



SIRARSTVO

V TEORIJI IN PRAKSI

SIRARSTVO

V TEORIJI IN PRAKSI



Veleučilište u Karlovcu
Karlovac, 2015.

Recenzenti:

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

Urednik:

dr. Bojan Matijević, prof. v. š.

Strokovni sodelavci pri nastajanju dela:

Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma, Novo mesto, Slovenija
(dr. Jože Podgoršek, Janez Bratkovič, Jana Goršin Fabjan, Mojca Kogovšek)

Prevod v slovenščino:

Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma, Novo mesto, Slovenija
(dr. Jože Podgoršek, Janez Bratkovič, Jana Goršin Fabjan, Mojca Kogovšek)

Lektorica:

Suzana Jakoša, prof.

Izdajatelj:

Veleučilište u Karlovcu, Karlovec, Hrvaška

Za izdajatelja:

dr. Branko Wasserbauer, prof. v. š.

Grafično oblikovanje:

Sonja Stanković, dipl. ing. graf. teh.

Tisk:

Tiskara Galović, Duga Resa, Hrvaška

Naklada:

100 izvodov

Izdajo tega visokošolskega priročnika je odobrila Komisija za izdajateljsko dejavnost Veleučilišča v Karlovcu z Odločbo o izdaji publikacije št. 7.5-13-2014-8.

ISBN:

978-953-7343-80-4

© Vse pravice pridržane. Ta knjiga je avtorsko zaščitena, kar pomeni, da se ne sme niti delno reproducirati niti shranjevati v sistemu za reproduciranje, niti prenašati v kakršni koli obliki oziroma na kakršnikoli način brez pisne privolitve izdajatelja.

Predgovor

Po svetu je izšlo že veliko knjig o tehnologiji proizvodnje sira in vsaka je posebna na svoj način. Posebnosti te knjige so njen nastanek, slog pisanja in sposobnost avtorjev bralcu približati in pojasniti temo, ki jo obravnavajo, in odgovoriti na vprašanja o tem, kar ga zanima. Zaradi tega je priročnik *Sirarstvo v teoriji in praksi* poseben na svojstven način. Nastal je kot rezultat dela skupine strokovnjakov pri projektu *Regionalna proizvodnja sira – podjetniška priložnost za razvoj podeželja*, z akronimom NAPREDEK, ki je bil izveden v okviru Operativnega programa Slovenija – Hrvaška 2007–2013, številka 4300-119/2012-SVRL.

Pri projektu so se združili vodilni hrvaški in slovenski strokovnjaki, znanstveniki in raziskovalci, ki se ukvarjajo s problematiko sirarstva z namenom povečanja ravni tehnološkega znanja v proizvodnji sira na majhnih kmetijah ter ob tem izobraževanja potrošnika o pomenu sira v prehrani ter promoviranja in razvijanja kulture uživanja sira. Najpomembnejši cilj projekta je povezovanje malih sirarjev z znanstvenimi ustanovami, s čimer se pravzaprav udejanja podjetniška priložnost za razvoj podeželja. Avtorji so s svojo nalogo sklenili dolgoletno razvojno pot in jo strnili v priročnik, ki je zanimiv zaradi visoke ravni ter celovitosti prikaza predelave mleka v sir. Slojevitost podanih strokovnih prispevkov se odraža v izboru v priročniku predstavljenih tem. Vsako besedilo se lahko bere samo zase in je lahko naključno izbrano. Teme so lahko zanimive tako za nepoučenega bralca kot strokovnjaka sirarja. H kakovosti ter h končnima obliki in vsebini priročnika so veliko prispevali tudi recenzenti s svojimi priporočili. Priročnik *Sirarstvo v teoriji in praksi* je nastal s sodelovanjem avtorjev s Hrvaškega in iz Slovenije, zato je napisan v dveh izvornih jezikih. To je hkrati dodatna vrednost, ki kaže na lepoto in namenskost čezmejnega sodelovanja.

Upam, da bo vsak bralec našel potrebne informacije ter da bo priročnik še dolgo koristen in nepogrešljiv.

Karlovac, januar 2015

Bojan Matijević

Vsebina

PREDGOVOR **3**

1 SIR SKOZI ZGODOVINO **11**

Bojan Matijević

1.1 Izvor besede sir	11
1.2 Civilizacijski pomen sira	12
1.2.1 Sir kot prehranski in zdravstveni fenomen	12
1.2.2 Sir kot tehnološki fenomen	13
1.2.3 Sir kot kulturni in verski fenomen	13
1.2.4 Sir kot ekonomski fenomen	14
1.3 Predelava mleka v sir	14
1.4 Sirarstvo starega veka	16
1.5 Sirarstvo srednjega veka	20
1.6 Sirarstvo v obdobju renesanse in industrijske revolucije	22
1.7 Sodobno sirarstvo	24
Literatura in viri	27

2 SPLOŠNO SIRARSTVO **29**

Samir Kalit

2.1 Sir – opredelitev in delitev	29
2.2 Osnovni tehnološki postopki pri izdelavi sira	30
2.2.1 Hlajenje mleka	30
2.2.2 Toplotna obdelava mleka	31
2.2.3 Tipizacija mleka	32
2.2.4 Homogenizacija mleka	32
2.2.5 Dodajanje barvil in dodatkov	32
2.2.6 Dodajanje mlekarskih mikrobioloških kultur in zorenje mleka	33
2.2.7 Dodajanje sirišča in usirjanje mleka	35
2.2.8 Rezanje koaguluma in obdelava sirnega zrna	38
2.2.9 Oblikovanje sira v kalupih (oblikovalih)	39
2.2.10 Stiskanje sira	40
2.2.11 Soljenje sira	41
2.2.12 Zorenje sira	42
2.2.13 Pakiranje, skladiščenje in odposlanje sira	44
Literatura in viri	45

3 VRSTE SIRA IN NJIHOV POMEN V PREHRANI LJUDI **47**

Rajka Božanić

3.1 Proizvodnja sira	47
3.2 Delitev in glavne vrste sira	48

3.2.1 Ekstra trdi sir	49
3.2.2 Trdi sir	51
3.2.3 Poltrdi sir	52
3.2.4 Sir z zorenjem s površinsko mažo ali sluzjo	52
3.2.5 Sir s plemenito plesnijo	52
3.2.6 Sir iz parjenega testa	53
3.2.7 Sir v slanici	53
3.2.8 Sveži sir	54
3.2.9 Sir iz sirotke	54
3.3 Prehranska in zdravstvena vrednost sira	55
Literatura in viri	57

4 TRADICIONALNE VRSTE SIRA NA HRVAŠKEM IN V SLOVENIJI **59**

Samir Kalit

4.1 Današnji pomen tradicionalnih vrst sira	60
4.2 Posebne lastnosti tradicionalnih vrst sira	60
4.3 Ukrepi za izboljšanje in razvoj tehnologije proizvodnje tradicionalnih vrst sira	60
4.4 Nekaj pomembnih tradicionalnih vrst sira na Hrvaškem in v Sloveniji	61
4.4.1 Paški sir	61
4.4.2 Tounjski sir	63
4.4.3 Preveli (prevehli) sir	64
4.4.4 Krški sir	64
4.4.5 Sir škripavec	65
4.4.6 Istarski sir	66
4.4.7 Sveži sir in kislá smetana	67
4.4.8 Sir turoš	68
4.4.9 Bohinjski sir	68
4.4.10 Tolminski sir	69
Literatura in viri	70

5 IZDELAVA SIRA V DRŽAVAH EVROPSKE UNIJE **71**

Irena Barukčič

5.1 Uvod – Kako je sir prispel v Evropo?	71
5.2 Nemški sir	72
5.3 Francoski sir	74
5.3.1 Mehki sir in sir s plemenito plesnijo	74
5.3.2 Trdi in poltrdi francoski sir	76
5.4 Italijanske vrste sira	78
5.5 Angleške in nizozemske vrste sira	81
5.6 Preostala Evropa	83
Literatura in viri	84

6 ANALIZA IN KVALITETA MLEKA **85**

Danijela Stručič

6.1 Kvaliteta mleka	86
6.1.1 Zahteve za sveže surovo mleko pri odkupu	86
6.1.2 Zdravstvene in higienske zahteve za proizvodnjo surovega mleka	87
6.2 Analiza mleka	89
6.2.1 Pot vzorca mleka	91

6.2.2 Laboratorijska analitika	93
6.3 Dokumentacija/evidence	101
Literatura in viri	102
7 DODATKI V PROIZVODNJI SIRA IN NJIHOV POMEN	103
<i>Bojan Matijević</i>	
7.1 Mikrobne kulture v proizvodnji sira	103
7.2 Sirilo in drugi encimski pripravki	105
7.3 Encimski pripravki za pospeševanje zorenja sira	107
7.4 Kalcijev klorid ali natrijev klorid	108
7.5 Dinatrijev hidrogenfosfat	109
7.6 Natrijev ali kalijev nitrat	109
7.7 Lizocim	109
7.8 Nizin	110
7.9 Kovine v sledih	110
7.10 Ekstrakti barv	110
Literatura in viri	111
8 MIKROBNE KULTURE V PROIZVODNJI SIRA	113
<i>Irena Rogelj</i>	
8.1 Tipi mikrobnih kultur	114
8.1.1 Nedefinirane in definirane mikrobne kulture	114
8.1.2 Delitev mikrobnih kultur glede na optimalne temperature rasti in končne produkte fermentacije	115
8.2 Sestava sirarskih mikrobnih kultur	116
8.2.1 Primarna (osnovna) mikrobna kultura	118
8.2.2 Sekundarna (dodatna) mikrobna kultura	119
8.3 Zaključek	122
Literatura in viri	123
9 HIGIJENA IN SANITARNO-HIGIENSKI UKREPI V PROIZVODNJI SIRA	125
<i>Samir Kalit</i>	
9.1 Uvod	125
9.2 Načela sledljivosti	127
9.2.1 Uporaba načela HACCP v manjših sirarnah	127
9.3 Vodnik dobre higienske prakse	128
9.4 Postopek sanitarno-higienskih ukrepov za sirarno in opremo	129
9.5 Avtosterilizacija sira	132
Literatura in viri	132
10 NAJNOVEJŠI DOSEŽKI V PROIZVODNJI SIRA	133
<i>Bogdan Perko</i>	
10.1 Usirjanje mleka	134
10.1.1 Kaj pomeni usirjanje mleka?	134
10.2 Analitska kontrola mleka	135
10.3 Obdelava mleka	136
10.3.1 Čiščenje mleka	136
10.3.2 Toplotna obdelava mleka	136

10.3.3 Zorenje mleka	136
10.3.4 Tipizacija mleka	136
10.4 Dodatki mleku	136
10.4.1 Sirošče	136
10.4.2 Mikrobiološka cepiva – kulture	137
10.5 Koagulacija mleka	137
10.5.1 Potek usirjanja	140
10.5.2 Mlečna beljakovina – kazein	140
10.5.3 Potek usirjanja	141
10.5.4 Ravnanje pri usirjanju	141
10.6 Obdelava koaguluma	141
10.6.1 Sinereza	141
10.6.2 Predsirjenje	141
10.6.3 Dosirjenje	142
10.7 Oblikovanje sira	142
10.8 Stiskanje sira	143
10.9 Soljenje sira	143
10.10 Zorenje sira	143
10.10.1 Primarno zorenje	144
10.10.2 Sekundarno zorenje	144
10.11 Nega sira med zorenjem	144
10.12 Napake v siru	145
10.13 Kinetika mikrobnih procesov med zorenjem sira	145
10.14 Proteoliza	147
10.15 Lipoliza	147
Literatura in viri	148

11 OPREMA IN ZAKONSKI PREDPISI ZA MAJHNE SIRARNE 149

Višnja Magdić

11.1 Vrste objektov	150
11.1.1 Vrste objektov na Hrvaškem	150
11.1.2 Vrste objektov v Sloveniji	151
11.2 Pogoji za gradnjo in opremo sirarne	152
11.3 Prostori	154
11.3.1 Pogoji v prostorih za sprejem in predelavo mleka	154
11.3.2 Pogoji v prostorih za zorenje in pakiranje sira	156
11.3.3 Garderoba	157
11.3.4 Sanitarni prostor	157
11.4 Oprema v majhni sirarni	158
11.4.1 Osnovna oprema v sirarni	158
11.4.2 Dodatna oprema	162
11.5 Prodaja sira	163
11.5.1 Oprema v prodajalni	163
11.6 Pravna ureditev	165
Literatura in viri	165

12 SLEDLJIVOST IN KONTROLA KAKOVOSTI SIRA**167***Irena Barukčič*

12.1 Pravna ureditev	167
12.2 Sledljivost	168
12.2.1 Definicija	168
12.2.2 Zahteve glede sledljivosti	169
12.2.3 Kaj sledi po vzpostavitvi sledljivosti?	173
12.2.4 Praktična uporaba v sirarstvu	173
12.3 Kontrola kakovosti sira	174
Literatura in viri	177

13 PAKIRANJE IN DEKLARIRANJE SIRA**179***Katarina Lisak Jakopović*

13.1 Pakiranje sira	179
13.1.1 Material za pakiranje sira	180
13.2 Deklariranje sira	181
13.2.1 Praksa poštenega obveščanja	181
13.2.2 Odgovornosti	182
13.2.3 Vsebina deklaracije	182
13.2.4 Delitev vrst sira	186
Literatura in viri	187

14 POVEČANJE TRŽNE VREDNOSTI SIRA**189***Rajka Božanić*

14.1 Prednosti uvajanja zaščitnih označb	189
14.2 Označba porekla	191
14.3 Označba zaščenega geografskega porekla	191
14.4 Označba zajamčene tradicionalne posebnosti	192
14.5 Registracija in zaščita	192
14.5.1 Dejavnosti pred registracijo	193
14.5.2 Postopek registracije na nacionalni ravni	194
14.5.3 Postopek registracije na ravni Evropske unije	195
Literatura in viri	196

ZAPISI O AVTORJIH**199**

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

SIR SKOZI ZGODOVINO

Bojan Matijević

Sir je hrana, ki jo v vsakdanjem življenju sprejemamo kot nekaj običajnega in kot nekaj, kar izhaja iz našega časa. Zgodovina sira je dolga ter prepletena z različnimi miti, legendami in zgodovinskimi dokazi, ki opisujejo njegov izvor in tudi razvoj proizvodnje. Za nekatere mite in legende o siru ni zgodovinskih dokazov in so del kulturne dediščine, ki se iz roda v rod prenaša z ustnim izročilom. Zaradi tega je zgodovina sira zelo dinamična in zanimiva.

Veščina proizvodnje sira se je razvijala več stoletij, da bi bila prehrana ljudi čim kakovostnejša, a tudi, da bi se mleko predelalo in tako shranilo za čim daljši čas. Ta veščina se je tradicionalno prenašala iz roda v rod; tudi številne vojne, osvajanja in srečanja civilizacij so prispevali k njenemu širjenju in razvoju.

Posamezne države in posamezna območja teh držav so razvili specifične, pogosto zelo različne postopke proizvodnje sira tako, da je v današnji sodobni civilizaciji veliko različnih vrst sira. V literaturi je omenjenih več kot 2000 različnih vrst. Številne se imenujejo po kraju izvora. Njihova raznolikost se odraža v obliki in konstrukciji opreme, ki se uporablja v proizvodnji sira, vendar so si osnovne karakteristike procesa proizvodnje in senzorične lastnosti zelo podobne.

S takim pristopom se število različnih vrst sira zmanjša na od 400 do 1000. Po Robinsonu (1990) obstaja samo 18 različnih vrst sira, iz katerih so nastale številne različice kot posledica kulturnih, klimatskih in drugih posebnosti posamičnih regij, kar hkrati otežuje klasifikacijo različnih vrst sira in njihovih različic.

1.1 Izvor besede sir

Oblika in pomen besede sir sta se skozi stoletja spreminjala v vseh svetovnih jezikih. S preučevanjem etimologije besede (kdaj se je začela rabiti, iz katerega jezika izvira ter kako sta se spreminjala njuna oblika in pomen) lahko spremljamo

tudi zgodovino sira kot hrane. Beseda sir v vseh jezikih izvira iz grške besede *formos* ali pa latinske besede *caseus*. Grški izraz je povezan s poimenovanjem košare *formoi*, izdelane iz rogoza. Take košare Grkinje ročno pletejo še danes.

Košara je bila namenjena za odcejanje, sir pa je v njej prevzel njeno obliko. Grški izvor besede sir zasledimo v starofrancoski besedi *fromage* ili *furmage*, francoski *formage*, španski *formaje* in italijanski *formaggio*. Širjenje latinskega izvora besede je posledica rimskega osvajanja, ki je sir kot hrano prineslo mnogim narodom, prav tako pa tudi večino proizvodnje sira. Latinski izvor zasledimo v nizozemski besedi kaas, portugalski queujo, staroangleški cese ali cyse, angleški cheese, staronemški chasi ali kasi, nemški käse, španski queso in italijanski cacio.

1.2 Civilizacijski pomen sira

Sir kot proizvod, kakršnega poznamo danes, je dediščina številnih civilizacij in kultur, kajti ni nastal kot proizvod le ene civilizacije. Z odkritjem osnovne tehnologije proizvodnje sira je vsaka civilizacija dala nekaj novega in izboljšala proizvodnjo. Tako od primitivno strjenega mleka, ki je lahko hrana, danes poznamo veliko različnih vrst sira in njihovih različic, za proizvodnjo pa je potrebnih veliko znanja in veščin. Zgolj na podlagi opazovanja bi lahko rekli, da je to živilo, ki zadovoljuje osnovne prehranske potrebe ljudi v različnih zgodovinskih obdobjih. Civilizacijski pomen sira pa je veliko širši, kajti gre za poseben fenomen, ki se prepleta na različnih družbenih področjih.

1.2.1 Sir kot prehranski in zdravstveni fenomen

Danes je splošno poznano dejstvo, da so mleko, fermentirano mleko in sir osnova pravilne prehrane. Poleg tega, da številnim gurmanom vzbuja užitek, je sir vir hranljivih snovi, in to v obliki, ki jo organizem z lahkoto izkoristi. Sir je koncentrirani vir beljakovin visoke biološke vrednosti, zato se priporoča vsakodnevno uživanje skoraj vsem ljudem ne glede na starost. Sir pa je tudi dober vir v maščobah topnih vitaminov (A, D, E, K) in v vodi topnih vitaminov (vitaminov skupine B: B1, B2, B6, B9 in B12) ter tudi mineralov, še posebej kalcija, fosforja in magnezija. Vsakodnevno uživanje sira je koristno, in to ne samo zaradi številnih hranljivih snovi, pač pa tudi zato, ker sir pozitivno deluje na ohranjanje zobne sklenine in ščiti zobe pred kariesom. Znano je, da sta za zdrav razvoj zob potrebna kalcij in fosfor, obeh pa je veliko v siru. Poleg tega je dokazano, da prav kalcij in fosfor poleg mlečnih maščob in beljakovin (kazeina in beljakovin sirotke) v mlečnih proizvodih tudi varujeta pred nastankom zobnega kariesa. Preventivna vloga sira pri razvoju zobnega kariesa je v tem, da nevtralizira kisline, ki nastajajo po razgradnji ogljikovih hidratov v ustih, spodbuja izločanja sline, zmanjšuje oprijem bakterij na zobno površino, zmanjšuje demineralizacijo sklenine ter reminer-

alizacijo sklenine s kazeinom, kalcijem in fosforjem.

O pomenu sirakot živilapriča tudi vsakdanja prehrana Rimljanov, o kateri izvedemo veliko iz ohranjenih receptov, v katerih je bil sir glavna sestavina. Sir je bil v žrtenem kruhu (*libum*) in kolačih (*placenta*, *spaerita*, *scribilita*, *erneum*), v kruhu z moštom (*mustaceus*) ter v desertih (*seconda mensa*), kot so cmoki in kolači iz sira, meda in maka (*globi*, *savillum*) ali začinjene solate s sirom in česnom (*moretum*, *appendix vergiliana*). Sir je bil tudi del obveznega obroka (*ciba castrensia*), ki so ga vojaki nosili s seboj med vojskovanjem in je bil najpogostejše sestavljen iz svinjske slanine, pšenice, kislega vina (*posca*) in sira. Dnevna količina sira, ki so jo zaužili vojaki ene rimske legije v Burnumu, je bila okrog 130 kilogramov.

Poleg sira v procesu proizvodnje nastaja tudi rumeno zelenkasta tekočina, ki se izloča iz koaguluma po koagulaciji kazeina iz mleka. Ta stranski proizvod se imenuje sirotka. Pomembnost sirotke kot napitka je poudarjal Hipokrat (460 let pr. n. št.) ter jo priporočal za zdravljenje tuberkuloze, kožnih bolezni, zlatenice, prebavnih motenj ipd. V srednjem veku se je laktoserum (sirotka) uporabljal za zdravljenje različnih bolezni, vrhunec uporabe v zdravstvene namene pa je bil v 18. stoletju, ko so se pojavile posebne ustanove za zdravljenje s sirotko. Švica, Nemčija in Avstrija so v 18. in 19. stoletju uporabljale sirotko za zdravljenje diareje, dizenterije in nekaterih zastrupitev. Tedaj so menili, da sirotka deluje odvajalno in krepi organizem.

1.2.2 Sir kot tehnološki fenomen

Izdelava kakovostnega sira je tudi danes svojevrstno mojstrstvo. Na začetku proizvodnje ljudje niso razumeli sprememb, ki so se odvijale med izdelovanjem sira, z izkustvenim znanjem pa so te procese večje upravljali. Znanje o tem so prenašali na poznejše rodove, ki so dodali še kaj novega in proizvodnjo izboljšali. Razumevanje sprememb pri izdelavi sira se je začelo v drugi polovici 19. stoletja, kar je bilo posledica razvoja kemije, biokemije in mikrobiologije. Danes vemo, da v proizvodnji sira sodelujejo različni encimi, bakterije in (ali) plesni. Danes poleg znanja, ki so ga ljudje stoletja spretno izrabili v proizvodnji sira, uporabljamo tudi druge številne vrste tehnologije, ki povezujejo naravoslovne in tehniške vede ter so spodbudile razvoj. Danes jih poimenujemo s skupnim izrazom biotehnologija. Sir – ob vinu, pivu in kruhu – je povezan z začetki sodobne biotehnologije in je za človeštvo zelo koristen.

