarske udruge gdje surađuje u izdavanju znanstvenog časopisa *Mljekarstvo*, a od 2008. godine je i član Hrvatskoga društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista.



dr. sc. **Katarina Lisak Jakopović**, viši asistent

Rođena je 27. siječnja 1985. godine u Zagrebu. Nakon završene Prirodoslovno-matematičke gimnazije u Zaboku, 2003. upisuje Prehrambeno-biotehnološki fakultet.

Godine 2008. diplomirala je na smjeru prehrambenog inženjerstva Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Dobitnica je Nagrade dekana za najbolje rezultate ostvarene u svojoj generaciji tijekom studija te Nagrade dekana u znak priznanja za

objavljen studentski rad.

Godine 2009. diplomirala je i smjer nutricionizam istog fakulteta. Od 2009. radi kao znanstvena novakinja u Laboratoriju za tehnologiju mlijeka i mlječnih proizvoda.

Doktorirala je 2013. Kao dobitnica potpore Hrvatske zaklade za znanost Republike Hrvatske te potpore Njemačke službe za razmjenu studenata i znanstvenika, provela je godinu dana na stručnom usavršavanju na Tehničkom Sveučilištu u Münchenu. Objavila je 11 znanstvenih i 6 stručnih radova. Sudjelovala je na 20 domaćih i međunarodnih kongresa i radionica s 11 priopćenja. Sudjelovala je na 7 znanstvenih te stručnih domaćih i međunarodnih projekata kao stručni suradnik i izvoditelj projekta.

Osim znanstveno-istraživačke djelatnosti, sudjeluje u izvođenju laboratorijskih vježbi i seminara na preddiplomskom i diplomskom studiju svih kolegija mljekarske struke. Članica je Hrvatske mljekarske udruge te Hrvatskog društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista.



## **Višnja Magdić, dipl. ing. agr.**

Višnja Magdić rođena je 9. siječnja 1965. u Sisku, gdje je završila osnovnu i srednju medicinsku školu.

Nakon završene srednje škole upisala je Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Odsjek za stočarstvo.

Diplomirala je 1989. te stekla zvanje diplomiranog inženjera agronomije.

Godine 1997. upisuje poslijediplomski studij Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje specijalizira

kozarstvo i sirarstvo. Trenutno radi na prijavi teme disertacije.

Zaposlena je u Savjetodavnoj službi na mjestu više stručne savjetnice, ispostava Slunj – podružnica Karlovačke županije. Njezina uža specijalnost je sirarstvo kao dopunska djelatnost na obiteljskome poljoprivrednom gospodarstvu i ruralni razvoj. Članica je i stručna tajnica Saveza udruga malih sirara RH *SirCro* te tajnica Udruge malih sirara Karlovačke županije *KORNI*. Jedna je od idejnih začetnika i voditeljica projekta Cesta sira Karlovačke županije. Objavila je 3 znanstvena i 2 stručna rada, te je sudjelovala na brojnim domaćim i međunarodnim kongresima i radionicama.



## Danijela Stručić, dipl. ing. agr.

Danijela Stručić rođena je u Koprivnici. Osnovnu i srednju veterinarsku školu završila je u Križevcima. Nakon završene srednje škole upisala je Višu poljoprivrednu školu – smjer stočarstvo na Visokome gospodarskom učilištu u Križevcima.

Po završetku više poljoprivredne škole i stjecanju zvanja inženjera poljoprivrede smjera stočarstvo, upisuje treću godinu na Agronomskom fakultetu u Zagrebu – smjer stočarstvo, gdje je diplomirala 2002.

godine te stekla zvanje diplomirang inženjera agronomije.

U Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji zaposlena je od 2002. godine. Pripravnički staž odradila je u stočarskoj službi Križevci, a od 2004. godine radi u Središnjem laboratoriju za kontrolu kvalitete mlijeka na poslovima komunikacije s kupcima, te je aktivno uključena u pripremu dokumentacije za ustrojstvo laboratorija prema HRN EN ISO/IEC 17025.

Od 2009. godine imenovana je rukovoditeljem Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka, a od 2013. godine imenovana je pomoćnicom ravnatelja za Službu za kontrolu kvalitete poljoprivrednih proizvoda unutar koje se nalaze Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka, Odjel za kontrolu kvalitete stočne hrane, Odjel za kontrolu kvalitete meda i Odjel za kontrolu ocjenjivanja na liniji klanja životinja.

**Naložba v vašo prihodnost**  
Operacijo delno finančira Evropska unija  
Evropski sklad za regionalni razvoj



**Ulaganje u vašu budućnost**  
Operaciju dijelomično finančira Evropska unija  
Evropski fond za regionalni razvoj



**REPUBLIKA SLOVENIJA  
SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ  
IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO**



**razvojni  
center  
novo mesto**



Visoka škola za ekonomiju,  
poduzetništvo i upravljanje  
Nikola Šubić Zrinski

**Korni**

Ova publikacija izrađena je uz pomoć Evropske unije.  
Za sadržaj publikacije odgovara isključivo Veleučilište u Karlovcu,  
a ona se ni na koji način ne može smatrati službenim stajalištem Evropske unije.