1.2.3 Sir kot kulturni in verski fenomen

Sir kot hrano in tudi proces proizvodnje opisujejo številna ohranjena besedila starogrške in rimske ter tudi sodobne književnosti. Vrednost sira so prepoznale številne vere, od tipičnih prvih civilizacij vse do danes znanih ver. Starodavni Grki so sir častili kot hrano bogov, a tudi kot sredstvo za preživetje navadnih smrtnikov. V njihovih zapisih so ohranjeni številni podatki.

Najzgodnejši in najpomembnejši zapisi o proizvodnji sira so omenjeni v *Odisseji*, starogrškem epu, ki je nastal okrog leta 700 pr. n. št. in ki ga pripisujejo pesniku Homerju. V IX. spevu epa, ki opisuje srečanje Odiseja in kiklopa Polifema na Siciliji, je Homer napisal:

»Pogumno smo vstopili v votlino in si jo dobro ogledali. Kot v kakem skladišču so stale košare polne sira in vse posode, sodi in sklede so bili napolnjeni z ovčjo sirotko. V hlevih so bili kozlički in jagnjeta skrbno razporejeni po starosti.«

V nadaljevanju Homer tudi opiše, kako Polifem izdeluje svež sir, ki ga odceja v košari iz rogoza (*formoi*).

Sir kot hrano enako cenijo židje in kristjani, kar je razvidno iz Stare zaveze Biblije. Prva knjiga o Samuelu (1 Sam 17-18) in Druga knjiga o Samuelu (2 Sam 17-19) sta dela Stare zaveze, v kateri je sir omenjen kot dragocena hrana in tudi kot dar.

1.2.4 Sir kot ekonomski fenomen

Surovo mleko je zlahka pokvarljiva hrana, z njegovo predelavo v sir pa ga lahko konzerviramo v večjih količinah. S tem sta omogočeni daljše hranjenje mleka in povečanja njegove finančne vrednosti. Švicarji so sir uporabljali kot plačilno sredstvo v trgovanju z Rimljani, menjavali so ga za meso, vino in olje. V Rimu je bilo izjemno veliko povpraševanje po siru, zato je cesar Dioklecijan izdal dekret, s katerim je spodbujal proizvodnjo in reguliral najvišjo ceno ene libre (327 g) svežega sira, ki je stala osem denarjev. Iz dekreta sta razvidna velik pomen sira za Rim in težnja cesarja, da bi dosegel tržnoravnotežje med ceno inkoličino sira.

1.3 Predelava mleka v sir

Čeprav ni zanesljivih dokazov o tem, kdaj so bili udomačeni prvi sesalci, velja prepričanje, da se je to zgodilo med letoma 10.000 in 7000 pr. n. št., neodvisno na vseh celinah. Vsaka skupina ljudi je izbrala določeno vrsto sesalca za udomačitev na podlagi njegove dostopnosti in poslušnosti. Prvi sesalci, ki so živeli z ljudmi, so bili verjetno volkovi in drobnica, kot so ovce in koze. Živali, kot so krave, konji in kamele, so bile udomačene nekoliko pozneje, okrog leta 4000 pr. n. št. Te živali so bile udomačene za potrebe pridobivanja mesa, spoznanje, da se lahko uporablja tudi bela ali rumenkasta tekočina (mleko), ki jo izločajo te živali, pa je poznejše. To potrjuje tudi keramika, najdena v Turčiji (iz okrog leta 6500 pr. n. št.) in Angliji (iz okrog leta 4500 pr. n. št.), ki je bila namenjena za mleko, čeprav mogoče ne neposredno v prehrani ljudi. V tem obdobju zgodovine so ljudje največkrat vzgajali koze in ovce, torej je prvi sir nastal iz njihovega mleka.

Na podlagi opazovanja načina življenja ljudi v tem obdobju je mogoče domnevati, da je izdelava sira nastala naključno. Podnebne razmere in nomadski način življenja sta omogočala zgoščevanje kazeina pod vplivom delovanja kisline, ki

je nastala z vretjem mleka pod vplivom mlečnokislinskih bakterij, ki so naravno prisotne v mleku. Ljudje so v tem obdobju zgodovine shranjevali in transportirali mleko v mehah iz živalskih mehurjev, podobno kakor vodo. Visoke zunanje temperature so ustrezale rasti in aktivnostim mlečnokislinskih bakterij, ki so kisale mleko in ga spreminjale v gel. Ta je dokaj stabilen, a se ob stresanju ali mehanskem razbitju ločuje v dve fazi: trdno, ki je sestavljena iz beljakovin in maščob (koagulum) in tekočo, ki je sestavljena iz vode in v vodi topnih sestavin mleka (sirotko).

Ravno hranjenje mleka v mehah iz živalskih mehurjev je omogočalo kisanje mleka, transport in s tem stresanje pa sta prispevala k ločevanju koaguluma od sirotke. Zaradi pomanjkanja druge hrane so ljudje opazili možnost takojšnjega uživanja tekoče faze kot osvežilnega napitka, čvrsto fazo pa so lahko shranjevali daljše časovno obdobje. Tako dobljeni koagulum je bil obdelan s sredstvi in z metodami, ki so jih poznali v tem obdobju ter so jih uporabljali tudi za shranjevanje mesa, da bi podaljšali rok uporabnosti. Kisel koagulum so sušili na zraku in (ali) so mu dodajali sol. Slani sir (kot sta feta in domiati), podoben izvornemu siru, se tudi danes proizvaja na Bližnjem vzhodu in Balkanu, kjer klimatski pogoji zagotavljajo visoke temperature zraka. Sušeni sir je danes manj znan, čeprav številne različice tega sira še danes proizvajajo na Bližnjem vzhodu in v Severni Afriki.

Hranjenje mleka v mehah iz živalskih mehurjev je prispevalo k spontanemu nastanku tudi drugih kategorij sira, in sicer z delovanjem proteolitičnih encimov (sirila). Če so za hranjenje mleka uporabljali mehurje mladih živali, pri katerih je stena vsebovala encime (tkivo živalskih želodcev), je s hranjenjem mleka v takih mehavih sčasoma prišlo do ekstrakcije encimov, ki so mleko koagulirali in povzročili nastanek gela. Podobno kot pri siru, pridobljenem s kislno koagulacijo, se je tako dobljeni gel med transportom ločil na trdno in tekočo fazo.

Koagulum, dobljen na tak način, je omogočil boljše izločanje tekoče faze in sušenje pridobljenega proizvoda. Koagulum, pridobljen z delovanjem encimov, je bilo mogoče hraniti daljše časovno obdobje od koaguluma, pridobljenega z delovanjem mlečnokislinskih bakterij. Med hranjenjem koaguluma so pogosto delovale različne bakterije, sirilo in encimi iz mleka, ki so spremenili okus, vonj, aromo in teksturo koaguluma. Ta proces danes imenujemo zorenje sira, s pravilnim usmerjanjem pa lahko dobimo veliko vrst sira, ki se razlikujejo po okusu, vonju, aromi in teksturi. Proteolitične encime (renin ali sirilo), ki so jih uporabljali, so izolirani iz želodcev mladih prežvekovalcev, najpogosteje telet in jagnjet. Vendar so kot sirilo uporabljali tudi proteolitične encime nekaterih rastlin, kot sta smokva in osat. Sirilo, ki je bilo pridobljeno iz rastlin, so intenzivno uporabljali Rimljani, vendar ni bilo primerno za sir z dolgim zorenjem, zato je njegovo uporabo nadomestilo sirilo živalskega izvora. Sir, pridobljen z delovanjem encimov, danes zavzema pomembno mesto v industrijski proizvodnji in predstavlja 75 odstotkov skupne proizvodnje sira.

Uporaba ognja za pripravo hrane je prispevala k nastanku še tretje kategorije sira, pri kateri pride do koagulacije beljakovin zaradi delovanja toplote. Ogenj in

toplota pri obdelavi mleka sta se pozneje začela uporabljati zaradi tekočega agregatnega stanja, kar je oteževalo manipulacijo. Postopek proizvodnje sira z delovanjem toplote je prav tako nastal slučajno med poskusom segrevanja kislega mleka. Pri segrevanju je prišlo do zgoščevanja ter odvajanja tekoče in trdne faze mleka. V tej situaciji se je trdna faza izločila razen na dnu posode še na površini tekoče faze. Ljudje so zbrali izločeno trdno fazo s površine in jo uživali v svežem stanju ali obdelali (s soljo in (ali) s sušenjem) ter takšno hranili daljše časovno obdobje.

1.4 Sirarstvo starega veka

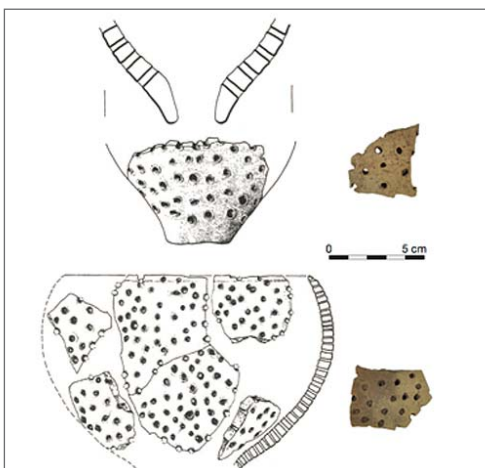
Zgodovinsko obdobje starega veka pomeni vse stare ali starodavne civilizacije, ki so se razvile na območjih Jugozahodne Azije, Egipta, ob Indu, Rumeni reki (Huang Ho) na Kitajskem, v Jugovzhodni Evropi ter Srednji in Južni Ameriki ob obali Tihega oceana. Živinorejo kot vejo kmetijstva zasledimo pri večini civilizacij v tem zgodovinskem obdobju; živino so vzgajali zaradi hrane (mesa in mleka) ter volne in krzna. Obdobje starega veka je pomembno za razvoj proizvodnje sira in širjenje tega kot hrane. Civilizacije na območju Kitajske so se ukvarjale z živinorejo, vendar niso posvečale velike pozornosti proizvodnji mleka in tako tudi ne sira. To je mogoče pripisati intoleranci na laktozo, tj. nezmožnosti prebave laktoze, motnji, ki je značilna za prebivalce tega dela Azije.

Zgodovinarji menijo, da so Sumerci prva visokorazvita civilizacija, ki je nastala ob spodnjih tokih rek Evfrata in Tigrisa. Gospodarstvo te civilizacije je temeljilo na kmetijstvu in pri njej so zasledili tudi prve kmetijske priročnike. Živinoreji so Sumerci posvečali veliko pozornosti. Redili so govedo, ovce, koze, svinje, osle in konje. Proizvodnjo so razvejali na delovne posebnosti (obstajala je delitev, npr. na »ljudi ovc« ali »ljudi koz« ipd.). Pastirji so varovali črede ovc za volno, drugi za meso, tretji za mleko. Sumerci so nam zapustili tudi prve pisane in materialne dokaze o proizvodnji sira. V literaturi Sumercev, izpisani s klinopisom na glinenih ploščicah, je bila za poimenovanje sira rabljena beseda *ga-bar*. Sir so proizvajali iz kravjega, kozjega ali ovčjega mleka, ki so ga shranjevali v ozkih vrčih (okrog 4000 let pr. n. št.). Ta civilizacija je poznala okrog 20 različnih vrst sira (okrog 3000 let pr. n. št.). Razlikovala je beli, sveži in bogati sir. Babilonci so nasledili Sumerce. Ta civilizacija je bila mešanica različnih nomadskih plemen in Sumercev, vendar je bila pod močnim vplivom sumerske dediščine. Iz zapisov te civilizacije (okrog 2000 let pr. n. št.) je jasno razvidno, da so proizvajali mleko in ga predelovali v sir. Babilonci so proizvajali različne vrste sira in rabili različna imena. Osnovna beseda za sir je bila *eqidum*, za sir intenzivnega vonja pa so rabili zaničljiv izraz *nagabu* ali smrdljivi sir. V sir so dodajali vino, zelišča in datlje. Prav takoso bilisiripomemben delkulinarike te civilizacije, o čemur priča nekaj receptov iz tega zgodovinskega obdobja.

Egipt je bil izrazito kmetijska država, ki je nastala v dolini reke Nil. Večina Egipčanov se je v dobi antike ukvarjala s poljedelstvom in z živinorejo.

Osnovne živali, ki so jih redili prebivalci Egipta, so bile koze, ovce in krave. Vladavina prve dinastije (okrog leta 3100 do 2900 pr. n. št.) je zapustila materialne dokaze o proizvodnji sira. V grobnicah vladarjev so na zidovih ohranjene slike, ki prikazujejo proizvodnjo sira. Prav tako sta bili v grobnicah vladarjev prve dinastije najdeni dve keramični posodi. S pozorno kemično analizo ohranjene vsebine teh posod je bilo dokazano, da sta bili namenjeni za shranjevanje sira, kar je nesporen dokaz o proizvodnji sira. Arheologi so analizirali tudi egipčanske zapise in domnevajo, da so stari Egipčani sir imenovali *rwt* in da so poznali najmanj dve vrsti sira.

Sira pa niso proizvajale samo starodavne civilizacije. Z novimi arheološkimi raziskavami je dokazano njegovo obstojanje in proizvodnja na območju Evrope že okrog leta 6000 pr. n. št. O tem pričajo keramične posode, najdene v Severni Evropi (slika 1.1), ki so bile verjetno namenjene ločevanju sirotke od koaguluma.



Slika 1.1: Shematski prikaz rekonstrukcije in fotografije ostankov posode, najdene na območju Kujavije, za katero se domneva, da je bila namenjena za odcejanje sira (Salque in sod., 2013).

O proizvodnji sira na Bližnjem vzhodu v dobi starega veka vemo zelo malo. Poznano je dejstvo, da je to verjetno del sveta, v katerem se je sir proizvajal najprej. Vendar je v literaturi navedenih zelo malo zgodovinskih dejstev o proizvodnji sira. Avtohtoni sir Bližnjega vzhoda je bil v resnici zelo preprost.

V glavnem je šlo za sveži posušeni sir (slika 1.2). Kadar je bilo mleka v izobilju, so izdelovali ovčji sir, ki je bil podoben siru feta, in ga shranjevali v slanici, da bi bil na voljo v mesecih pomanjkanja. Sir halloumi, za katerega se domneva, da izhaja s Cipra, so prvotno izdelovala beduinska plemena iz ovčjega mleka. Sir se je uporabljal v gastronomiji prebivalcev Bližnjega vzhoda. Take navade so se ohranile tudi pozneje, v srednjeveški arabski kuhinji. Sir je tudi danes pomemben del prehrane prebivalstva Bližnjega vzhoda, čeprav poznajo le malo različic in tudi manj gastronomskih receptov kot v Zahodni Evropi.



Slika 1.2: Sušenje sira na strehi šotora beduinov v Arabiji na začetku 20. stoletja (Dalby, 2009)

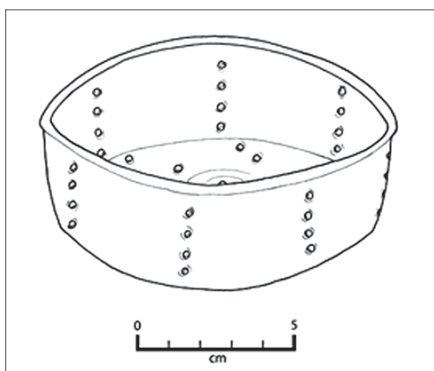
Grška civilizacija je dobro razvila kmetijstvo in živinorejo ter tudi trgovino. Zelo raznoliko podnebje in neugodni teren sta Grkom omogočala samo vzrejo koz in ovc, ki so se lahko prilagodile na take pogoje. Zato so imeli meso, mleko in mlečni proizvodi v prehrani starih Grkov pomembno vlogo. Med izkopavanjem nagrškem otoku Therasia, ki ga je prizadel izbruh vulkana (okrog leta 1627 pr. n. št.), so bili najdeni zgleneli ostanki. Arheologi, ki so izvedli izkopavanje v 19. stoletju, so menili, da gre za sir. Ohranjen seznam živil za eno izmed praznovanj (okrog leta 1300 pr. n. št.) na otoku Pylos kaže, da se je količina sira izražala v merskih enotah kot celi sir ali standardni mikenski sir. Eden izmed teh seznamov je vseboval deset kosov sira, za katere je bilo plačano 86,4 litra vina. O mleku in siru v Grčiji je svoje opazovanje izrazil tudi Aristotel (leta 400 pr. n. št.). Mleko vsebuje serum, imenovan *orros* (sirotka), in čvrsti del, ki se imenuje *tyros* (sir). Aristotel je menil, da če se bo proizvedlo več mleka, bo več tudi sira. Mleko kamel je lahko prebavljivo, sledita mu mleko kobil in oslic, medtem ko je kravje mleko najtežje prebavljivo. Nekateri živali lahko proizvajajo dovolj mleka za svoje potomce, dodatna količina pa se lahko ločuje in predela v sir. To še posebej velja za ovce in koze, v manjši meri tudi za krave. Mleko kobil in oslic se uporablja za izdelavo frigijskega sira. Aristotel je menil, da je mogoče pridobi več sira iz kravjega kot pa iz kozjega mleka. O zorenju sira ni zapisal ničesar. Na podlagi njegovih razprav je mogoče domnevati, da je *trophalides* mali sveži sir, značilen za njegovo dobo, in se je prodajal za en majhen srebrni kovanec.

Rimska civilizacija je največ prispevala k širjenju in razvoju sirarstva. Sir je bil izjemno pomemben v vsakodnevni prehrani Rimljanov, kar se najbolje kaže po ohranjenih receptih, v katerih je glavna sestavina sir. Ohranjeni viri navajajo podatke o proizvodnji sira v Rimu. Kolumela je zapustil podroben opis proizvodnje sira. Menil je, da je treba sir izdelovati iz čim bolj svežega polnomastnega mleka, kajti če mleko stoji ali se zmeša z vodo, hitro postane kislega okusa. Zgoščuje se na podlagi siril (*coagulum*, *rennet*) teletali jagnjet. Ko je lonec poln mleka, to pred segrevanjem ne sme predolgo stati; prav tako lonec ne sme biti v stiku z odprtim plamenom (kar je priljubljena tehnika pri nekaterih ljudeh), pač pa mora stati

poleg ognja. V trenutku, ko se tekočina začne zgoščevati, ga je treba prestaviti v pletena cedila ali kalup, ker je zelo pomembno, da se gosta snov v pravem možnem trenutku popolnoma odcedi. Ko sirar sir strese iz košar ali cedil, ga namesti na čiste deske na hladno in temno mesto, da bi se preprečilo kvarjenje, in ga posoli, da se izloči sirotka. Če po izločitvi sirotke sir stisne s polno močjo, ta postane kompakten. Ponovno ga malo posoli in obteži. Med devetdnevni ponavljanjem tega postopka sir izpira s svežo vodo in ga zлага v vrste na posebno oblikovane pletene police tako, da se posamezni kosi ne dotikajo, dokler se malo ne presušijo. Da sir ne bi bil premehek, ga shranjuje na nekaj polic v zaprtem prostoru, zaščitenem pred vetrom.

Plinij pa je primerjal vrste sira, ki so bile najbolj cenjene v Rimu, in navedel, da so bili najboljši siri iz province Nemausus (Nimes, Francija), še posebej iz tamkajšnjih vasi Lesura (danes Losere) in Gabalis (danes Gevaudan), čeprav je njihova kakovost kratkotrajna in jih je treba pojesti še sveže. Z gorskih pašnikov sta se priporočali še dve vrsti sira: doklejski sir in vatusiški sir. V Apeninih so bile vrste številčnejše. V Liguriji so izdelovali sir iz Cebe (Ceba), ki je v glavnem iz ovčjega mleka, v Umbriji tudi tisti iz Esine (Æsina), z meje Etrurije in Ligurije je bil odličen sir iz mesta Lune (Luni), ki je bil poseben zaradi velikosti (en kos je bil težak skoraj tisoč liber). Bliže Rimu se je proizvajal sir vestina (Vestinum), najboljši te vrste pa je bil z območja mesta Ceditium. Okus kozjega sira, ki so ga zelo cenili, so povečali z dimljenjem. Sir te vrste so izdelovali tudi v Rimu in je bil boljšega okusa od sira, proizvedenega v Galiji, katerega okus je bil močan kot zdravilo.

Za sir, ki so ga izdelovali čez morje, bitinijski sir (Bitinija, Mala Azija), je veljalo, da je bil prvi po kakovosti. Sol je bila na pašnikih, kar je bilo vidno, ko se je sir staral in dobival slankasti okus, čeprav ne pretirano. Prav tako je bilo znano, da je bil siru povrnjen izvirni svež okus, če je bil namočen v mešanico timijana (materine dušice) in kisa. Viri navajajo, da so Rimljani sir obteževali in nameščali v pletene košare ali kalupe. Pletene košare niso ohranjene, so pa ohranjene glinene posode, za katere velja, da so kalupi ali (in) cedilo za sir. Tak kalup je bil najden na območju Ivandvora (slika 1.3). Mala glinena posoda je bila z notranjim premerom okrog 9,8 cm ter s perforacijami na dnu in stenah, ki so bile namenjene za odcejanje sirotke iz koaguluma.

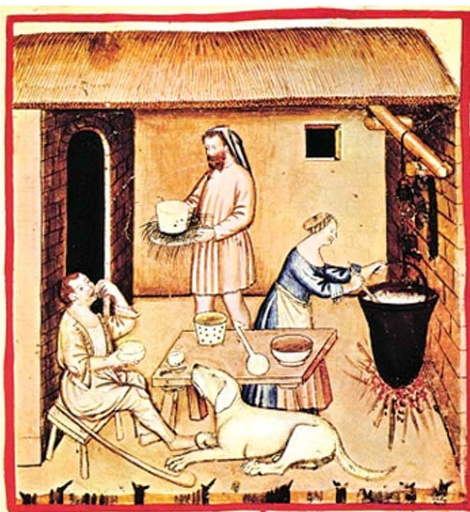


Slika 1.3: Rekonstrukcija posode po analognem materialu, cedilo – kalup za sir, Ivandvor (Ožanić Roguljić, 2010)

1.5 Sirarstvo srednjega veka

Srednji vek je obdobje, ki se je začelo s padcem Zahodnega rimskega cesarstva 476. leta in z nastankom prvih germanskih držav, trajalo pa je vse do Kolumbovega odkritja Amerike leta 1492. Za zgodnji srednji vek je bilo značilno preseljevanje narodov, ki je bistveno spremenilo način življenja tedanjih prebivalcev Evrope. S padcem Zahodnega rimskega cesarstva se je spremenila politična, gospodarska in družbena slika Evrope. Na mejnih območjih so začele vznikat prve države novo prispelih narodov (Germanov, Gotov, Slovanov in Avarov). V srednjem veku se je na dediščini iz antike nadaljeval razvoj sirarstva, ki je prevzelo nove oblike. Večina znanih vrst sira je nastala ravno v srednjem veku (tabela 1.1).

Grki in Rimljani so v zgodnjem srednjem veku nadaljevali proizvodnjo sirov. Grški otok Kreta in severne planine Grčije so bili središče proizvodnje sira. Proizvajali so predvsem sir iz kozjega in ovčjega mleka, ki je bil podoben feti. Številni zgodovinski viri opisujejo ta sir kot zelo slan, rezine pa plavajo v slani vodi. Kolonizacija Sicilije je Grkom omogočila izvoz sira. Sir se je v Zahodni in Srednji Evropi proizvajal veliko pred rimskim cesarstvom. Vendar pa glede evropske zgodovine sira na Portugalskem, v Španiji, Franciji, Belgiji, Švici, Avstriji in Italiji lahko upravičeno rečemo, da se je začela z Rimljani. Vse te države so sir še naprej proizvajale celoten srednji vek.



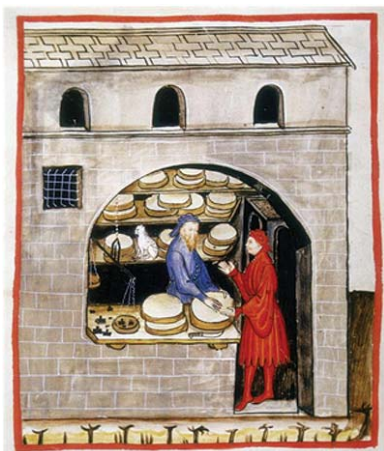
Slika 1.4: Proizvodnja in uživanje sira, ilustracija iz srednjega veka, zdravstveni vodnik Tacuinum Sanitatis (Dalby, 2009)

Za srednjeveške civilizacije je bil značilen izjemno močan vpliv Katoliške cerkve glede vseh vidikov življenja. Cerkev srednjega veka je osnovala samostojne skupnosti menihov (redove), nameščene v samostanih, ki so bili tedanja kulturna in gospodarska središča, še posebej pa so bili uspešni v kmetijski proizvodnji. Menihi so uporabljali najnaprednejše znanje takratnega časa, ki so ga oprli na

izkušnje iz antike. Skoraj vsa svetovna posestva so poskušala sprejeti njihov način obdelave zemlje in predelave proizvodov v hrano. Samostani so bili tudi nosilci proizvodnje sira, vendar so v glavnem predelovali mleko z lastnega posestva. Menihi so ljubosumno varovali skrivnost o postopku proizvodnje sira, kajti sodelovalo je več specializiranih menihov strokovnjakov. Posamezni proizvodni postopek je izvajal samo en menih sirar. Vsak menih sirar je do podrobnosti poznal samo svoje delo, delo drugih pa je bilo zanj skrivnost. Samo opat, ki je vodil samostan, je poznal celoten postopek proizvodnje sira in je to znanje prenesel na meniha sirarja, ki naj bi ga nasledil.

Tabela 1.1: Popis vrst sira, katerih nastanek je opisan v zgodovinskih virih (Puđa, 2009; Tratnik in Božanić, 2012)

Ime sira	Leto	Izvor
Feta	leta 900 pr. n. št.	Grčija
Emmentaler	leta 50 pr. n. št.	Švica
Sbrinz	leta 100	Švica
Gorgonzola	leta 879	Italija
Neufchâtel	leta 1035	Francija
Roquefort	leta 1070	Francija
Caciocavallo	leta 1100	Italija
Munster	leta 1200	Francija
Grana	leta 1200	Italija
Taleggio	leta 1282	Italija
Gruyere	leta 1288	Švica
Appenzeller	leta 1400	Švica
Brie	leta 1400	Francija
Cheddar	leta 1500	Anglija
Parmigiano	leta 1579	Italija
Gruyer	leta 1602	Švica
Gouda	leta 1697	Nizozemska
Gloucester	leta 1697	Anglija
Stilton	leta 1722	Anglija
Camembert	leta 1791	Francija
Limburger	leta 1800	Belgija
Port du Salut	leta 1800	Francija
Tilsit	leta 1893	Švica
Bel paese	leta 1920	Italija



Slika 1.5: »Star sir«, ilustracija iz 14. stoletja, zdravstveni vodnik *Tacuinum Sanitatis* (Dalby, 2009)

Umetnost proizvodnje sira so uporabljale tudi večje fevdalne posesti, ki so sprejele, negovale in izpolnjevale tradicijo proizvodnje posameznih vrst sira (slika 1.4). Samostani in tudi večja fevdalna posestva so najpogosteje delovali kot zasebne, zaprte proizvodne enote, ki so poskušale zadovoljiti svoje potrebe po hrani. Ena od osnovnih funkcij samostanov in fevdalnih posesti je bilo zbiranje hrane poleti in jeseni ter njeno primerno konzerviranje in shranjevanje za pozimi. Predelava večjih količin mleka v sir je bilo prav tako pomembno. Organizacija dela v samostanih in na fevdalnih posestvih v pogojih samostojnosti in popolne zaprtosti je pomembno vplivala na razvoj sirarstva. Vsak samostan in fevdalna posest sta razvijala lastno proizvodnjo, v skladu s tradicijo, ki se je razvijala skozi čas, pri čemer so bile vrste sira, ki so jih proizvajali v različnih regijah, pogosto različno poimenovane, čeprav so se uporabljeni postopki le malo razlikovali. V večini primerov je bil sir poimenovan po samostanu ali mestih, v katerih se je začela njegova proizvodnja. Izoliranost samostanov in fevdalnih posesti v srednjem veku in s tem tudi proizvodnja sira, ki je bila organizirana v njihovih okvirih, je verjetno eden od najpomembnejših razlogov za nastanek velikega števila različnih vrst sira in njihovih različic.

1.6 Sirarstvo v obdobju renesanse in industrijske revolucije

Renesansa je eno največjih gibanj v zahodnoevropski kulturi, saj je privedla do preobrata v znanosti, filozofiji, književnosti in likovni umetnosti. V tem obdobju je bila antika obravnavana kot vrhu nečloveške ustvarjalnosti, zato so bile vse umetnosti in znanosti, ki so cvetele v antiki, ponovno oživiljene. Vendar za sirarstvo v tem obdobju zgodovine ni mogoče reči, da je doživelo svojo renesanso. Res je, da so nekatere znane vrste sira nastale v obdobju renesanse (tabela 1.1),

vendar so bili postopki proizvodnje podobni tistim v srednjem veku. Poleg tega je v renesansi plemstvo sir dojemalo kot nezdravega in kot hrano nižjih slojev, zato je njegova priljubljenost upadla. Čeprav sir ni bil priljubljen pri plemstvu, so ga navadni ljudje uživali kot prej. V renesansi je bil sir motiv slikarjev (slika 1.6). Številne grafike in olja na platnu pričajo o prodaji in uživanju sira. Z njih lahko razberemo tudi kaj o priljubljenosti posameznih vrst sira.



Slika 1.6: Uživanje sira ricotta, Vincenzo Campi okrog leta 1536

Odkritje »novega sveta« je povzročilo širjenje sira tudi na območje Južne in Severne Amerike. Prebivalci obeh Amerik do prihoda Evropejcev niso uživali mleka, prav tako tudi niso poznali veščine predelave mleka v sir. Koze so bile prve mlečne živali, ki so bile prepeljane v Ameriko. Vse tri ladje – Nina, Pinta in Santa Maria –, s katerimi je Krištof Kolumb (leta 1492) plul proti Ameriki, so prevažale koze kot vir svežega mleka za mornarje. Veščina proizvodnje sira se je hitro širila »v novi svet« in tako je bilo že leta 1620 na tržnici v Mayflowerju na voljo veliko različnih vrst sira.

Cerkvene reforme, ki so začele veljati v 16. stoletju, so se odrazile tudi v proizvodnji sira. Pojav protestantizma in nastanek Anglikanske cerkve ter spor Henrika VIII. s papežem so privedli do razpustitve samostanov (leta 1540) v Angliji. Številni samostani so bili zaprti, velika samostanska zemljišča pa so prešla v roke kraljevine, potem tudi v roke plemstva. Menihi, ki so prej živeli in delali v samostanih, so si bili prisiljeni poiskati delo, ki so ga našli pri lokalnih kmetih in fevdalcih, in tako se je proizvodnja sira preselila na lokalne fevdalne posesti.

V sirarstvu se je dolgo ohranil obrtni način proizvodnje. Industrijski način se je začel razvijati zelo pozno, po koncu prve industrijske revolucije, tj. šele v drugi polovici 19. stoletja. Prva industrijska sirarna je bila odprta v Združenih državah Amerike, v New Yorku (leta 1851), medtem ko je Evropa dobila industrijsko sirarno nekoliko pozneje (leta 1870), v Londonu. Industrijski način proizvodnje sira je povečal tudi potrebo po sirilu. Za razvoj industrijske proizvodnje je zaslužen Christian D. A. Hansen, farmacevt z Danskega. Razvil je proces pridobivanja čistega in standardiziranega sirila (leta 1872) iz želodcev mladih teličkov, za kar je bil nagrajen z zlato medaljo. Rezultati raziskav so ga leta 1874 pripeljali do prve industrijske proizvodnje sirila.

1.7 Sodobno sirarstvo

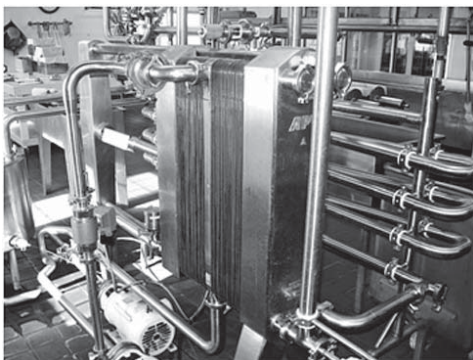
Sodobno sirarstvo se je začelo s koncem prve industrijske revolucije. Osnova procesa proizvodnje sira se do današnjih dni bistveno spremenila, omogočena pa je proizvodnja večjih količin sira, izenačene kakovosti, varne za potrošnike. Za to dobo je značilna potrošniška družba in zato tudi množična proizvodnja sira. Zanimivo je dejstvo, da prebivalci Amerike do prihoda Evropejcev niso poznali proizvodnje mleka in sirarstva. Podobna situacija je bila v Avstraliji in Oceaniji (na Novi Zelandiji). Pa vendar je ravno sodobna proizvodnja sira potekala v Ameriki, Avstraliji in Oceaniji, ki so vodilne svetovne proizvajalke sira. Za večino vrst sira, ki jih danes proizvajamo in uživamo, je značilna bogata zgodovinska dediščina in so nastale v starem ali srednjem veku. Vendar je tudi sodobno sirarstvo razvilo nekatere poznane vrste sire, kot so Monterey Jack (Amerika, leta 1882), Bel paese (Italija, leta 1920) in Maasdam (Nizozemska, leta 1980).

Intenziven razvoj znanosti, ki se je začel v drugi polovici 19. stoletja, je prispeval obsežno znanje in številne dosežke, ki so našli svojo vlogo pri proizvodnji sira. Pojasnjeni so kemični, biokemični in mikrobiološki procesi med sirjenjem in zorenjem sira in tako so nastale tudi številne tehnične inovacije, ki so olajšale proizvodnjo, zmanjšale obseg človekovega dela in omogočile pridobivanje večjih količin sira. Sodobni čas lahko preprosto poimenujemo kot renesanso sirarstva.

Sodobno sirarstvo je omogočilo razvoj kemičnih metod za kontrolo kakovosti mleka in tudi procesa proizvodnje sira, kar je olajšalo vodenje in spremljanje proizvodnje. Tako je prvo metodo za določanje maščob v hrani razvil Franz Soxhlet (Nemčija, leta 1879), toda bila je počasna in ni bila uporabna v mlekarstvu.

Zaradi tega je B. Roesse leta 1884 razvil metodo, ki je temeljila na Soxhletovih načelih in se je lahko uspešno uporabljala v mlekarstvu. Njegova metoda je doživela modifikacijo (E. Gottlieb, leta 1892) in je postala standardna metoda. Nekako istočasno je bila razvita tudi druga metoda za določanje maščob, ki se danes uporablja kot standard, razvil pa jo je N. Gerber (Švica, leta 1892).

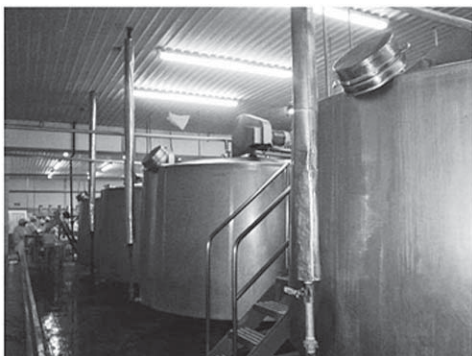
Beljakovine so pomembna sestavina mleka, so osnovna sestavina sira, od njihove količine je odvisna tudi količina sira. Zato so si strokovnjaki prizadevali razviti metode za določanje beljakovin. Prvo metodo za določanje beljakovin je razvil Jean Baptiste Dumas (Francija, leta 1833). Glede na to, da se osnovna ideja ni mogla modificirati, ta metoda ni našla svojega mesta uporabe v sirarstvu. Šele podjetje LECO je razvilo uspešno modifikacijo (leta 1970) te metode, vendar je uporabnost še danes omejena. Drugo metodo za določanje beljakovin je razvil Johan Kjeldahl (Nizozemska, leta 1883). Kjeldahlova metoda z nekaj modifikacijami je postala standardna metoda za določanje beljakovin v siru in se uspešno uporablja še danes. To so samo nekatere kemične metode, ki se uporabljajo v kontroli kakovosti sira ter kažejo na smer sodobnega sirarstva.



Slika 1.7: Pasterizator (Tunick, 2014)

V drugi polovici 19. stoletja so bili postavljeni temelji sodobne mikrobiologije, ki je močno vplivala na sodobno sirarstvo. Raziskave Louisa Pasteurja (Francija, 1822–1895) na področju mikrobiologije so povzročile novo smer v razvoju proizvodnje sira. Pasteur je dokazal, da so ravno mikroorganizmi povzročitelji fermentacije, ki jo je opisal kot življenje brez zraka. Odkril je mlečnokislinske bakterije (leta 1857), ki so pomembne za proces sirjenja in zorenja sira, prav tako je odkril bakterije maslene fermentacije (leta 1861), ki so povzročitelji kvarjenja sira. Pasteurjeve raziskave so potrdile, da so povzročitelji kvarjenja mleka mikroorganizmi. Zato je razvil postopek, s katerim se mleko segreva, da bi bila uničena večina prisotnih bakterij, še posebej patogenih. V sodelovanju s Claudom Bernardom je razvil prvi test (Francija, leta 1862). Pozneje je bil ta proces toplotne obdelave (pri temperaturah, nižjih od 100 °C) poimenovan pasterizacija. Pasterizacija je postala standardni postopek obdelave mleka v proizvodnji sira (slika 1.7).

Prva jo je uvedla mlekarna v Chicagu (leta 1908) in se še danes uspešno uporablja. Drugi mikrobiolog, Robert Koch (Nemčija, 1843–1910), je odkril postopke za vzgojo in preučevanje bakterij, ki se uporabljajo pri izolaciji in identifikaciji mlečnokislinskih bakterij, ki povzročajo sirjenje mleka. Prvo klasifikacijo mlečnokislinskih bakterij je izdelal Orla-Jensen (leta 1919), kar je omogočilo raziskovanje zapletene mikroflore različnih vrst sira. Iz izoliranih mlečnokislinskih bakterij so pridobljene različne mikrobne kulture, kar predstavlja novost, o njihovem pomenu v proizvodnji sira pa je Kundsén leta 1931 zapisal: »Že dolgo je znano, da sir ni dober, če je izdelan iz svežega mleka ali iz dela mleka, ki še ni dozorelo, kajti to mora dozoreti, kar pomeni rast mlečnokislinskih bakterij.« Prvotno so kot mikrobne kulture uporabljali kisló mleko, pozneje pa so bile razvite različne oblike mikrobnih kultur, od tekočih ali suhih do globoko zamrznjenih, ki se uspešno uporabljajo še danes.



Slika 1.8: Posode za sirjenje mleka z dvojno steno (Tunick, 2014)

Industrijska proizvodnja sira je povečala povpraševanje po sirilu, ki pa ga obstoječa industrija sirila ni mogla zadovoljiti zaradi pomanjkanja telečjih želodcev. Zato je FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo) leta 1958 v Rimu organiziral konferenco o pomanjkanju sirila in njegovi svetovni proizvodnji. Ob zaključku te konference je bil zastavljen cilj za intenzivno preučitev možnosti povečanja proizvodnje sirila in iskanje alternativnih zamenjav živalskega sirila z mikrobnim sirilom in s pepsinom. Tako se je začel razvoj alternativnih vrst sirila. Razvite so bile mikrobne vrste sirila (proteinaze plesni ali bakterij), ki že od leta 1976 uspešno zamenjujejo telečje sirilo. Poleg tega se je začel tudi razvoj čistega kimozijskega pripravka (Gistbrocades, leta 1985), ki temelji na genski rekombinaciji na podlagi kvasa in plesni. Danes je tržišču na voljo sirilo iz telečjega želodca, vodilno mesto v proizvodnji in porabi pa imajo pripravki mikrobnega in rekombinantnega kimozina.



Slika 1.9:

Eden od prvih separatorjev za smetano (a), model Alfa A1 iz leta 1889 (Bylund, 2003), in njegov konstruktor Gustaf de Laval (fotografija iz leta 1875) (b)

V proizvodnji sira so se uporabljali različni tehnični pripomočki (slika 1.8). Treba je omeniti uporabo ločevalnika smetane (slika 1.9). Prvi ločevalnik smetane je razvil Gustaf de Laval (Švedska, leta 1879). To odkritje je omogočilo standard-

izacijo maščob v mleku in s tem seveda tudi v siru. Ločevalnik je bil od odkritja do danes večkrat izpopolnjen in se uspešno uporablja v mlekarstvu. Na njegovih konstrukcijskih osnovah je bila razvita tudi baktofuga, ki ločuje bakterije.

Tako je bila ponujena rešitev problema poznega napihovanja sira, kar je sirarjem v preteklosti povzročalo veliko finančno zgubo. V proizvodnjo sira so bili uvedeni tudi membranski postopki (mikrofiltracija, ultrafiltracija in reverzna osmoza).

Pojavili so se okrog leta 1971 in se uporabljajo za mleko ali sirotko. Homogenizacija je postopek drobljenja kapljic maščob v mleku. Prvi homogenizator je razvil Auguste Gaulin (Francija, leta 1899). Ta postopek se v proizvodnji sira redko uporablja, uspešna pa je njegova uporaba za druge mlečne proizvode.

Homogenizacija povzroči oblikovanje mehkejšega koaguluma, ob zmanjšani zmožnosti kontrakcije, in ločevanje sirotke. Zaradi tega homogenizacija v proizvodnji sira ni zaželena, ampak se lahko homogenizira smetana, ki se dodaja v nehomogenizirano mleko.

Sodobno sirarstvo je mehanizirano in avtomatizirano, kar omogoča predelavo kar največjih količin mleka in pridobivanje sira izenačene kakovosti.

Prav tako so vpeljeni sistemi za upravljanje s kakovostjo, kakor sta na primer HAC-CP (leta 1999) in ISO, ki napake v proizvodnji zmanjšajo na minimum, povečujejo učinkovitost in izenačenost proizvodnje ter finančni dobičeksirarjem, hkrati pa potrošnikom zagotavljajo varen proizvod. Poleg tega so bili razviti tudi različni načini pakiranja sira, kar omogoča daljše hranjenje. Ob velikih sirarnah se danes še vedno neguje tudi proizvodnja v sirarnah z manjšo proizvodno zmogljivostjo (na družinskih kmetijah), v katerih uporabljajo sodobno znanje in ga kombinirajo s kulturno dediščino.

LITERATURA IN VIRI

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 korišćenje u proizvodnji sira, *Mljekarstvo*, 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, *Mljekarstvo*, 23 (1), 3 –11.
14. Tratnik, Lj., Božanić, R., Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.
15. Tunick, M.H.: *The Science of Cheese*, Oxford University Press, 2014.
16. Whitehed, W.E., Ayers, J.W. Sandine, W.E. (1993): Recent Developments in Dairy Starter Cultures: Microbiology and Physiology, *Journal of Dairy Science*, 76, 2344 –2353.

SPLOŠNO SIRARSTVO

Samir Kalit

2.1 Sir – opredelitev in delitev

V skladu s Pravilnikom o sirih in izdelkih iz sira (Pravilnik o sirevima i proizvodi-ma odsireva, Narodne novine, št. 20/2009) je sir sveži izdelek ali izdelek različnih stopenj zrelosti, ki se izdeluje z izločanjem sirotke po usirjanju mleka (kravjega, ovčjega, kozjega, bivoljega oz. mešanice različnih vrst mleka), smetane ali pa kombinacije navedenih surovin. Pri izdelavi sira je dovoljena uporaba sirarskih kultur, sirišča ali drugih ustreznih koagulacijskih encimov in (ali) dovoljenih kislin za usirjanje mleka. Sir je fermentirani ali nefermentirani izdelek, pridobljen po usirjanju mleka, posnetega mleka ali delno posnetega mleka, smetane, pinjenca ali pa s kombinacijo navedenih surovin, pri čemer je sirotka zaradi dodatka sirišča oz. drugega nadomestnega encima odtekla.

Vrste sira se glede na delež vode v suhi snovi delijo na zelo trde, trde, poltrde ter mehke in sveže, glede na vsebnost maščob v suhi snovi pa na premastne, polnomastne, mastne, polmastne in puste. Vrste sira delimo tudi po načinu zorenja na nezorene, zorene z bakterijami pretežno v notranjosti, zorene z bakterijami pretežno na površini, zorene s plesnijo pretežno v notranjosti in zorene s plesnijo pretežno na površini.

Cilja tehnologije izdelave sira sta dva:

1. Izdelati sir želenih senzoričnih lastnosti (povidezu, barvi, prerezu, konsistenci, vonju in okusu).
2. Vzpostaviti tehnološko lahko ponovljiv protokol, ki bo usmerjen v izdelavo sira izenačenih lastnosti.

Pri izdelavi sira lahko usirjanje mleka (koagulacijo) dosežemo na tri načine:

1. Z uporabo sirišča ali drugega nadomestnega proteolitičnega encima, ki se

uporablja pri izdelavi večine zorenih sirov in pri nekaterih svežih siri.

2. Z naravnim kisanjem mleka (obarjanjem pri izoelektrični točki) pri pH 4,6. Pri tem načinu, ki se najpogosteje uporablja pri izdelavi svežih vrst sira, se zaradi delovanja mlečnokislinskih bakterij tvori mlečna kislina.
3. Z dodajanjem organskih kislin v ogrevano mleko pri temperaturi od 80 do 96 °C. Ta način uporabljamo pri izdelavi kuhanih vrst sira.

2.2 Osnovni tehnološki postopki pri izdelavi sira

Med izdelovanjem sira se izvajajo tehnološki postopki, ki so skupni za večino vrst sira in je njihovo poznavanje pomembno za razumevanje specifičnih tehnoloških postopkov izdelave nekaterih vrst sira. Osnovni postopki so hlajenje mleka, toplotna obdelava mleka, tipizacija mleka (uravnavanje maščob v mleku), homogenizacija mleka, dodajanje barvil in dodatkov, dodajanje mikrobioloških kultur in zorenje mleka, dodajanje sirišča in usirjanje mleka, rezanje koaguluma in obdelava sirnega zrna, oblikovanje sira v kalup (oblikovala), stiskanje, soljenje, zorenje in pakiranje, skladiščenje in odposlanje sira.

2.2.1 Hlajenje mleka

Ne glede na to, ali se sir izdeluje na družinski kmetiji ali v večjem sirarskem obratu, je treba mleko pred predelavo ohladiti do temperature 4 °C in ga hraniti nekaj časa (do 24 ur), da se zaključi baktericidna faza, po kateri je mleko sploh primerno za usirjanje. Če se mleko hrani v manjših obratih, se običajno hladi v hladilnih bazenih različnih velikosti: od 200 do 1000 litrov in več (slika 2.1).

V večjih sirarskih obratih hranijo mleko v cisterni za surovo mleko, predhodno pa ga ohladijo v pretočnem (ploščnem) hladilniku (slika 2.2). Baktericidne snovi v pravkar pomolzenem mleku, kot so polimorfonuklearni levkociti, makrofagi, laktoperoksidaza, tiocianat, vodikov peroksid in imunoglobulini, ovirajo dejavnost mlečnokislinskih bakterij, ki so nujne pri izdelavi številnih vrst sira.



Slika 2.1: Hladilni bazen za mleko manjše zmogljivosti (fotografija: S. Kalit)



Slika 2.2: Pretočni (ploščni) hladilnik za mleko (fotografija: S. Kalit)

2.2.2 Toplotna obdelava mleka

Pri izdelavi sira se običajno uporabljata dve vrsti toplotne obdelave mleka: termizacija in pasterizacija. Namen toplotne obdelave mleka je biološka standardizacija kakovosti mleka za usirjanje. Termizacija se najpogosteje uporablja pri izdelavi nekaterih tradicionalnih vrst sira, kadar želimo v mleku ohraniti čim več naravnih sestavin (npr. lipoproteinsko lipazo in druge encime).

Obstajajo trije načini termizacije:

- 72 °C, brez zadrževanja,
- 70 °C, 15 sekund,
- 68 °C, 40 sekund.

S pasterizacijo se poleg izboljšanja biološke kakovosti mleka uničijo vsi patogeni in večina drugih (škodljivih) mikroorganizmov. To pomeni, da se s pravilnim izvajanjem pasterizacije zagotavlja mikrobiološka sprejemljivost sira.

Po drugi strani pa se s pasterizacijo uničijo koristne mlečnokislinske bakterije in nekateri naravni encimi v mleku, kot so lipaze. Pomembno je poudariti, da je v toplotno obdelano mleko treba ponovno dodati mlečnokislinske bakterije v obliki čiste mikrobiološke ali starterske kulture. Pri izdelavi sira se običajno uporabljata dve vrsti pasterizacije:

- Nizka ali dolgotrajna pasterizacija pri temperaturi vsaj 63 °C v trajanju vsaj 30 minut (šaržna ali neprekinjena, kotlasta pasterizacija; slika 2.3).
- Srednja ali kratkotrajna pasterizacija pri temperaturi vsaj 72 °C v trajanju vsaj 15 sekund (ploščna pasterizacija).

Visoka ali kratkotrajna pasterizacija (vsaj eno minuto pri temperaturi 85 °C) se pri izdelavi siraredu uporablja, saj vpliva na zmožnost usirjanja (koagulacije) mleka.



Slika 2.3: Sirarski kotel, v katerem poteka nizka pasterizacija (fotografija: S. Kalit)

2.2.3 Tipizacija mleka

Pri izdelavi sira se izvaja tipizacija (standardizacija) mleka, da se izenači sezonsko nihanje v kakovosti mleka oziroma da se razmerje med kazeinom in maščobami v mleku za usirjanje približa na optimalno razmerje 0,7 : 1. Optimalno razmerje med kazeinom in maščobami v mleku za usirjanje je nujno za čim večjo izrabo maščob v siru. Tipizacija mleka se izvaja z delnim posnemanjem mleka (smetane) iz polnomastnega mleka ali z dodajanjem posnetega mleka v prahu v mleko za usirjanje. Za delno posnemanje smetane iz mleka, namenjenega za usirjanje, se uporabljajo posnemalniki (separatorji) različnih zmogljivosti (slika 2.4).



Slika 2.4: Posnemalnik za posnemanje in tipizacijo mleka (fotografija: S. Kalit)

2.2.4 Homogenizacija mleka

Homogenizacija je razbijanje maščobnih kroglic oz. kapljic na zelo drobne kapljice z vzpostavitvijo zelo visokega pritiska in s hitrim vračanjem na običajni pritisk. Na novonastale maščobne kroglice se veže tudi del kazeina (6–8 %), s čimer slednji zmanjšuje svoj delež v mlečnem serumu (mleku brez mlečne maščobe) ali celo poslabšuje lastnosti koagulacije mleka. Zato se homogenizacija pri izdelavi večine vrst sira ne uporablja, saj nastaja drobn koagulum, sestavljen iz mreže beljakovin, ki zadržuje preveč vode. Po drugi strani pa homogenizirano mleko tvori koagulum, ki zadržuje več beljakovin in maščob ter s tem povečuje izkoristek. Homogenizacija se tako uporablja pri izdelavi vrst sira s plemenito modro plesnijo, zato sta v teh vrstah sira intenzivni proteoliza in lipoliza.

2.2.5 Dodajanje barvil in dodatkov

Pri izdelavi sira se mleku (pasteriziranemu in (ali) termiziranemu), pripravljenemu za sirjenje, praviloma dodajajo dodatki v raztopljeni obliki. Dodatki se morajo predhodno dobro raztopiti v mlačni vodi, da se nato čim bolje raztopijo v mleku za usirjanje. Praviloma jih dodamo pred dodajanjem mlekarskih mikrobioloških kul-

tur in sirišča. Najpogosteje se uporabljajo kalcijev klorid (CaCl_2 , za izboljšano sposobnost usirjanja mleka), encim lizocim (za preprečevanje poznega napihovanja sira), encimi za pospešeno zorenje sira (lipaze) in barvila (anato/ β -karoten).

2.2.6 Dodajanje mlekarskih mikrobioloških kultur in zorenje mleka

Mlekarske kulture so naravno prisotne mlečnokislinske bakterije, izolirane iz najboljših vrst sira ali drugih mlečnih izdelkov, ki se pri izdelavi fermentiranih mlečnih izdelkov (vključno z večino vrst sira) obvezno dodajo v koncentrirani obliki (v velikem številu), če je bilo mleko predhodno pasterizirano. Njihova vloga pri izdelavi sira je večpomenska:

1. Razgrajujejo mlečni sladkor in proizvajajo mlečno kislino, pomembno pri izdelavi fermentiranih mlečnih izdelkov (jogurta, acidofilusa, kislega mleka, kefirja itd.) in mnogih vrst sira (paškega, istrskega, krškega itd.).
2. Tvorijo arome (diacetil, acetoin, acetaldehid), ki so pomembne pri oblikovanju okusov nekaterih vrst sira, zlasti svežih in mehkih, ter smetane in masla.
3. Njihovi encimi sodelujejo pri razgradnji beljakovin, maščob, laktoze in citrata med zorenjem mnogih vrst sira in neposredno določajo končni okus, vonj, aromo in teksturo zrelega sira.
4. V mlečnih izdelkih s svojo dejavnostjo zavirajo rast in dejavnost neželenih mikroorganizmov, kar ugodno vpliva na njihovo obstojnost in mikrobiološko neoporečnost.
5. Pomembne so za nastajanje kislega koaguluma, npr. pri izdelavi svežega sira in (ali) sodelujejo s siriščem pri oblikovanju kakovostnega koaguluma.

Glede na to, da se s pasterizacijo uničujejo koristni mikroorganizmi, med katerimi so pri izdelavi sira najbolj razširjene mlečnokislinske bakterije, jih moramo po zaključeni pasterizaciji »vrniti« v mleko. Čeprav so nekateri strokovnjaki in praktiki, ki izdelujejo sir, prepričani, da dodajanje mlekarskih kultur ni potrebno, če se izdeluje sir iz surovega mleka, ker naj bi bilo v takem mleku mlečnokislinskih bakterij dovolj, so se mnogi sirarji prepričali, da z dodajanjem mlekarskih kultur surovemu mleku lažje pridobijo izdelek boljše in izenačene kakovosti. Dodajanje mlekarske kulture je zapleten kemično-biokemični proces, ki neposredno vpliva na pravilno konsistenco, okus, vonj in aromo sira ter ni odvisen od številnih okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na sestavo in številčnost naravno prisotnih mlečnokislinskih bakterij. Dejavniki, ki določajo število in vrstno raznolikost naravno prisotnih mlečnokislinskih bakterij v surovem mleku so (ne)higiena in zdravstvena ustreznost v pridelavi in predelavi mleka, vremenske razmere (temperatura in vlažnost zraka), prehrana in zdravje živali mlekaric ter orodje in oprema, ki se vsakodnevno uporabljata v pridelavi in predelavi mleka. Na tako orodje se pogosto naselijo koristne mlečnokislinske bakterije, ki pridejo v stik z mlekom in s koagulumom.

Vrste in oblike mlekarских kultur

Glede na optimalno temperaturo, potrebno za rast in dejavnost mikroorganizmov, delimo mlekarские kulture na mezofilne in termofilne. Mezofilne mlekarские kulture »imajo raje« srednje visoke temperature (25–30 °C). Lahko pa razgrajujejo laktozo (posledica je zakisanje sira) tudi pri nižjih temperaturah (do 6 °C), v času strjevanja sira (10–15 °C) pa lahko celo znižajo pH sira pod 5, če ne kontroliramo njihove dejavnosti, kar vodi v prekisli sir. Mezofili so tolerantni na sol, dejavnost pa se jim bistveno zmanjša pri 40 °C in več. Najpogosteje se uporabljajo pri izdelavi mehkih in poltrdih vrst sira, pri katerih temperatura dogrevanja sirnega zrna ne preseže 39 °C. Pogosto pa se pri izdelavi sira uporablja kombinacija mezofilnih s termofilnimi mlekarскими kulturami, pri čemer temperatura dogrevanja rahlo preseže 40 °C (na primer pri izdelavi paškega in istrskega sira).

Termofilne mlekarские kulture »imajo raje« višje temperature (≥ 40 °C). Njihova zmožnost pretvarjanja laktoze v mlečno kislino se bistveno zmanjša, ko temperatura sirnega testa pade pod 20 °C (neogrevani, hladni prostori pozimi). Termofili tudi ne delujejo v slanih pogojih, kar pomeni, da mora biti končna kislota sira dosežena že pred (mokrim) soljenjem/salamurjenjem. Uporabljamo jih pri izdelavi trdega in zelo trdega sira, pri katerih sirna zrna v sirotki dogrejemo na temperaturo, višjo od 40 °C.

Mlekarские kulture (slika 2.5) so redko monokulture, večinoma gre za mešane kulture več vrst mlečnokislinskih bakterij (večsevnih mešanih starterskih kultur) v različnih razmerjih. Poleg tega obstajajo danes zaščitne mlekarские kulture, ki v svežih in mehkih mlečnih izdelkih proizvajajo različne protimikrobne snovi in jim s tem podaljšujejo rok uporabnosti. Pri nas je v praksi njihova uporaba redka, vendar pa obstajajo sirarji, ki uporabljajo te kulture za podaljšanje roka uporabnosti svežih izdelkov.

Mlekarские kulture prihajajo na hrvaški trg v zamrznjeni in v liofilizirani obliki (slika 1.5). Za zamrznjene oblike mlekarских kultur je značilno hitrejše delovanje (krajša faza prilagajanja bakterij na mleko), vendar pa zahtevajo shranjevanje pri temperaturi okrog –40 °C (v posebnih zamrzovalnikih). Za liofilizirane mlekarские kulture je potrebno daljše prilagajanje na mleko (za začetek delovanja), vendar jih je lažje transportirati in shranjevati (v običajnih zamrzovalnikih pri –18 °C).



Slika 2.5: Liofilizirana mlekarская kultura (fotografija: S. Kalit)

Odmerjanje mlekarskih kultur

Mlekarske kulture se dodajajo mleku glede na število enot, in ne glede na težo kulture v pakiranju. Različne serije iste kulture so lahko različne teže glede na število preživelih bakterij med pridobivanjem mlekarske kulture, vendar pa še vedno vsebujejo enako število živih bakterij, če je pakiranje označeno z enakim številom enot. Odvisno od proizvajalca lahko na primer eno pakiranje zadostuje za predelavo stotih litrov mleka ali pa le desetih litrov mleka v sir.

Zorenje mleka

Mleko, namenjeno za usirjanje, mora biti zrelo, sicer se učinkovanje sirišča lahko upočasni ali ustavi. Zorenje mleka vključuje delovanje mlečnokislinskih bakterij v mleku in lahko traja od pet minut do dveh ur (odvisno od vrste sira in od oblike uporabljene mlekarske kulture), pri čemer kisline naraščajo oziroma pH-vrednost pada. Za mnoge vrste sira je optimalna pH-vrednost zorenega mleka tik pred dodajanjem sirišča med 6,5 in 6,35.

2.2.7 Dodajanje sirišča in usirjanje mleka

Uporaba sirišča pri izdelavi sira velja za najstarejši primer uporabe encimov pri predelavi hrane. Sirišče vsebuje mešanico encimov, ki opravlja zelo nadzorovano in specifično proteolizo (razgraditev beljakovin) kazeina (glavne mlečne beljakovine), pri čemer preide mleko iz tekoče v trdno obliko, enako, kot je prva stopnja pri prebavi materinega mleka v želodcu mladičev sesalcev. Encimi so beljakovine v živih sistemih, ki pospešujejo kemijske reakcije, v tem primeru nadzorovano cepitev kazeina, in se pri tem sami ne spreminjajo. Začetki uporabe sirišča segajo do uporabe naravnega sirišča, ki se je pridobivalo z ekstrakcijo siriščnika – iz želodčkov telet, jagnjet in kozličkov, ki še vedno sesajo oz. se krmijo izključno z mlekom.

Z uvedbo paše in trdne koncentrirane hrane v prehrano mladih prežvekovalcev se občutno zmanjšuje delež himozina in povečuje delež pepsina v mešanici encimov. Še danes se večina sirišča pridobiva z ekstrakcijo želodcev prežvekovalcev. Pa tudi v davni preteklosti, verjetno celo pred našim štetjem, so že uporabljali sirišča rastlinskega in mikrobiološkega izvora. Prvo ime encima, ki usirja mleko, je himozin, izvira pa iz grške besede *khyme*, ki pomeni želodčni sok.

Če je na paketu sirišča oznaka Rennet (slika 2.6), gre za po izvoru naravno sirišče oz. za encimski pripravek, izdelan iz želodčkov prežvekovalcev, medtem ko so preostali encimi za usirjanje mleka z oznako Coagulant. Po izvoru je naravno sirišče pridobljeno z ekstrakcijo želodčkov mladih prežvekovalcev. Glede na starost živali in način krmljenja vsebuje od 80 do 90 odstotkov himozina in od 10 do 20 odstotkov pepsina. Pomembno je poudariti, da se dejavnost himozina in pepsina nadaljuje še pozneje med zorenjem sira in se odraža v izraziti razgradnji proteinske mreže glede na večji delež pepsina, zlasti pri siru z nižjo pH-vrednostjo (pod 5,2).



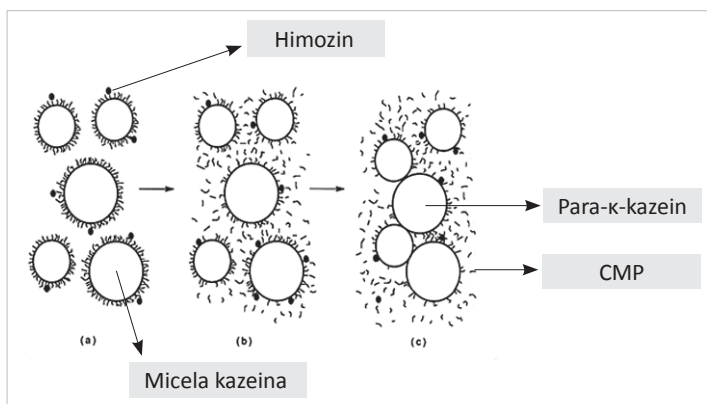
Slika 2.6: Naravno sirišče (fotografija: S. Kalit)

Naravni mikroorganizmi, ki proizvajajo koagulacijske encime, katerih lastnosti ustrezajo potrebam siraštva, so *Rhizomucormiehei*, *Rhizomucorpusillus* in *Cryphonectriaparasitica*. Okus sira, ki ga izdelujemo z uporabo teh koagulacijskih pripravkov, se nagiba k razvoju grenkobe, še posebej po dolgem obdobju zorenja. V primerjavi z živalskimi proteinazami lahko ti encimi hidrolizirajo beljakovine iz sirotke, kar je neugodno z vidika nadaljnje predelave sirotke v skuto (približno 90 odstotkov v mleko dodanih pripravkov je izločenih s sirotko). Poleg tega so ti mikrobn encimi zelo toplotnoobstojni, zato so jih nekoliko spremenili, predvsem proteinaze, pridobljene iz plesni iz rodov *Rhizomucor miehei* in *Rhizomucor pusillus*, ti so tako zdaj toplotnoneobstojni pripravki.

Zaradi že omenjenih pomanjkljivosti mikrobioloških sirišč se danes ob podporigenega inženiringa proizvaja himozin iz gensko spremenjenih mikroorganizmov (GSO), kot sta *Cluyveromyces lactis* in *Aspergillus niger*. Mikroorganizma, v katera je vnesen zeleni gen za sintezo himozina, nato s fermentacijo proizvajata velike količine himozina, ki se z določenim tehnološkim postopkom preoblikuje v čisti stoddstotni himozin. Himozin, proizveden iz gensko spremenjenih mikroorganizmov, se imenuje *Fermentation produced chymosin* (FPC). Glede na to, da se povečujeta industrijsko in obrtniško siraštvo, je proizvodnja naravnih sirišč vse manj zmožna zadovoljiti naraščajoče potrebe po siriščih. Posledično se trg FPC-sirišča neprekinjeno povečuje. Sir, izdelan iz himozina gensko spremenjenih mikroorganizmov, je enakih lastnosti, kot je sir, proizveden z uporabo naravnega sirišča. Danes obstajajo celo pripravki za usirjanje mleka, ki so pridobljeni z mešanjem določenega razmerja himozina gensko spremenjenih organizmov skupaj z naravnim pepsinom, da prepričljivo posnemajo zapleteno delovanje naravnega sirišča, rezultati pri usirjanju mleka in pri razvoju okusa pa so enaki kotv enakih razmerah z uporabo naravnih sirišč.

Nekatere rastline vsebujejo mlečni sok z zelo dobrimi koagulacijskimi lastnostmi, kot sta mlečni sok fige in kardija. Za izdelavo koagulacijskih pripravkov rastlinskega izvora se lahko uporabljajo kopriva, česen, papaja, ananas, figus, ricinus in slez. Ti koagulacijski pripravki se pogosto uporabljajo v tradicionalni izdelavi nekaterih sredozemskih vrst sira.

Himozin reagira specifično s frakcijo κ -kazeina, ki povzroča cepitev te beljakovine na dva dela: topni in netopni del. Topni preostanek κ -kazeina, ki ga imenujemo tudi kazeinomakropeptid (CMP), se izloči s sirotko, medtem ko netopni del κ -kazeina izgubi stabilnost v vodni fazi mleka in ga imenujemo para- κ -kazein. Ta proces se imenuje tudi depilacija glede na to, da je preostanek CMP κ -kazeina porazdeljen tako kot las po površini micela (okrogle tvorbe). Nastanek para- κ -kazeina povzroči nestabilnost micel, ki v prisotnosti kalcijevih ionov s preurejanjem, z združevanjem in mreženjem preidejo v mrežo, stromo ali koagulum (slika 2.7), med katero je prostor, v katerem so maščobne kroglice v vodni fazi mleka. Izjemno pomembno je, da sirišče izvaja nadzorovano proteolizo oziroma samo specifično razgradnjo na značilnem cepitvenem mestu in da druge beljakovine znotraj kazeinske micela ostajajo cele. Zaradi teh značilnosti naravni proteolitični encimi niso primerni za usirjanje mleka, saj poleg tega, da cepijo κ -kazein, cepijo tudi druge beljakovine, ki povzročajo slabo trdnost koaguluma – sirnine, zamujanje prihajajočih tehnoloških faz, preslabo ločevanja sirotke, izgubo velike količine suhe snovi mleka s sirotko in nenormalen razvoj senzoričnih lastnosti sira med zorenjem.



Slika 2.7:
Delovanje sirila
na kazeinske
micelle
(Dalglish, 1999)

Količina sirišča je odvisna od njegove moči in razpoložljivega tehnološkega časa, v katerem je mleko treba usiriti. Če uporabimo tekoče sirišče moči 1 : 10.000, potem mililiter sirišča (približno pol kavne žličke) dodamo v deset litrov mleka ob predhodnem redčenju sirišča v decilitru vode, če želimo usiriti mleko v štiridesetih minutah. Če uporabljamo sirišče v prahu, ga običajno za usirjanje stotih litrov mleka potrebujemo približno od dva do štiri grame. Količina potrebnega sirišča je običajno označena na pakiranju sirišča in bi jo morali upoštevati. Dodajanje čezmerne količine sirišča v mleko sočasno vpliva na pojav grenkega sira, zlasti pri vrstah sira, ki zorijo dlje. Izjemno pomembno je, da vsako sirišče razredčimo z ustrežno količino hladne vode, kadar uporabljamo naravno sirišče ali sirišče mikrobiološkega izvora, oziroma s toplo vodo (30 °C), če uporabljamo sirišče iz gensko spremenjenih mikroorganizmov. Pomembno je, da vode pri pripravi sirišča ne pregrejemo, saj je večina sirišč toplotnoneobstoja in bi s

tako temperaturo vode povzročili delno ali popolno inaktivacijo encima. Sirošče v prahu in v tabletah je nujno treba raztopiti v ustrezni količini vode, da nabrekne in aktivira encime. Vsako sirošče je, ne glede na obliko (tekoče, v prahu ali v tabletah), treba razredčiti z ustrezno količino vode, kot je bilo že omenjeno, predvsem z namenom zmanjšanja stopnje koncentracije encimov. V nasprotnem primeru sirošča ni mogoče popolnoma umešati v mleko, saj je zdaj himozin vezan na kazeinske micelle. Če v mleko dodamo sirošče v koncentrirani obliki, bo učinkovalo le na majhni količini mleka, preostalo mleko pa bo ostalo brez potrebne koncentracije sirošča, ki bi lahko izvedlo koagulacijo mleka v določenem času.

Najpogostejši način, ki ga sirarji običajno uporabljajo za ugotavljanje zaključka koagulacije (usirjanja), je potapljanje roke ali palice v koagulum in dvig koaguluma ter pregled, kako je usirjen. Jasne razpoke z zeleno sirotko v bazi so pokazatelj, da je koagulum pripravljen za rezanje. Mehke in neenakomerne razpoke z belo sirotko v bazi so pokazatelji premehkega koaguluma. Stranice razpok pa so pokazatelj kakovosti koaguluma. Zrnat koagulum je pokazatelj prečvrstega koaguluma. Pri nekaterih sirarjih velja pravilo, da koagulum raje režejo prej kot pozneje. Pri pretrdem koagulumu nož za rezanje sirnino le trga, in ne reže.

2.2.8 Rezanje koaguluma in obdelava sirnega zrna

Ne glede na metodo koagulacije sira (naravno sirilo, kisanje ali kuhanje z dodatkom organske kisline) je koagulum drobna mreža kazeina, v katerem sta fizično »ujeti« vodna faza mleka (sirotka) in maščobna faza mleka. Glavni cilj je izcejanje sirotke, da dosežemo želeno stopnjo koncentracije maščob in kazeina v siru.

Koagulum je precej stabilna trdna faza, ki je nastala s kemično-fizikalnimi spremembami iz tekočega mleka in ki v sebi ohranja celotno količino vodne faze mleka, dokler jeta v mirovanju. Ko pa koagulum začnemo rezati, drobiti, mešati in izpostavljati zunanjim pritiskom, se začne izločati vodna faza, ki ji rečemo sirotka. Izhajanje sirotke iz koaguluma imenujemo sinereza. Dejansko je sinereza proces preureditve kazeinske mreže v koagulumu, posledici pa sta krčenje mreže in izhajanje vodne faze iz koaguluma. Kazeinsko mrežo v koagulumu si lahko pred izločanjem sirotke predstavljamo kot fino kuhinjsko gobico, prepojeno z vodo, ki šele z mikanjem v roki izpušča tekočino in postaja »suha«. Sinereza omogoča sirarju nadzor nad vsebnostjo vlage v siru, ta pa neposredno določa dejavnost mikroorganizmov in encimov v siru oziroma biokemične spremembe, ki se pojavijo med zorenjem sira, kar vse vpliva na končno kakovost sira. Tako sir z višjo vsebnostjo vlage zori hitreje, žal pa se tudi hitreje kvari.

Kot je že bilo omenjeno, odteka vodna faza z izstopanjem sirotke iz koaguluma, z njo pa tudi laktoza, beljakovine sirotke in raztopljene soli, kar vodi do povečanja koncentracije maščob in beljakovin. Obstajajo tehnološki postopki, ki določajo sprostitev večjih količin sirotke, kar je odvisno od vrste sira. Pri trdih vrstah sira, kot sta paški in istrski sir, je sušenje ali izstopanje sirotke pospešeno z rezanjem koaguluma na fina zrna velikosti graha ali pšenice ter dogrevanjem zmesi sirotke in sirnih zrn pri temperaturi nad 40 °C ter intenzivnim mešanjem

med dogrevanjem (slika 2.8). Pri mehkih in svežih vrstah sira se večina sirotke izloča med tvorbo koaguluma v perforiranih kalupih, brez predhodnega rezanja ali dogrevanja koaguluma. Prav tako so trde vrste sira izpostavljene velikim pritiskom stiskanja, medtem ko so mehke in sveže vrste sira stisnjene le z lastno težo (čeprav obstajajo izjeme). Pri poltrdih in trdih vrstah sira večji del sirotke izstopa iz koaguluma med postopkom predelovanja in sušenja sirnega zrna v kotlu (posodi) za usirjanje.



Slika 2.8: Rezanje koaguluma in omogočanje izstopanja sirotke (fotografija: S. Kalit)

Rezano sirno zrno je mehko in ovito z mehko odprto membrano. Nežno mešanje sirnega zrna do prvega izločanja sirotke preprečuje lomljenje delcev koaguluma (sicer bi prišlo do izgubljanja maščobe in proizvodnje sirnega prahu). Po oblikovanju trdnejše membrane pa je mogoče hitrost mešanja povečevati. Zato morajo kotli za usirjanje omogočati nastavljenost hitrosti rezil oz. mešalnikov. Tako kot sirotka v raztopljeni obliki vsebuje laktozo in minerale, je količina sista-vin, ki zastajajo v siru, sorazmerna s količino vode v siru. Sirar se bo odločil, kdaj prenehati mešati sirno zrno, kar je določeno z vrsto sira, vendar pa se lahko razlikuje glede na kakovost mleka. Sirna zrna štejemo za suha, ko pod pritiskom v roki oblikujejo maso, ki ne razpada in ki se lahko ponovno »razstavi« na sestavna zrna.

Pri vrstah sira, pri katerih se sirno zrno izpere (podravec, gavda, edamec, trapist), iztekanje dela sirotke (običajno tretjina) in dodajanje tehnološke vode (50 – 60 °C) v mešanico sirotke in sirnega zrna sočasno vplivata tudi na odtekanje laktoze in drugih vodotopnih sestavin iz sirnega zrna in na vstopanje vode v zrno. Če je voda vroča, pride do dogrevanja sirnega zrna in dodatnega odtekanja sirotke. Razlog za izpiranje sirnega zrna je zmanjšanje dejavnosti mlečnokislinskih bakterij, saj je že zmanjšana vsebnost laktoze v sirnem zrnu posledica osmotskega učinka.

2.2.9 Oblikovanje sira v kalupih (oblikovalih)

Obstaja več načinov oblikovanja sira v kalupih ali oblikovalih. Eden od načinov je ustavitev mešanja sirotke in sirnega zrna, ko se ugotovi, da je sušenje sirnega zrna končano. Tak postopek se uporablja pri izdelavi parmezana, ementalca in is-

trskega sira. Pri teh se na dnu kotla (ki mora biti pri tej tehnologiji konkaven) oblikuje sirna masa (slika 2.9). Sirna masa se nato prenese na sirarsko mizo, nareže se na primerne kose glede na oblikovala, oblikovala pa se napolnijo ročno.

Če gre za manjši kotel (do 200 litrov), je možno ročno nalaganje sirnega zrna in sirotke v perforiranih oblikovalih na sirarski mizi. Sirotka prehaja skozi perforacije v oblikovalu, medtem ko se zrna v kalupu oblikujejo v maso sira. Ker so na sirarski mizi dvignjeni robovi in drenažne luknje, se sirotka zbira v ustrezni posodi. Tak način oblikovanja sira v oblikovalih uporabljajo na primer pri izdelavi krškega sira (na otoku Krku). V obratih z večjo zmogljivostjo za tak način oblikovanja sira v oblikovalih uporabljajo kar distribucijsko mizo, da se sirarski kotel čim prej izprazni, kar prepreči izsušitev sirnega zrna (slika 2.10).



Slika 2.9: Oblikovanje sirne mase pri izdelavi istrskega sira (fotografija: S. Kalit)



Slika 2.10: Polnjenje sira v oblikovalih za distribucijsko mizo pri izdelavi lečevaškega sira (fotografija: S. Kalit)

Tretji način oblikovanja sirne mase pred polnjenjem v oblikovala je uporaba predstiskalnice, kjer se izoblikuje sirna masa in izstopa sirotka. Oblikovana sirna masa se stiska v sirotki (pod tlakom 0,5 do enega bara), da se izdela sir zaprte teksture.

2.2.10 Stiskanje sira

Sirna masa se porazdeli po oblikovalih za sire, namenjenih za samostojno stiskanje ali pa stiskanje sira pod določenim pritiskom, kar je odvisno od vrste sira. Namen stiskanja je naslednji:

1. Združitev sirnih zrn v sirno maso in oblikovanje kompaktnega (koluta) sira, kar omogoča preprosto manipulacijo.
2. Izločanje presežne sirotke.
3. »Likanje skorje sira«, kar povzroči oblikovanje gladke zaprte površine za preprostejšo nego sira med zorenjem.

Moč stiskanja je odvisna od vrste sira in obsega postopno povečevanje tlaka od enega do šest barov, kar je odvisno od vrste oblikovalca in vrste sira ter hkrati možnosti obračanja sira v njem. Nenadni pritiski na sir z več bari (dvema ali več) v začetni fazi stiskanja vodijo do hitrega zaprtja zunanega dela (skorje) sira in oteženega odtekanja sirotke iz notranjosti testa. Tak sir zadrži več sirotke ne glede na moč pritiska. Zastala sirotka se ponovno vsrka v testo in zmanjšuje kakovost sira v oblikovalu. Sir je bolj kisel, svetlega testa, kredast, krhek, suh, drobljiv, z odebeljeno rožnato skorjo. Napaka pride dodatno do izraza, ko sir suho solimo z drgnjenjem po površini ali ga solimo v slanici (v salamuri) s prevelikimi odmerki soli (več kot 19 °Be). Med stiskanjem sira, ki običajno traja nekaj ur, se nadaljuje proces zakisanja testa zaradi delovanja mlečnokislinskih bakterij. Zakisanje testa učinkuje pozitivno na izločanje sirotke in združevanje sirnih zrn v enotno popolno maso.

2.2.11 Soljenje sira

S soljenjem sira izgubimo približno dva kilograma sirotke iz sirnega testa za vsak kilogram soli, ki se vtore v sir. Kljub temu velja, da soljenje bistveno ne nadzoruje izločanja sirotke iz koaguluma. S tem postopkom se zaustavi nadaljnja fermentacija (zakisanje sirnega testa), še posebej pri izdelavi trdih vrst sira, pri katerih se uporabljajo termofilne mlečnokislinske bakterije, ki so na sol netolerantne. Najpogostejši načini soljenja sira v proizvodnji sira so:

- drgnjenje soli po površini,
- namakanje sira v slanici (v salamuri),
- soljenje sira v oblikovalu ob polnjenju sirnega testa.

Poleg že omenjene vloge soli pri izločanju sirotke iz sirnega testa in zaustavitve nadaljnega procesa zakisanja je zelo pomembno omeniti, da sol siru daje tudi okus in je pomemben dejavnik, ki podaljšuje obstojnost različnih vrst sira (npr. pri siru pekorinu in siru tipa feta).

Slanica, ki se uporablja v tehnologiji priprave številnih vrst sira, mora biti ustrezne sestave. To je nasičena raztopina soli (okoli 23 % soli), s primerno pH-vrednostjo (4,5–5,1) in z vsebnostjo kalcija (0,2–0,3 %). Slanico pripravimo z zakuhanjem nekaj vode. Ko je voda še vroča (70–80 °C), dodamo med 2,5 in 2,7 kilograma soli na vsakih deset litrov slanice. Sol raztopimo in slanico pustimo do naslednjega dne, da se ohladi. V ohlajeno slanico dodamo še petdeset gramov kalcijevega klorida na vsakih deset litrov slanice. Kalcijev klorid je treba predhodno pripraviti kot tridesetodstotno raztopino. Na koncu uravnamo želeno pH-vrednost slanice z dodatkom prečiščene klorovodikove kisline (10 %).

Slanico je treba ohranjati tako, da tedensko preverjamo njeno koncentracijo soli, z bomeometrom, ki ga potopimo v slanico in odčitamo mesto, kjer tekočina označuje lestvico slanosti. Koncentracija v idealni slanici je med 19 in 20 °Be. Če je premalo soli, se v slanico doda v količini, kot je prikazano v naslednji tabeli.

Treba je nadzorovati tudi kislost slanice. Prav tako je pomembna temperatura salamurjenja, ki naj bo od 10 do 15 °C. Prenizka temperatura slanice je lahko pogojena s počasnim prodiranjem soli v sirno testo, medtem ko previsoka temperatura povzroči prehitro prodiranje soli v sirno testo (preveč kisel sir). Poleg tega lahko previsoka temperatura slanice, in to z neustrezno kislostjo in vsebnostjo soli, privede do njenega poslabšanja – naselitve na sol tolerantnih kvasovk, laktobacilov in korineformnih bakterij. Taka slanica je neprijetnega vonja, dobro vzdrževana slanica pa se lahko uporablja eno sezono ali celo dlje.

Tabela 2.1: Razmerje med koncentracijo soli v slanici in izmerjenimi stopinjami Baumeja (Tratnik, 1998)

Kilogrami soli v desetih litrih 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 Zorenje sira

Sir, izdelan z encimsko koagulacijo, je med seboj zelo podoben po postopku izdelave. Sestavljen je iz beljakovin (kazeina) in maščob. Nezreli sir vsebuje od 35 do 50 odstotkov vlage. Med zorenjem se pri večini vrst sira pojavljajo biokemične spremembe – razgradnja sestavljenih organskih spojin v enostavnejše. Glede na te spremembe sir dobiva želene in neželene lastnosti. Lastnosti skoraj vseh vrst sira so predvsem posledica kemičnih in biokemičnih procesov med zorenjem. Na potek zorenja in organoleptične lastnosti siravplivajo zlasti kemijski parametri: vsebnost maščob, vode in soli v siru. Glavni namen zorenja sira je pretvorba sirnine (sveži sir), ki se sprva ne razlikuje glede na vrsto sira, v sire značilnega okusa, arome, teksture in videza. Sveže proizvedena sirnina iz različnih vrst sira je običajno neizražene arome, toda med zorenjem nastajajo aromatske spojine, tipične le za določene vrste sira. Posledice zorenja so vidne kot biokemične spremembe na siru. Biokemične spremembe med zorenjem sira so posledica delovanja encimov v siru, ki so lahko različnega izvora. Najpomembnejši viri encimov v siru so sirišče in mlekarske kulture. Zlasti mlekarske kulture so tiste, ki neposredno določajo končne organoleptične lastnosti sira. Skoraj vse sestavine sira se spreminjajo v smislu poenostavitve njihove sestavljene strukture v enostavnejše spojine, zaradi katerih postane sir zrel s specifičnim okusom, vonjem, barvo, čvrstostjo in strukturo. Za nemoteni potek biokemičnih sprememb v želeno smer mora biti sir us-

trezne sestave oziroma morajo biti vsebnost vode, vsebnost soli in pH-vrednost znotraj določenih mejnih vrednosti za posamezno vrsto sira. Ustrezna sestava sira se doseže v proizvodnem postopku predelave mleka v sir. Vse navedene tehnološke faze neposredno določajo vsebnost vode, vsebnost soli in pH-vrednost sira, ki jih mora sirar poznati za izdelavo sirne mase, da sir med zorenjem dobi enotno in odlično organoleptično kakovost. Poleg sestave sira vplivajo na pravilen potek biokemičnih sprememb med zorenjem tudi mikroklimatski pogoji v prostorih, kjer poteka zorenje sira. To velja predvsem za temperaturo, vsebnost relativne zračne vlage in sestavo zraka v zoriščnici (prezračevanje). V tabeli 2.2 so prikazani optimalni mikroklimatski pogoji in mejne vrednosti za večino tradicionalnih vrst sira, da sir lahko še vedno dosega dobre organoleptične lastnosti.

Tabela 2.2: Mikroklimatski pogoji za pravilen potek zorenja sira (Kalit, 2002)

Parameter	Temperatura (°C)	Relativna zračna vlaga (%)
Minimalno	10	60
Optimalno	12–15	70–80
Maksimalno	18	85

Za številne vrste sira se priporoča vsaj trikratna izmenjava celotnega zraka v 24 urah v prostorih za zorenje sira, da bi zagotovili ugodno sestavo zraka za pravilen potek biokemičnih procesov med zorenjem in proizvodnjo sira z izraženo prijetno aromo, s prijetnim vonjem in okusom ter z značilno teksturo.

Med zorenjem sira je treba sir negovati. Nega vključuje obračanje, brisanje s suho ali z vlažno krpo, ščetkanje, ribanje in strganje sira. To torej pomeni redno ročno ali strojno pranje sira s krpo ali ščetko, namočeno v slano vodo.

Z oskrbo sira preprečujemo razvoj plesni ali njeno čezmerno razrast. Plastične mase (krčljive folije) in zaščitni premazi preprečujejo rast plesni in nadomestijo oz. povsem odpravijo tradicionalni način nege sira, kar je z vidika gospodarnosti zelo pomembno, saj prihrani delovno silo. Premaz na siru zmanjšuje tudi izhlapevanje vlage in posledično pretiran izpad donosa. Nič ni nenavadnega, da se pojavi škoda v sirarstvu zaradi pršic, ki poškodujejo skorjo sira in naredijo predore pod skorjo. Glede na relativno zračno vlago v prostoru za zorenje sira, trajanje zorenja in higieno v prostoru za zorenje sira (število spor) je sir lahko bolj ali manj preraščen s plesnijo. Z različnimi premazi lahko preprečimo omenjeno škodo.

Premazi so izdelani iz kopolimerov ali vinilacetata. So v tekoči obliki različne viskoznosti. Njihov vonj je lahko po mleku ali rahlo po kislu. Ko se posušijo, naredijo zelo trden film (prevleko) brez kakršnegakoli vonja in okusa. Premazi lahko vsebujejo dodatke fungicidnih lastnosti, ki zavirajo rast plesni. Kot fungicid za ta namen se uporablja kalijev sorbat ali natamicin. Premazi so različni: brezbarvni, rumeni, rdeči, rjavi ali črni (slika 2.11).



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

Premaz se nanese na sir s potapljanjem sira v premaz, s premazovanjem skorje sira z gobico ali s čopičem ter s potapljanjem sira v tekoči premaz. Nanesemo ga po zgornji površini sira in do polovice stranskih ploskev. Nato počakamo, da se premaz posuši (čas sušenja je krajši, če se zrak v prostoru meša – prezračuje). Sir se nato obrne in se premaže še preostala površina (zgornja površina in polovica stranskih ploskev). Sir je treba premazati čim prej po soljenju ali stiskanju – kakor hitro je skorja dovolj suha, kar je običajno dva dni po tem, ko se sir vzame iz slanice. Ko je sir premazan, se zloži na police za zorenje in se obrača, kot bi se sicer brez premazovanja.

2.2.13 Pakiranje, skladiščenje in odposlanje sira

Vse vrste sira, zlasti tiste, ki jih uživamo sveže, morajo biti nekaj časa pred pošiljanjem na trg shranjene pri primerni temperaturi (4–8 °C). Posamezne vrste sira potrebujejo različen čas shranjevanja, odvisno od zelenega okusa in temperature v prostoru. Da se zreli sir ne bi presušil, ga shranimo pri največ 10 °C in pri višji relativni zračni vlagi. Med shranjevanjem moramo sir pravilno negovati.

Po zorenju površino nekaterih vrst sira obdelamo na poseben način, sir posebej opremimo z značilno zaščitno embalažo ali pa z začimbami (z orehovim listom, rožmarinom, drobnjakom, s poprom, z žajbljem, s peščenim smiljem, zoljčnimi tropinami, s pepelom itd.). Namen te obdelave je podaljšati obstojnost, zmanjšati izguboter doseči značilnavidez in okus sira. Sir, obdelan organoleptično z različnimi začimbami, kot tudi tisti, ki je v svoji naravni skorji, se najpogostejevakuumira v hermetično zaprte vrečke brez prisotnosti zraka. Prav tako se obvezno vakuumira tudi konfekcionirani sir (v četrtinah ali osminah). To je pri nas tudi najpogostejši način pakiranja sira. Pakirani sir se hrani v pogojih, kakršni so v hladilniku (4–8 °C), vse do odposlanja iz sirarne. Sir odpošljemo v ustrezni embalaži (npr. v zabojih, škatlah, lesenih, kartonskih ali plastičnih zabojih, sodih (kadeh in kadičkah), hermetično zaprtih pločevinkah itd.). Nekatere vrste sira so zelo občutljive za tresljuje in gnetenje, zato je treba embalažo, v kateri se prevažajo, prilagoditi. V nasprotnem primeru bi se, zaradi zunanjih in notranjih deformacij ter poškodb, kakovost sira zmanjšala.

LITERATURA IN VIRI

1. Dalglis, 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, *Četvrto 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 gruš i izdvajanju 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 SIRA IN NJIHOV POMEN V PREHRANI LJUDI

Rajka Božanić

Sir je pomembno živilo v prehrani ljudi, danes pa je njegov pomen tudi širši, saj predstavlja kulturno in tradicionalno ogledalo posamezne države. Luknjičasti, s plemenito plesnijo, gladki in zlatorumeni, vsi se imenujejo sir, oblika, velikost, okus in sestava pa so zelo različni. Sir je koncentrat najdragocenejših sestavin mleka. Bogat je beljakovinami, mineralnimi snovmi in vitamini, zaradi raznovrstnega izjemnega okusa in vonja pa ga imenujemo kraljevsko živilo. Arheološke raziskave na območju današnjega Iraka, v rodovitni dolini med rekama Evfrat in Tigris, kažejo na obstoj sira pred približno 8000 leti. Proizvodnja sira se je skozi čas razširila in spremenila; tako je danes veliko različnih vrst sira.

3.1 Proizvodnja sira

Proizvodnja sira se začne z izbiro mleka oziroma z nadzorom primernosti mleka za sirjenje. Treba je preveriti primernost kislinске stopnje mleka, ki ne sme vsebovati zaviralnih snovi, kot so na primer antibiotiki. Potem se v mleku tipična količina mlečnih maščob, odvisno od vrste sira, ki ga želimo proizvesti. Vsak tip sira zahteva posebno tipizacijo mleka kakor tudi posebne pogoje proizvodnje in pozneje zorenja sira, da bi dosegel karakteristike, ki so specifične prav za ta tip sira. Razbitje mlečnih maščob, tako imenovana homogenizacija mleka, se v sirarstvu v glavnem ne izvaja zaradi posledične slabše zmožnosti koagulacije kazeina, glavne beljakovine v mleku. Toplotna obdelava mleka se izvaja pri najnižji temperaturi, ki je zakonsko predpisana, da bi bila poznejša koagulacija beljakovin čim boljše. Nato sledi sirjenje mleka. Izvaja se z dodatkom sirila (encimov) ali mlečnih kultur (mlečnokislinskih bakterij). Možno je tudi izvajanje sirjenja z dodatkom kislin (npr. kisa) neposredno v mleko ob morebitnem segrevanju, vendar

je ta način sirjenja v industrijski proizvodnji veliko redkejši. Po koagulaciji beljakovin oziroma po nastanku čvrstega koaguluma se ta reže, da bi se izločila sirotka. Pri proizvodnji trdega sira se izvaja segrevanje koaguluma, da bi se sirna zrna posušila oziroma bi se iz njih izločilo čim več sirotke, in se proizvede sir z veliko količino suhe snovi in z majhnim deležem vode. Koagulum se da v kalupe, ki oblikujejo sir, in pri tem se odceja. Kalupi se občasno obračajo, da se sirotka enakomerno odcedi, tako oblikovani sir pa nato gre v stiskanje. Po stiskanju sledi soljenje sira. Sol prispeva k nastajanju skorje ter pomembno vpliva na proces zorenja in na okus sira. Soljenje se običajno izvaja z vlaganjem sira v slanico. Preden ga prestavimo v zorilnico, ga moramo posušiti, da preprečimo kvarjenje sira. V zorilnici sir zori pri točno določenih pogojih vlažnosti in temperature, dokler ne doseže želenih značilnosti. Čim dlje sir zori, tem intenzivnejši je njegov okus.

3.2 Delitev in glavne vrste sira

Različni načini proizvodnje sira, razviti v posameznih državah in na posameznih območjih teh držav, različni podnebni pasovi in pasme živali mlekaric vplivajo na obstoj različnih vrst sira. Posledica razmeroma majhnih razlik v postopkih med proizvodnjo so razlike v proizvedenem siru. Glede na starodavne navedbe Scota (1981) obstaja okrog 2000 vrst sira. Številne vrste se imenujejo po kraju izvora, razlikujejo se po obliki in načinu pakiranja, medtem ko so osnovna tehnologija proizvodnje in glavne značilnosti zelo podobne. Zaradi tega se glede na različne podatke po svetu proizvaja od 400 do 1000 posebnih vrst sira, po Robinsonu (1993) pa obstaja samo 18 povsem različnih vrst.

Sir je mogoče razvrstiti na številne načine glede na različne značilnosti. Lahko ga razvrščamo glede na **vrsto mleka**, iz katerega se proizvaja, najpogosteje iz kravjega, za tem ovčjega, kozjega in bivoljega. Prav tako obstajajo vrste sira iz mešanice mleka, pri čemer se v glavnem kravje mleko meša s kako drugo vrsto mleka. To mora biti na siru označeno.

Sir lahko razvrščamo tudi po **načinu koagulacije** oziroma zgoščevanju mleka. Ločimo kisle vrste sire (proizvedene s fermentacijo zaradi mlečnokislinskih bakterij ali z dodatkom kisline v mleko za sirjenje), sladke vrste sira (proizvedene z dodatkom sirila) in mešane vrste sira, pri katerih kombiniramo oba načina sirjenja.

Glede **konsistence** se vrste sirarazlikujejo po deležu vode oziroma suhe snovi v deležu sira brez maščob. Delijo se na zelo trde, trde, poltrde, polmehke in mehke oziroma sveže vrste sira. V zelo trdem siru je manj kot 50 odstotkov vode, v to skupino pa spadata npr. parmezan in paški sir. V trdem siru, kakršna sta ementalec in čedar, je od 49 in 56 odstotkov vode. V poltrdem siru je od 54 in 63 odstotkov vode; v tej skupini sta gavda in trapist. V polmehkem siru, kakršna sta bri in gor-

gonzola, je od 61 do 69 odstotkov vode. Mehki sir vsebuje več kot 67 odstotkov vode.

Glede na **delež maščobe v suhi snovi sira** ločimo premastni sir (več kot 60 %), polnomastni (45–60 %), polmastni (25–45 %), malomastni (10–25 %) in pusti sir (manj kot 10 %).

Vrste sira lahko delimo tudi **po zorenju**. Ločimo sir brez zorenja, sir, ki zori ob delovanju bakterij, in sir, ki zori zaradi plesni. Sir brez zorenja je po proizvodnji takoj primeren za prehrano, npr. sveži sir, mozzarella, zrnati sveži sir. Sir z zorenjem ob delovanju bakterij sestavlja skoraj vse vrste sira, za katere je značilen proces zorenja. Pri tem so lahko kulture bakterij aktivne pretežno na površini sira (na primer pri limburškem siru), pretežno v notranjosti sira (pri čemer nastajajo luknje v siru), poznamo pa tudi zorenje v slanici (pri siru feta). Pri vrstah sira, ki zorijo na podlagi plemenite plesni, ki je lahko na površini sira (bela plesen), v notranjosti sira (modra ali zelena plesen), včasih pagre za istočasno kombinacijo obeh vrst plesni.

Najpogostejša in najbolj znana je delitev sira glede na podoben način proizvodnje (tabela 3.1). Večina vrst sira na svetovnem tržišču je iz lokalne avtohtone proizvodnje, npr. sir gavda, po izvoru z Nizozemskega, kjer so ga izdelovali kmetje, ki so ga imenovali goudse boerenkaas. Ementalec je po izvoru švicarski, iz pokrajine Emmental v kantonu Bern. Pojavljajo se tudi težave v zvezi s poimenovanjem vrst sira istega tipa, ki se proizvajajo v različnih državah. Samo pri nekaterih izvornih vrstah siraje ime zaščiteno, npr. rokfor (roquefort – ovčji sir iz istoimenske pokrajine v Franciji) ali sir parmigiano reggiano (kravji sir iz pokrajine okrog Parme, Emilije, Modene, Montove in Bologne v Italiji) in nekaj drugih. Pri nas imena posameznih vrst sira niso jasno določena.

3.2.1 Ekstratrdi sir

V ekstratrdem siru je izmed vseh vrst sira največ suhe snovi in najmanj vode. Greza sir, ki zelo dolgo zori, okrog šest mesecev in celo do več kot leto dni. Zanj je značilna zaprta groba struktura brez luknjic. Skorja je trda, okus pa intenziven. Čim zrelejši je, tem ostrejši in močnejši je tudi okus. Pri zrelem siru so na prerezu sira bele pikice, ki so skupki kristaliziranega kalcija. Tak sir je najboljši vir kalcija. V samo sto gramih sira je dnevna potreba človeka po kalciju. Najpomembnejša iz te skupine sta parmezan in grana, ki sta po izvoru italijanska. Sir, ki zori od dva do šest mesecev, je običajno namenjen za rezanje, tisti, ki zori več kot šest mesecev, pa se pogosto uporablja za ribanje. Tavrsta sira se zaradi velike količine suhe snovi pogosto ne da rezati kot drugi siri, ampak ga lomimo na koščke s posebnim sirarskim orodjem. Razen iz kravjega se pogosto proizvaja tudi iz ovčjega mleka. Čeprav je način proizvodnje isti, sta okus in vonj sira iz ovčjega mleka intenzivnejša. Iz skupine ekstratrdega sira iz ovčjega mleka sta najpomembnejša pekorino (po izvoru italijanski) in paški sir (z otoka Paga).

Tabela 3.1: Razdelitev in glavne vrste sira (Tratnik in Božanić, 2012)

Vrsta sira	Izvor	Glavne lastnosti
Ekstratrdi sir (zelo dolgo zorenje, šest mesecev)		
Parmesan Grana	Italija	• zaprta groba tekstura, brez luknjic • groba, trda skorja • zrel sir, ostrega okusa, ki rahlo peče
Pecorino	Italija	• isti tip, ampak iz ovčjega mleka • zorenje: 2–6 mesecev (za rezanje)
Paški sir	Hrvaška	• > 6 mesecev (za ribanje) • močnejši okus in vonj, pikantnejši
Trdi siri (dolgo zorenje, pet tednov)		
Ementalec	Švica	• zorenje in soljenje koaguluma (tehnol. čedar) • zaprta gladka tekstura, brez luknjic • trda skorja
Čedar	Velika Britanija	• zrenje i soljenje sirne grude (čedarizacija), zatvorena gladka tekstura, brez rupica • tvrda kora
Gruyere		• čvrsto testo, plastično domehkejše • zelo malo luknjic (v velikosti graha) ali brez njih • trda skorja z zasušeno mažo
Poltrdi sir (zorenje dva tedna)		
Gavda	Nizozemska	• gladka tekstura, elastičen
Edamec	Nizozemska	• manjše luknjice, zelo majhno število
Trapist	BiH	• blagado močnejša aroma ob daljšem zorenju • tanjša, mehkejša ali trša skorja
Sir z zorenjem s površinsko mažo ali sluzjo		
Limburški sir	Belgija	• zorenje ob delovanju bakterij na površini (<i>Brevibacterium linens</i>) • zasušena skorja s površinsko mažo (ali z oprano površino)
Tilzitski sir	Njemčija	• brez luknjic ali samo s kakšno • okus je pikanten, malo kiselkast • pakiran v alufolijo
Sir s plemenito plesnijo (bela ali modra plesen)		
Kamamber	Francija	• posušena skorjica z belo plesnijo na površini • gladko testo, plastično, elastično, zelo mazavo »teče« • blag okus po šampinjonih
Bri	Francija	• potem vse ostrejši po amonijaku • pakiran v alufolijo
Rokfor	Francija	• posušena skorjica • belo testo do blago rumeno
Gorgonzola	Italija	• prepredeno z modro-zeleno plesnijo • blago kiselkast do zelo pikanten okus (daljše zorenje)
Stilton	Velika Britanija	• oster okus in vonj (ovčji)

Vrsta sira	Izvor	Glavne lastnosti
Sir iz parjenega testa (zorenje sirne grude)		
Mocarela	Italija	- gladka tekstura, plastičen, raztegljiv - kuhanje, prožnost in oblikovanje
Kačkavalj	Bolgarija	nezrel, zelo blagega (mocarela) do zelo pikantnega (kačkavalj iz ovčjega
Provolone	Italija	mleka po nekaj mesecih zorenja) okusa
Parenica	Češka, Slovačka	včasih se dimi (parenica, včasih tudi provolone)
Siri v slanici (zorenje v slanici)		
Feta	Grčija	rezine sira, zalite s slanico
Domati	Egipt	gladka tekstura, brez luknjic, tu in tam kakšna razpoka
Halloumi	Ciper	slanega okusa, blage arome do zelo pikanten (ovčji ali kozji)
Travniški	BiH	blagega žarkega okusa in vonja (polna aroma zelo zrelega sira)
Sveži sir		
Sveži sir		iz posnetega mleka, pastozni
Kremasti sveži sir	Hrvaška, Slovenija	zelo mehek do posušen (prgica)
Zrnati sir		- iz polnomastnega mleka - zrnati sveži sir, pusti sir, prelit s kremasto mešanico
Siri iz sirotke (albuminski)		
Skuta	Hrvaška, Slovenija	sveži siri, sladkasti, s sookusom po kuhanem
Rikota	Italija	- iz ovčje ali zgoščene UF kravje sirotke - včasih z malo količino mleka
Mysost	Norveška	- iz zelo zgoščene sirotke, s smetano - s kuhanjem mleka, smetane in sirotke - sladek in trpek, z blagim okusom po karameli

3.2.2 Trdi sir

Zorenje trdega sira traja najmanj pet tednov. V tej skupini je ementalec. Sir je po izvoru švicarski, iz doline reke Emme. Značilne so gladka, elastična tekstura ter velike luknjice oziroma sirna očesa. To je sir z največjimi sirnimi očesi, premera od enega do štirih centimetrov, v enem hlebcu sira pa jih je lahko od tisoč do dva tisoč. Zaradi tega so dimenzije sira velike. Posamezni sir je težak od 60 do 130 kilogramov. Za ementalec je značilen specifičen sladkast okus po lešnikih, kar je posledica sekundarne fermentacije bakterij propionske kisline. Bakterije propionske kisline tvorijo propionate, zaradi katerih je okus sira specifičen, tvorijo pa tudi velike količine plina, katerega posledica so številne in velike luknje v siru. Drugi iz skupine trdih vrst sira je čedar. Ta je po izvoru iz Velike Britanije in tam

predstavlja več kot 50 odstotkov skupne proizvodnje sira. Sir se proizvaja na zelo specifičen način. Potem ko se po ustaljenem postopku proizvede mladi sir, se po odcejanju in stiskanju zmelje v rezance, posoli in napolni v kalupe. Ta postopek proizvodnje se imenuje tehnologija čedar. Posledica tega je sir zaprte gladke teksture, brez sirnih oces. Skorja je trda. Tretji iz te skupine je grojer, ki jepo izvoru švicarski. Testoje plastično do mehkejše, odvisno od zorenja sira. V siru je več majhnih drobnih luknjic. Zanj je značilna trda skorja z zasušeno mažo.

3.2.3 Poltrdi sir

Najbolj znana iz te skupine sta gavda in edamec. To sta vrsti sira z izvorom z Nizozemskega, in sicer gavda iz mesta Gouda in edamec iz mesta Edam. Zanjsta značilna gladka tekstura in elastično testo. V obeh je malo manjših luknjic, lahko pa sta tudi brez njih. Aroma je blaga, z daljšim zorenjem pa postaja intenzivnejša. Skorja je lahko tanjša, mehkejša ali trša, značilna je določena barva. Tako je edamec zunaj vedno rdeč, pakiran je v rdečo folijo, ali pa je rdeč premaz, gavda pa je od zunaj v glavnem rumena, čeprav je lahko včasih tudi črna. Zelo znan sir iz te skupine je tudi trapist. To je sir, ki je po izvoru iz Bosne in Hercegovine.

3.2.4 Sir z zorenjem s površinsko mažo ali sluzjo

V tej skupini so vrste sira, ki zorijo ob delovanju bakterij na površini sira. Najpogosteje gre za bakterije iz roda *Brevibacterium linens*. Rastejo na površini, tvorijo rumeno-oranžno mažo in vplivajo na aromo sira. Okus sira je pikanten, rahlo kiselkast. Na površini sira se pojavlja zasušena kožica z mažo, ki se lahko tudi izpere. Sir je brez sirnih oces. Zapakiran je v aluminijske folije, da sezaščiti maža na površini sira. V tej skupini sta najpomembnejša limburški sir, ki je po izvoru iz Belgije, iz mesta Limburg, in tilzitski sir, ki je po izvoru iz Nemčije, iz mesta Tilsit.

3.2.5 Sir s plemenito plesnijo

Ta sir delimo v dve veliki skupini glede na plemenito plesen, s katero se proizvaja.

V prvi skupini je beli sir. Na njegovi površini je posušena skorjica z belo plesnijo. Testo je plastično in elastično. Z dolgim zorenjem postane mehko in zelo mazavo, po strukturi podobno toplemu maslu, zato rečemo, da testo »teče«. Na začetku zorenja je sir blagega okusa po šampinjonih, pozneje pa okus z daljšim zorenjem postaja vse ostrejši in dobi vonj po amonijaku. Zelo zreli sir tega tipa je lahko zelo intenzivnega vonja in okusa, ki ga gurmani zelo cenijo. Sir je zapakiran v aluminijske folije, glede na to, da je v skupini polmehkih vrst sira, se zлага v kartonaste ali lesene zabojе, da se med transportom ne bi deformiral. Najbolj znana iz te skupine sta kamamber in bri. Oba sta po izvoru iz Francije, značilna zanju pa

je različna oblika. Kamamber je majhen sir s premerom 15–20 cm, medtem ko je bri, njegov veliki brat, s premerom okrog 40 cm.

V drugi skupiniso vrste sira z modro plesnijo. V primerjavi z belo plesnijo, ki je samo na površini sira, je modro-zelena plesen tudi v notranjosti sira. Na površini siraje posušena skorjica, belo do rahlo rumeno testo pa je prepleteno z modro-zeleno plesnijo. Okus sira je rahlo kiselkast do zelo pikanten, če je zorenje daljše. V primerjavi z belim sirom je običajno precejbolj slan. Če se ta vrsta sira izdeluje iz ovčjega mleka, sta precej intenzivnejša tudi vonj in okus. Najbolj znani iz te skupine so rokfor, po izvoru iz Francije, iz pokrajine Roquefort, izdelan izključno iz ovčjega mleka, ter iz kravjega mleka izdelana gorgonzola, po izvoru iz Italije, in stilton, po izvoru iz Velike Britanije.

Danes so na tržišču tudi vrste sira, ki se proizvajajo s kombiniranjem bele in modro-zelene plesni. Tak sir je z belo plesnijo na površini ter z modro, s katero je prepredena notranjost sira.

3.2.6 Sir iz parjenega testa

Najbolj znan sir tega tipa je mocarela, ki je po izvoru iz Italije. V to skupino spadajo tudi številne druge znane vrste sira, kot so na primer kačkavalj iz Bolgarije, provolone iz Italije ter parenica sČeškega oziroma Slovaškega. Sir se proizvaja z uporabo tehnologije za čedar, za katero je značilno, da se poleg kuhanja sirnega testa izvajata tudi raztezanje in oblikovanje sirne grude v različne oblike. Sir je gladke teksture, plastičen do elastičen, na prerezu pa so listnate oblike.

Je brez sirnih oces. Nezreli sir je zelo blagega okusa, taka je na primer mocarela. Izvirna mocarela se proizvaja iz bivljega mleka. Zreli sir je lahko po nekaj mesecih zorenja zelo pikanten, na primer kačkavalj iz ovčjega mleka. Sir tega tipa se lahko včasih dimi (parenica, včasih tudi provolone).

3.2.7 Sir v slanici

Sir v slanici je sir, ki se reže na rezine, in je zalit s slanico. Slanica je vodna raztopina soli z nekaterimi dodatki. Zorenje sira traja okrog dva ali tri tedne. Sir je, ne da bi ga vložili v slanico, precej brezokusen, šele z zorenjem v slanici doseže polno aromo. Najbolj znan sir tega tipa je feta, po izvoru iz Grčije. Za sir je značilna gladka tekstura, je brez sirnih oces, včasih razpoka zaradi nesprijetega testa. Je slanega okusa in blage arome. Z daljšim zorenjem postaja pikantnejši, še posebej, če se proizvaja iz ovčjega ali kozjega mleka. Tedaj dobi rahlo žarek okus in vonj, kar je polna aroma zelo zrelega sira. Sir se lahko shranjuje v slanici pri nižji temperaturi tudi do enega leta. Razen sira feta je znan tudi sir tipa domiati, ki je po izvoru iz Egipta. Proizvaja se iz slanega mleka. Mleko se soli, preden mu dodajo sirilo. Sir je zelo mehak in po proizvodnji ga lahko takoj uživamo, čeprav poln okus doseže šele po zorenju v slanici. V tej skupini sta tudi sir haloumi, po izvoru s Cipra, ter travniški sir iz Bosne in Hercegovine.

3.2.8 Sveži sir

Sveži sir se proizvaja z mlečnokislinsko fermentacijo ob delovanju mlečno-kislinskih bakterij. V industrijski proizvodnji se poleg kulture bakterij za boljšo čvrstost sira običajno doda tudi majhna količina sirila. To so najbolj priljubljeni siri na območju severozahodne Hrvaške in Slovenije. Najpogostejše se proizvaja iz posnetega mleka. Lahko ga izdelujejo tudi iz polnomastnega mleka in tako dobijo kremasti sveži sir. V glavnem je blagega kiselkastega okusa z veliko vode. Včasih se tak sir meša s smetano, se soli in oblikuje v majhne stožce, zatem pa se suši. Na Hrvaškem ga imenujejo prgica ali turoš. V sirno maso lahko dodajo rdečo mleto papriko ali pa kak drug dodatek. Sir lahko tudi dimijo. Še ena vrsta sira v tej skupini je zrnati sir. Proizvaja se iz posnetega mleka. Koagulum se reže na majhne kocke in se postopno segreva, da se naredijo majhne trdne kroglice sira. Pri tem temperatura segrevanja doseže tudi do 60 °C, tako da vsaka sirna kocka – kroglica doseže primerno trdnost. Preveri se tudi, ali je posamezno sirno zrno dovolj trdno. Če ga vržemo z metra višine in se ne razleti, pomeni, da je dosežena dovolj velika trdnost. Glede na to, da se zrnati sir izdeluje iz posnetega mleka, njegov okus pa je precej nevtralen, ga pred pakiranjem polije jos kremasto mešanico smetane.

Skupna značilnost vseh vrst sira iz te skupine je, da ni procesa zorenja, ampak so takoj po izdelavi primerni za uživanje.

3.2.9 Sir iz sirotke

Kot pove že ime, se tevrste sira ne proizvajajo iz mleka, pač pa iz sirotke. Sirotka vsebuje beljakovine sirotke, kikoagulirajo s segrevanjem pri visoki temperaturi (15–20 minut pri 90–95 °C); to je osnova proizvodnje sira iz sirotke. Sir se uživa svež, brez procesa zorenja, roktrajanja pani dolg. Zanj je značilen rahlo sladkast okus po kuhanem, kar je posledica toplotne denaturacije beljakovin sirotke med proizvodnjo. V gospodinjstvu sesir v glavnem izdeluje iz ovčje sirotke, ker je bistveno večji delež suhe snovikot v kravji sirotki, in tako je izplen sira večji. Kravja sirotka vsebuje samo šest odstotkov suhe snovi, od tega je 70 odstotkov laktoze in je izplen sira iz nje zelo majhen. Zato je treba sirotko v industrijski proizvodnji predhodno zgostiti. Včasih se zaradi povečanja izkoristka doda tudi manjša količina mleka. Najbolj znan sir tega tipa je rikota, ki je po izvoru iz Italije. Na našem območju se tak sir imenuje skuta ali albuminski sir. V skandinavskih državah, predvsem na Norveškem, se iz sirotke izdeluje specifična vrsta sira, ki ga imenujemo *mysost*. To je sir temnorumene, skoraj rjave barve in zelo zbite strukture, podobne maslu. Proizvaja se iz zelo zgoščene sirotke z dodajanjem kuhanega neposnetega mleka, smetane in sirotke. Je sladkega in trpkega okusa, z rahlim okusom po karameli.

3.3 Prehranska in zdravstvena vrednost sira

Prehranska in zdravstvena vrednost sira je odvisna od kakovosti in vrste mleka, iz katere se proizvaja sir, in od tipa sira. Sir, kakor tudi mleko, vsebuje beljakovine, mlečne maščobe, ogljikove hidrate, vitamine in mineralne snovi. Sir je namreč koncentrat beljakovin. Danes prevladuje mnenje, da mora bitiv siru več beljakovin in manj maščob, zaradi česar je njegova prednost v prehrani večja. Z zaužitjem od 50 do 100 g sira dnevno zadovoljimo dnevno potrebo po beljakovinah. Z vnosom 100 g svežega sira je mogoče zagotoviti od 30 do 40 odstotkov beljakovin, ki jih potrebuje dnevno v prehrani odrasli človek, z vnosom 100 g trdega sira pa od 40 do 50 odstotkov.

Zrelejši sir jev primerjavi z manj zrelim občutno lažje prebavljiv. Z zorenjem sira se osnovne sestavine sira (beljakovine, maščobe in laktoza) v manjšem ali večjem deležu delno razgradijo. Pri večini vrst sira se med zorenjem razgradi približno tretjina beljakovin, kar je odvisno od časa zorenja sira. Čim daljši je čas zorenja sira, tem večja bo razgradnja (ne samo beljakovin). Tako je pri zelo trdih vrstah sira laktoza (mlečni sladkor) v popolnosti razgrajena. Pri siru plemenito plesnijo je razgradnja osnovnih sestavin sira zelo intenzivna.

Razlog je zelo močna proteolitična in lipolitična sestava plesni. Pri siru z modro plemenito plesnijo (rokfor, gorgonzola) se razgradi do 50 odstotkov beljakovin, pri siru z belo plesnijo (kamamber, bri) pa se lahko razgradi tudi do 90 odstotkov beljakovin. Glede na intenzivno lipolizo se med zorenjem bistveno poveča prebavljivost teh vrst sira, istočasno pa se razvijeta tudi intenzivnejši okus in vonj. Proteoliza sira med zorenjem lahko pri nekaterih ljudeh povzroči tudi negativne posledice, kajti z dekarboksilacijo aminokislin nastajajo amini: histamin, tiramin, triptamin, putreskin, kadaverin in feniletilamin. Fiziološko aktivni amini lahko vplivajo na zvišanje krvnega tlaka (tiramin in feniletilamin) ali pa na njegovo znižanje (histamin). Zdrave osebe so sposobne metabolizirati biogene amine celo pri zaužitju večje količine zrelega sira.

Maščoba določa konsistenco, okus in vonj sira ter pomembno vpliva na njegovo hranljivo vrednost. Količina maščob v siru je lahko precej različna, kar je odvisno od vrste sira. Tako se delež mlečne maščobe v siru lahko giblje od 0,2 do 32,4 odstotka (tabela 3.2). Potrošniki prednost najpogosteje dajejo mastnejšemu siru, kajti mlečna maščoba bistveno izboljšuje okus in tudi prispeva k razvoju arome sira. Mlečna maščoba je zelo lahko prebavljiva, vsebuje več kot 200 različnih maščobnih kislin, izmed katerih najdemo tudi konjugirano linolensko kislino, za katero se ve, da deluje protikancerogeno. S količino maščob v siru je povezana količina v maščobah topnih vitaminov (A, D, E i K ter betakarotena), ki jih je lahko za od pet- do osemkrat več kot v mleku. Sir je prav tako pomemben vir riboflavina, čeprav je lahko količina vitamina iz B-skupine v siru različna.

Tabela 3.2: Povprečna količina maščob in beljakovin v nekaterih vrstah sira (Tratnik in Božanić, 2012)

Vrsta sira	Voda (%)	Beljakovine (%)	Maščoba (%)	Maščoba/s.s. (%)
Parmezan	31	38	26	35
Ementalec	36	29	30	45
Tilzitski sir	46	24	25	45
Edamec/gavda	46	24	25	45
Sir z modro plesnijo	43	22	29	50
Bri/kamamber	53	21	24	47
Limburški sir	53	32	20	40
Feta	63	18	16	40
Sveži sir	75	9	10	40
Sveži pusti sir	82	12	0,2	-

Sir je najbogatejši vir mineralnih snovi, še posebej kalcija in fosforja (tabela 3.3). Količina kalcija je močno odvisna od načina proizvodnje sira. V siru, proizvedenem z dodatkom sirila, je v primerjavi s svežim sirom veliko več kalcija. Razlog je v tem, da je sveži sir proizveden z mlečnokislinskofermentacijo, pri kateri med proizvodnjo zaradi povečanja kislosti pride do topljenja kalcija iz koagulumu in njegovega prehoda v sirotko, ki nastaja med proizvodnjo sira. Zaradi tega 100 g svežega sira vsebuje manjšo količino kalcija (90 mg/100 g) kot pa 100 ml mleka (123 mg/100 ml).

Tabela 3.3: Povprečna količina mineralnih snovi (mg/100 g) v nekaterih vrstah sira (Tratnik in Božanić, 2012)

Vrsta sira	Ca	P	Na	K	Mg
Parmezan	1300	850	1200	100	44
Ementalec	1080	730	250	90	43
Edamec/gavda	800	600	800	100	40
Tilzitski sir	800	500	750	100	40
Sir z modro plesnijo	420	350	1200	110	50
Mocarela	400	340	450	100	16
Bri/kamamber	350	300	930	150	20
Sveži pusti sir	90	190	30	120	9

Poleg hranilne vrednosti sira velja poudariti tudi specifično zdravstveno vrednost, ki se kaže pri zaščiti in zmanjševanju tveganja nastanka zobnega kariesa. Razlog je verjetno velika količina kalcija in fosforja v siru, ki vplivata na proces demineralizacije, na povečano izločanje sline med uživanjem sira (še posebej med žvečenjem trdega sira), poleg tega ima sir vlogo pufra, ker povečuje pH-vrednost v ustih, k čemur prispevajo tudi pufrske lastnosti kazeina in delno peptidov. Specifična vrednost sira je tudi v njegovem varovalnem delovanju pri zmanjševanju tveganja pred nekaterimi karcinomi. Nekateri testi so pokazali, da stalno uživanje sira zmanjšuje tveganje za nastanek raka dojke. Zmanjševanje tveganja nastanka raka v prebavnem traktu nekateri pripisujejo delovanju kalcija, lahko pa bi ga pripisali tudi delovanju nitritov; ti izhajajo iz nitratov, ki se včasih dodajajo v proizvodnji nekaterih vrst sira. Te predpostavke je prav gotovo še treba dokazati. Vseeno pa je gotovo, da je sir pomemben vir bistvene količine beljakovin in esencialnih aminokislin, pomembne količine riboflavina in vitamina A, lahko pa je tudi najbogatejši vir kalcija in fosforja.

Na koncu lahko rečemo, da je sir živilo, ki ne vsebuje nepotrebnih snovi za človekov organizem.

LITERATURA IN VIRI

1. Robinson, R. K.: *Modern Dairy Technology*, 2. izd., 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 mliječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.

TRADICIONALNE VRSTE SIRA NA HRVAŠKEM IN V SLOVENIJI

Samir Kalit

Tradicionalne vrste sira so nastale spontano kot posledica dolgoletnega razvoja nekaterih tehnologij (receptur) na določenem območju. Znanje se je prenašalo iz roda v rod (z babice na vnukinjo).

Na posebnosti in značilnosti tradicionalnih vrst sira vplivajo:

- podnebni dejavniki,
- lokacija oz. območje,
- tla,
- voda,
- botanična sestava naravnih travnikov in pašnikov,
- pasma molznic in način reje,
- tradicionalne navade in običaji lokalnega prebivalstva (ne samo glede proizvodnje, pač pa tudi glede načina uživanja tradicionalnih in lokalno značilnih vrst sira).

Tradicionalne vrste sira praviloma uživajo lokalni potrošniki, turisti in gurmani.

Za izdelavo industrijske sirarske opreme se uporablja visoko kakovostno nerjaveče jeklo, v industrijski proizvodnji pa je zagotovljena stroga izolacija sirarskega obrata, vključujoč filtracijo zraka. Tako se prepreči dostop patogenim organizmom, ki lahko negativno vplivajo na okus sira.

Gurmani, ki običajno uživajo tradicionalne vrste sire, izdelane iz surovega mleka, menijo, da je tehnologija sodobnega industrijskega sirarstva, pri kateri se zaradi zagotavljanja mikrobiološke varnosti pred patogenimi organizmi uporablja pasterizirano mleko, »morilka« okusa sira.

4.1 Današnji pomen tradicionalnih vrst sira

Ohranjanje proizvodnje tradicionalnih vrst sira poleg splošnega ohranjanja tradicije pomeni tudi neposredno preprečevanje izgubljanja že tako redkih tradicionalnih mlečnih proizvodov.

Predelava mleka na kmetiji poleg ohranjanja tradicije prinaša tudi ugodne ekonomske in organizacijske učinke. Eden izmed teh je manjša potreba po organiziranem odkupu mleka na terenu, kajti težje dostopna območja, kot so oddaljena planinska območja in otoki, sodobno sirarsko industrijo ne zanimajo več.

Tradicionalne vrste sira, izdelane neposredno na kmetiji, se uspešno tržijo. Neposredna prodaja doma pridelanih vrst sira lokalnim potrošnikom, turistom in gurmanom tako ugodno vpliva na dohodek kmetije. Zato se vse več kmetij usmerja v predelavo mleka ter neposredno prodajo sira in sirarskih izdelkov.

Tako pridobljen dodaten dohodek ugodno vpliva tudi na ohranjanje ali višanje števila delovnih mest na kmetijah, tudi brez povečevanja obsega primarne proizvodnje (kmetijskih površin in staleža živali).

Razvoj dopolnilne dejavnosti predelave mleka na kmetiji tako neposredno vpliva na ohranjanje poseljenosti ruralnih območij kot enega izmed najpomembnejših ciljev vsake razvite družbe.

4.2 Posebne lastnosti tradicionalnih vrst sira

Tradicionalne vrste sira so praviloma izdelane iz surovega, toplotno neobdelanega mleka, brez dodajanja ali pa z dodajanjem sirarskih kultur ali z dodajanjem naravnih sirišč in začimb. Izdelava običajno zahteva veliko ročnega dela.

Take vrste sira se po okusu, vonju, aromi in teksturi težko primerjajo z industrijsko pridelanimi in jih je v industrijskih obratih tudi težje izdelati. Običajno so precej raznolike in intenzivnega ter zanimivega okusa in arome.

4.3 Ukrepi za izboljšanje in razvoj tehnologije proizvodnje tradicionalnih vrst sira

Med najpomembnejšimi ukrepi, ki jih s ciljem trajnostnega razvoja proizvodnje tradicionalnih vrst sira izvajamo na Hrvaškem in v Sloveniji, so izobraževanje proizvajalcev, strokovnjakov in potrošnikov ter stalno prilagajanje zakonodaje potrebam pri predelovanju mleka in zahtevam trga.

Pomemben ukrep je tudi promocija tradicionalnih vrst sira in njihovih proizvajalcev. Primeren način je nastop na medijsko podprtih prodajnih razstavah in sejnih, česar pa proizvajalci sira ne zmorejo financirati sami.

Tudi pri izdelavi tradicionalnih vrst sira in pri razvoju te panoge moramo stremiti k visoki kakovosti končnega izdelka. Smiselni način za doseganje tega ukrepa je senzorično ocenjevanje sira. Proizvajalci sira se tako znajdejo v konkurenčnem okolju, kar pomembno vpliva na njihovo zavedanje o pomenu kakovosti izdelka. Sirarji posledično izdelujejo kakovostnejše in inovativnejše sirarske proizvode.

4.4 Nekaj pomembnih tradicionalnih vrst sira na Hrvaškem in v Sloveniji

Hrvaška in Slovenija sta zakladnici tradicionalnih mlečnih izdelkov. To je tudi območje, kjer ima proizvodnja ekskluzivnih mlečnih izdelkov velik potencial.

V strokovnih krogih velja prepričanje, da se na Hrvaškem proizvaja približno trideset tradicionalnih vrst sira (paški sir, tounjski sir, preveli (prevehli) sir, krški sir, škripavec, istrski sir, sveži sir in turoš). Med slovenskimi tradicionalnimi vrstami sira, ki so zelo priljubljene tudi čez mejo, pa izstopata bohinjski in tolminski sir.

4.1.1 Paški sir

Predvideva se, da se je proizvodnja paškega sira začela razvijati iz mleka paške ovce leta 1870. Avtohtone paške ovce so oplemenili z ovni pasme *merino negretti*, rezultat pa je bila ovca, odlično prilagojena na razmere na otoku Pagu. Gre za kombiniran tip pasme (glede mesa in tudi mleka).

Paška ovca se tako redi za proizvodnjo in ponudbo vrhunske paške jagnjetine in paškega sira. Prvi zapis o proizvodnji paškega sira je iz leta 1912. Območje proizvodnje paškega sira je celoten otok Pag s površino 284,56 km².

Otok Pag je geološko opredeljen kot kraški svet, zato so pašniki na določenih predelih skoraj neporasli. Izpostavljen je burji, sicer pa spada med območja z blago in suho mediteransko klimo. Pašniki in travniki so poraščeni z aromatičnimi in zdravilnimi sredozemskimi rastlinami.

Na otoku Pagu se z ovčerejo ukvarja 600 kmetij, kar je dovolj za proizvodnjo sto ton paškega sira. Poleg proizvodnje sira na kmetijah je na otoku Pagu tudi nekaj nekoliko večjih sirarn, v katerih izdelujejo paški sir. Po evidenci hrvaške kmetijske agencije je na otoku Pagu med 25.000 in 28.000 molznih ovac.

Paška ovca je nekaj manjša od ovac z drugih otokov in se razlikuje po tem, da je skladnega trupa, ki je izrazito širok in globok, telesna teža pa doseže od 30 do 40 kg. Ovni tehtajo povprečno 50 kg. Ovca jagnji v januarju in februarju. Povprečna plodnost je 120-odstotna. Jagnjeta sesajo mleko pri samici le kratek čas, do 30 dni. Mleko se takoj nato usmerja v pridelavo paškega sira, sicer pa laktacija paške ovce traja 150 dni. Mlečnost variira od 80 do 150 litrov mleka po laktaciji.

Paška ovca preživi vse leto na prostem. Njen osnovni obrok je tako sestavljen iz pašne, dodatno pa jo krmijo s senom in koruzo (predvsem pozimi in med lak-

tacijo). Mleko je zelo kakovostno, z nadpovprečnim deležem suhe snovi, maščob in beljakovin, kar je zelo primerno za sirjenje.

Za proizvodnjo paškega sira se sme uporabljati le mleko paške ovce, pridelano na otoku Pagu, za sirjenje pa le sirišče naravnega izvora. Sirjenje mleka traja do ene ure. Tako pridobljena sirna masa se reže na kocke velikosti 5–7 krat 5–7 cm, nato pa se tradicionalno drobi z lesenim vretenom do velikosti riža (sliki 4.1 in 4.2).



Slika 4.1: Lesen nož in leseno vreteno za proizvodnjo paškega sira (vir: D. Samaržija)



Slika 4.2: Zrna sira pri proizvodnji paškega sira (vir: D. Samaržija)

Sušenju sirnih zrn pri temperaturi 41 °C sledijo nalaganje in oblikovanje sirne mase ter oblikovanje sira v kalupu in nato stiskanje. Sir se soli z grobo morsko soljo, ki jo vtirajo po površini sira. Postopek ponovijo trikrat v 48 urah (slika 4.3). Paški sir zori najmanj dva meseca in največ pet mesecev v ustreznih mikroklimatskih pogojih (temperatura ne sme biti pod 16 °C in relativna vlažnost zraka ne nad 90 odstotki (slika 4.4)). Paški sir je okrogle oblike, blago konveksnih do ravnih bočnih stranic, zgornja in spodnja stran pa sta ravni. Premer paškega sira se giblje med osemnajstimi in triindvajsetimi centimetri, višina pa od sedem do devet centimetrov. Teža kolača je od dva do štiri kilograme. Skorja je trda, zlato rumene do svetlo rdeče rjave barve, debelina pa je od tri do štiri milimetre (sliki 4.5 in 4.6).



Slika 4.3: Soljenje paškega sira (vir: D. Samaržija)



Slika 4.4: Zorenje paškega sira (vir: D. Samaržija)

**Slika 4.5:** Mladi paški sir (vir: D. Samaržija)**Slika 4.6:** Zreli paški sir (vir: D. Samaržija)

Tekstura mladega paškega sira je slabo elastična, sir se lahko reže, na prerezu pa so redko razporejena okrogla očesa. Tekstura polnozrelega paškega sira je zrnata, z rezanjem pa se nepravilno lomi. Okus je intenziven, značilen za ovčje sire, pri polnozrelem paškem siru pa se ob topljenju sira v ustih sproščajo velike količine aromatičnih spojin. Po hranilni vrednosti je paški sir zelo bogat, po vsebnosti mineralnih snovi spada v skupino prehransko zelo cenjenih sirov (tabela 4.1).

Tabela 4.1: Mineralna vrednost paškega 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 je okrogle oblike (slika 4.7), na površini izbočen, dno pa je ravno. Izbočena oz. stožčasta površina je zlato rumene barve, na spodnji strani pa sta prečno dve svetli prog. V prerezu siraje »maščobni« videz. Sir je svetlo rumene barve in lahko ima do dvajset pravilno razporejenih ter okroglih oces premera od dva do štiri milimetre. Tounjski sir je zmerno kisel in slan, z značilno aromo po dimu. Pri dimljenju uporabljamo les sadnih dreves, kot so leska, slive, češnje in višnje, ter les gabra.

Nekaj dni po zaključku proizvodnje se pri razporejanju zrn tounjskega sira (prva tekstura) sliši zvok – škripanje, zato se sir v tej fazi imenuje tounjski škripavec. Nato se tekstura spremeni v srednje elastično, primerno za rezanje. Hlebec sira je v povprečju težak 700 gramov (od 500 do 1000), premer znaša od 14 do 16 centimetrov, v višino pa meri od štiri do šest centimetrov.



Slika 4.7: Tounjski sir med dimljenjem (fotografija: S. Kalit)

4.4.3 Preveli (prevehli) sir

Ta sir spada v skupino kislh sušenih vrst sira. Pridobiva se iz kisle skute, ki je dobro odcejena in sušena na zraku (slika 4.8). Preveli (prevehli) sir se proizvaja na območju hrvaških regij Posavine in Moslavine. S sušenjem sir preide v kategorijo poltrdih vrst sira. V zadnjem času se v proizvodnjo sira redno vključuje tudi postopek soljenja, kar je bistveno podaljšalo trajnost svežemu siru. Sir je kislega, svežega in slanega okusa, na prerezu pa je videz listnate strukture. Pogosto se dodatno konzervira in dimi. Tako je na voljo v beli in dimljeni različici.



Slika 4.8: Preveli sir med sušenjem (fotografija: S. Kalit)

4.4.4 Krški sir

Krški sir se izdeluje iz mleka avtohtone pasme ovac, krške ovce, ki jo redijo na otoku Krku. Kot druge primorske vrste sira je tudi ta nastal v 18. oz. 19. stoletju, s križanjem lokalnih avtohtonih pasem ovac z ovni merino, uvoženimi iz Španije, Francije, Italije in Avstrije. Krška ovca spada v skupino pramenk in je tako kombiniran rejski tip ovce. Krška ovca je, v skladu s pogoji, v katerih se je razvijala, razmeroma majhna (tehta od 24 do 43 kg) ter razmeroma odporna in prilago-

jena na neugodne pogoje reje. Med laktacijo, ki traja od pet do šest mesecev, da ovca okrog sto litrov mleka. Krški sir spada v skupino trdih polnomastnih otoških ovčjih vrst sira. Proizveden je iz ovčjega mleka, v katerem sta ohranjeni dejavnost naravnih encimov in naravna mikroflora nestarterskih mlečnokislinskih bakterij. V prvotni proizvodnji krškega sira so se uporabljala domača sirišča in priročen naravni material. Danes je proizvodnja delno spremenjena, predvsem zaradi različnih sirišč v čistih kulturah in zaradi uporabe sodobne sirarske opreme.

Krški sir se izdeluje ročno na družinskih živinorejskih kmetijah na otoku Krku. Praviloma je okrogle oblike (slika 4.9), povprečna teža hlebca znaša 1000 gramov (od 580 do 1700), povprečen premer je trinajst centimetrov (od 11,5 do 15), povprečna višina kolača pa šest centimetrov (od 4,4 do 7,8). Skorja je rjavo rumene barve, brez razpok in nečistoče, lahko je premazana s tankim slojem rastlinskega olja. Na prerezu je sir blede rumene barve z majhnim številom redko posejanih okroglih drobnih oces. Testo je slabo elastično in mehko za rezanje. Vonj je ugoden, značilen za ovčje vrste sira, okus pa umirjeno kislast.



Slika 4.9: Krški sir med zorenjem (fotografija: S. Kalit)



Slika 4.10: Krški sir – sir zlatega otoka Krka (fotografija: S. Kalit)

4.4.5 Sir škripavec

Sir škripavec (hrv. škripavac) je mehki sir, proizveden iz kravjega mleka, namolzenega na gričevnato-hribovitih območjih Hrvaške (v Liki, Gorskem Kotarju in Kordunu). Krave so na teh območjih z omejenimi dejavniki za kmetijstvo rejene ekstenzivno. Osnovni obrok je voluminozna krma v naravni botanični strukturi tamkajšnjih travnikov in pašnikov, delež močnih krmil pa je majhen. Tako prirejeno mleko daje siru škripavcu značilno sestavo, ki temelji na velikem deležu maščobe in majhnem deležu beljakovin.

Tehnološka posebnost v proizvodnji sira škripavca je segrevanje mase sirnih zrn (zrna so v velikosti lešnikov) pri temperaturi do 45 °C, kar vpliva na poznejšo, značilno gumasto in škripavo konsistenco. Sir škripavec je pravilne okrogle oblike, po pripovedovanju pa je bil nekoč lopataste in kvadratne. Povprečna teža hlebca je 1200 gramov (od 900 do 1600), povprečen premer znaša petnajst centimetrov (od dvanajst do osemnajst), višina pa je spremenljiva in znaša od štiri do sedem centimetrov. Sir je brez kože, na pogled mlečne barve in ne zori (slika 4.10).

Na prerezu je sir škripavec zaprt, pojavlja pa se manjše število mehanskih odprtin, nastalih pri zadrževanju sirotke med mešanjem. Okus je mlečno-sladek in umirjeno slan. Konsistenca je tudi ob uživanju značilno gumasta in škripajoča, po čemer je sir tudi poimenovan.



Slika 4.11: Sir škripavec (fotografija: S. Kalit)

4.4.6 Istarski sir

Istrski ovčji sir je tradicionalen avtohtoni proizvod, ki ga pridobivamo s koagulacijo surovega ali pasteriziranega mleka ovac, rejenih na območju Istre. Proizvaja se z naravnim siriščem ob izločanju sirotke, z rezanjem sirnih zrn na velikost pšeničnega zrna in njegovim segrevanjem na temperaturo med 41 in 42 °C.

Izvirni istrski ovčji sir je polnomastni trdi sir. Lahko vsebuje največ 56 odstotkov vode v maščobnem delu in najmanj 45 odstotkov maščobe v suhi snovi. Sir je okrogle oblike premera od osemnajst in dvajset centimetrov ter višine od sedem do devet centimetrov (slika 4.12). Teža sira je lahko različna – od 1,8 kilograma do treh kilogramov. Istrski sir se uživa zrel, to je v starosti od 60 do 120 dni. Koža sira je zlato rumene barve, testo je slabo elastično in se zlahka reže. Sir je blago pikanten, aroma po ovčjem mleku pa je dobro izražena. Med topljenjem sira v ustih se sprošča veliko okusnih spojin.



Slika 4.12. Istrski sir (fotografija: S. Kalit)

4.4.7 Sveži sir in kislá smetana

Sveži sir se proizvaja predvsem na območjih Križevca, okolice Zagreba in Varaždina. V severozahodnem delu Hrvaške in v Sloveniji ga imenujejo skuta. Njegova proizvodnja je razmeroma preprosta. Sveže pomolzeno mleko se prepusti fermentaciji pri sobni temperaturi (približno 25 °C), ki poteka od 24 do 48 ur. V tem času naravno prisotne mlečnokislinske bakterije proizvedejo kislo skuto, ki se razreže na velikost škatlice za vžigalice in se položena na sirarske rute v ustreznih sirarskih modelnih posodah odcedi. Za pospeševanje izločevanja sirotke se sirna masa lahko dogreva na temperaturo med 40 in 50 °C. Izločena kislá smetana se lahko zaužije s sirom. Skuta je grudaste strukture (slika 4.13), bele barve, z nežnim rumenkastim odtenkom. Je prijetnega vonja ter kislega, polnega in dobro izraženega mlečnega okusa. Konsistenca sira je grudasta, nežna in mehka. Sveži sir se lahko oblikuje tudi v kose (liste večje debeline).



Slika 4.13: Sveži sir (vir: N. Antunac)

4.4.8 Sir turoš

Sir turoš spada v skupino svežih, kislih, suhih sirov. Je stožčaste oblike, dodajata pa se mu suha rdeča mleto paprika in sol. Tradicionalno se proizvaja na družinskih kmetijah v severozahodnem delu Hrvaške. Proizvaja se tudi na območju Slovenije (v Pomurju). Turošu podobne vrste sira se na Hrvaškem proizvajajo še na območju Bjelovarja (kvargl) in Varaždina (prgica) (slika 4.14). Prva faza v proizvodnji je naravna fermentacija surovega mleka. Ko se mleko sesiri, se smetana odstrani s površine, kislá skuta pa se nato rahlo segreva do temperature 42 °C.

Ta proces traja tri ure, sirna masa pa se med tem ne meša. Nato se kislá skuta prestavi v sirarsko ruto, kjer ostane ves dan, da sirotka počasi odteče. Odcejena kislá skuta se nato meša s soljo in z rdečo suho papriko ter se oblikuje v stožec. Stožci se sušijo na soncu ali nad pečjo približno sedem dni. Na tisoč gramov sveže sirne mase se doda dvajset gramov soli in deset gramov rdeče mleto paprike.



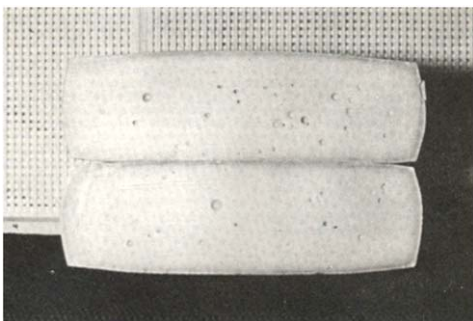
Slika 4.14. Hrvaški kisli sušeni sir stožčaste oblike (vir: K. Valkaj)

4.4.9 Bohinjski sir

Bohinjski sir spada v skupino ementalcev, ki se proizvajajo v Sloveniji. Leta 1864 ga je pod švicarskim vodstvom začel proizvajati Janez Mesar. Danes se bohinjski sir proizvaja na celotnem območju planine Bohinj. Sir je v oblikah lebecv (slika 4.15) različnih dimenzij. Premer kolača je med 30 in 50 centimetri, višina znaša od deset do šestnajst centimetrov, teža sira pa se giblje med dvajsetimi in tridesetimi kilogrami. Koža sira je čvrsta, suha in zlato rumene barve. V siru so očesa okrogla, gosto razporejena, njihov premer pa je med petimi in petnajstimi milimetri. Okus siraje dobro izražen in aromatičen ter spominja na okus mladega oreha. Iz stotih kilogramov mleka se pridobi odosemdodevet kilogramov sira.

Za bohinjski sir je značilno, da se mleko siri v bakrenem kotlu. Mleko večerne molže zori v lesenih posodah čez noč pri temperaturi med 10 in 13 °C in se pomeša z mlekom jutranje molže v bakrenem kotlu. Segreva se pri temperaturi sirjenja (od 30 do 35 °C) približno štirideset minut. Na 100 litrov mleka se doda en gram sirišča v prahu (razmerje je 1 : 100 000). Sirišče je najprej treba v mleko

temeljito vmešati, nato pa se bakreni kotel prekrije z lesenimi deskami. Skuta se reže in meša z leseno paličico, dokler masa ne doseže temperaturo od 50 do 53 °C. Ta postopek traja do 25 minut. Pri tej temperaturi se sirna zrna sušijo približno 30 minut, dokler ne dosežejo velikosti pšeničnega zrna. Vsebinsko nato, ko smo prišli do dna kotla, prenehamo mešati. Oblikovana sirna masa se s kotla dvigne s sirno ruto ter se pusti, da večina sirotke odteče. Sirna masa se nato prestavi v lesene modele, kjer se pusti stati deset minut brez pritiska, nato pa se še obteži za dvaindvajset ur. V tem času se sirna masa obrne šestkrat, pri vsakem obračanju pa se sirna ruta zamenja. Sir se soli v slani raztopini s koncentracijo 20 °Be dva do tri dni. Raztopini se vsak dan doda sol. Po zaključku soljenja se sir obriše in položi na police za zorenje sira. Mikroklimatski pogoji v prostoru za zorenje sira so temperatura od 14 do 16 °C in 85 odstotkov relativne vlažnosti zraka. Sir tako stoji štiri tedne, nato pa se obriše. Prvi teden se sir še dosoljuje. Nato se čez štiri tedne premesti v centralno sirarno, kjer zori pri temperaturi med 21 in 22 °C ter relativni zračni vlažnosti od 85 do 90 odstotkov. Bohinjski sir zori dva do tri mesece.



Slika 4.15: Bohinjski sir (vir: Slanovec, 1982)

4.4.10 Tolminski sir

Tolminski sir se izdeluje na Tolminskem, v okolici krajev Tolmin in Kobarid, v alpskem delu Slovenije. Tehnologija proizvodnje je podobna proizvodnji alpskega sira montasio. Prideluje se iz surovega polnomastnega mleka, tolmincu podoben sir pa proizvajajo tudi v Beneški Sloveniji in Furlaniji. Hlebec je okrogle oblike, premera 40 cm, višine 12 cm, teža pa se giblje med šestimi in desetimi kilogrami. Skorja je gladka in rumenkasta. Testo je plastično, povezano, rumenkaste barve, z redkimi inkot grah velikimi očmi. Tolminski sir je sladko pikantnega okusa, ki spominja na sir ementalec. Iz 100 kilogramov mleka lahko izdelamo približno 9,5 kilograma sira.

Prvi fazi tehnološkega postopka proizvodnje, segrevanju mleka na temperaturi med 34 in 35 °C, sledi tridesetminutni proces sirjenja. Skuta se nato razreže na koščke v velikosti grahovega zrna. Po izteku sirotke iz sirne mase seta za 35 minut

segreje na temperaturo do 43 °C. Sirna zrna, ki se s tem postopkom osušijo, se nato prestavijo v sirno ruto in se tako pustijo nekaj časa. Ko se osušijo, se masa prestavi na sirarsko mizo, kjer se razreže na manjše kose. Ta masa se nato prestavi v kalup, se primerno zapre in stiska od šest do osem ur. Pritisk na sir se postopoma povečuje s 300 na 1000 N, odvisno od velikosti sira. Tolminski sir se soli v slanici koncentracije od 18 do 20 °Be in pozneje zori pri temperaturi med 15 in 18 °C ter pri 85-odstotni relativni vlažnosti zraka. Tolminski sir običajno zori tri mesece.

LITERATURA IN VIRI

1. Kalit, S., Dolenčič 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, *Mljekarstvo* 63, 55 – 63.
5. Prpić, Z., Kalit, S., Lukač Havranek, J., Štimac, M., Jerković, S. (2003): Krčki sir, *Mljekarstvo*, 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?, *Mljekarstvo*, 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.

IZDELAVA SIRA V DRŽAVAH EVROPSKE UNIJE

Irena Barukčič

5.1 Uvod – Kako je sir prispel v Evropo?

Izdelava sira je uvrščena med najstarejše poznane postopke konzerviranja mleka, ki je po svoji naravi hitro pokvarljivo živilo in se spontano zakisa ali zasiri.

Nekatere arheološke raziskave, ki so bile izvedene v Egiptu na območju med rekama Evfrat in Tigris, so dokazale obstoj sira iz kozjega in ovčjega mleka že v obdobju od 7000 do 6000 let pred našim štetjem. Številni zapisi iz obdobja našega štetja pričajo o procesu izdelave sira in o zmožnosti zasirjenja mleka. Ni pa jasno, kdo je prvi izdelal sir. Skladno z nekaj legendami je sir prvi slučajno izdelal arabski trgovec s tem, ko je mleko med potovanjem čez puščavo nosil v malhi, izdelani iz ovčjega želodca. Encimi, ki so bili prisotni v notranjosti vreče, so se aktivirali zaradi toplote in povzročili zasirjenje mleka in ločitev sirotke. Zvečer je trgovec ugotovil, da je sirotka izvrsten napitek, ki pogasi žejo, sir (oziroma sirna masa) pa je izjemno okusen in poteši lakoto.

Obstaja prepričanje, da so prav popotniki iz Azije prinesli umetnost izdelave sira v Evropo. Znano je, kako se je izdeloval sir v obdobju razvoja in vrhunca Rimskega cesarstva, saj so prav stari Rimljani odgovorni za prenos znanja in začetek sirarstva v Angliji. V obdobju srednjega veka pa vse do odkritja Amerike so sir večinoma proizvajali redovniki v samostanih v posameznih delih Evrope, od koder so ohranjeni zapisi o proizvodnji nekaterih, danes svetovno znanih sirov. Jasno je na primer, da so gorgonzolo izdelovali že leta 897 v dolini reke Po in da je Italija v 10. stoletju postala središče evropskega sirarstva. Prav tako je v zapisih iz leta 1070, najdenih v samostanu Conques v Franciji, potrjena izdelava rokforja. Izdelava sira se je intenzivno širila po Evropi in postala priznana veja gospodarstva, sir pa cenjeno živilo. Tako je mogoče zaslediti lokalno proizvodnjo številnih vrst sira v posameznih evropskih državah, ki so postopoma pridobile svetovni

ugled in se izdelujejo skladno s prilagojenimi recepturami, po industrijskih standardih. Kakorkoli že, številne vrste sira so še danes dostopne kot tradicionalno proizvedene zaradi striktnega upoštevanja avtohtonih tehnoloških postopkov, kar pa v sodobnem času prinaša posebno vrednost za potrošnika.

Po podatkih Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) proizvodnja mleka in sira beleži neprestano rast zadnjih deset do petnajst let, saj v svetovnem merilu beležimo proizvodnjo v povprečju okoli šestnajst milijonov ton, samo v Evropi približno osem milijonov ton sira letno. Največji evropski proizvajalec sira je nedvomno Nemčija s povprečno letno proizvodnjo, ki presega dva milijona ton, sledi ji Francija, medtem ko je Italija na tretjem mestu. V primerjavi s temi podatki je letna proizvodnja sira na Hrvaškem (okoli trideset tisoč ton) in v Sloveniji (okoli dvajset tisoč ton) na dnu lestvice držav članic Evropske unije. Do danes je poznanih več kot 2000 različnih vrst sira. V tem poglavju so predstavljene najbolj poznane vrste, ki izhajajo iz evropskega prostora.

5.2 Nemški sir

Kot smo že omenili, je Nemčija največji proizvajalec sira v Evropski uniji, saj proizvede približno četrtno skupne letne proizvodnje. Od tega se največji delež (75 %) proizvede na Bavarskem, točneje v pokrajini Allgäu, ki je v alpskem delu južne Nemčije, medtem ko so druge sirarsko pomembne regije, na primer Schleswig-Holstein, Mecklenburg - Predpomorjanska in Saška-Anhalt.

Kljub dejstvu, da je Nemčija največja proizvajalka sira, pa obstaja samo nekaj avtohtonih vrst, ki so se razširile tudi zunaj njenih meja, med katerimi pripada prvo mesto siru iz surovega mleka, ki se imenuje **kvark** (nem. Quark, Speisequark, Topfkäse, Weiskäse, Matz, Bibeleskäse, Lukeleskäs, Topfen). Standardi za proizvodnjo kvarka so različni, saj se lahko proizvaja tako, da vsebuje od 14 do 24 odstotkov suhe snovi brez maščobe, pogosto pa se meša tudi s smetano in z dodatki, kot so sadje ali začimbe. Kvark se proizvaja iz pasteriziranega in posnetega kravjega mleka, ki se zasiri z delovanjem mezofilne kulture bakterij mlečne kisline pri 25 do 28 °C, čas sirjenja pa traja od 16 do 24 ur. Po oblikovanju čvrste sirne mase, kar se lahko doseže pri pH od 4,5 do 4,7, sledijo postopki toplotne obdelave (56–60 °C/3 min.), hlajenje (do 37 °C) in ločevanje sirotke s separatorjem, hlajenje sira in polnjenje v embalažo. Pred končnim hlajenjem in embaliranjem se siru doda smetana, odvisno od zelenega deleža mlečne maščobe. Na nemškem tržišču je kvark dostopen kot postni (nem. Magerquark) z največ desetimi odstotki mlečne maščobe, in kot polmastni (z dvajsetimi odstotki mlečne maščobe) ter polnomastni (s štiridesetimi odstotki mlečne maščobe) sveži kremasti sir. Kvark je najbolj razširjena vrsta sira v Nemčiji, uživa se v raznovrstnih kombinacijah, tako skupaj s sladkimi kot slanimi jedmi. Na tržišču so številne variacije različnih mlečnih proizvodov na osnovi kvarka, na primer sadni sir, sir z začimbami

zelmi in podobno.

Algojski planinski sir (nem. Allgäuer Bergkäse) je prav tako ena od poznanih avtohtonih nemških vrst sira, ki je zaščiten z označbo porekla (angl. PDO), zato se sme proizvajati samo na določenih geografskih območjih, kot na primer na območju Lindau, Oberallgäu, Ostallgäu, Unterallgäu in Ravensburg (Anonymus 3, Harbutt, 1998). Tehnologija proizvodnje je podobna kot pri ementalcu, vendar se proces proizvodnje odvija v manjših proizvodnih obratih, ki so na nadmorski višini od 900 do 1800 metrov, vključno z nekaj sirarnami, ki so izključno na podnožju nemških Alp. Za izdelavo sira se uporablja surovo mleko s poreklom s prej omenjenih geografskih območij, en sam sir pa lahko tehta med 15 in 20 kilogrami. Ta vrsta sira zori najmanj štiri mesece in v povprečju vsebuje od 45 do 50 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi. Glede na njegove sestavine in lastnosti spada v kategorijo posebno trdega sira. Njegova posebnost je blago aromatičen in orehast okus, ki z zorenjem postaja vse intenzivnejši. V primerjavi z ementalcem ima algojski planinski sir temnejše testo in manjša sirna očesa.

Tilzitski sir (nem. Tilsiter) je najpomembnejši sir, ki je izvirno iz Nemčije. Njegovo proizvodnjo naj bi vzpostavili že okoli leta 1840 nizozemski priseljenci, ki so naseljevali Vzhodno Prusijo, točneje je pionirka izdelave tilzitskega sira gospa Westphal iz Tilsita. Tilzit se uvršča med poltrde vrste sira z minimalnim deležem 30 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi, čeprav je v povprečju vsebuje od 45 do 50 odstotkov. Proizvaja se iz pasteriziranega kravjega ali pa bivoljega mleka ali iz njune mešanice. Zasiri se z dodatkom od 0,5 do enega odstotka starterske kulture in 30 mililitrov sirila na 100 litrov mleka.

Poleg tega je dovoljen tudi dodatek okoli 20 gramov kalcija in 20 gramov natrijevega nitrata, da bi dosegli čvrstejšo sirno maso in preprečili nastanek plinov. Tilzit zori od enega do tri mesece. Testo je karakteristično blede do temno rumeno in elastično, sirna očesa pa so manjša in nepravilnih oblik. Je blago pikantnega in neznatno kiselkastega okusa.

Masleni sir (nem. Butterkäse) je poltrdi sir, ki se izdeluje iz pasteriziranega kravjega mleka in je močno cenjen v Nemčiji, medtem ko se v drugih evropskih državah pojavlja redkeje. Kot pove že ime sira, sta njegovi specifičnosti barva in blag okus, podoben maslu. Tekstura je gladka in včasih meji na tekočo, zato se imenuje masleni sir. Običajno se izdeluje v obliki pravokotne štruce ali koluta zlate do rdečkast naravne barve skorje, ki zori okoli meseca dni in vsebuje okoli 50 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi.

5.3 Francoski sir

Čeprav Francija po povprečni letni proizvodnji sira ni vodilna država Evropske unije, je gotovo vodilna glede na število odličnih vrst sira, ki so svetovno znane in Franciji prinašajo tudi svetovni sloves države izjemnih vrst sira in vina. Pravzaprav gre za sir s plemenito plesnijo (kamamber, bri in rokfor), čeprav je Francija tudi zibelka številnih vrst poltrdega in trdega sira, kot so banon, beaufort, cantal, lagouile, mimolette francaise, raclette itd. Večina tradicionalnih francoskih vrst sira (ki jih je kar 56) je zaščitene z oznako porekla (*franc.* AOC; *angl.* PDO) na nacionalni ali evropski ravni, medtem ko jih je manj zaščitene z geografskim poreklom (*angl.* PDI) oziroma z nacionalno oznako *Label Régional (LR)* tako, da so pravzaprav izjeme vrste sira brez posebne vrste zaščite. Proizvodnja sira v Franciji je tako zelo razširjena, da obstaja poseben sistem klasifikacije pravil dodeljevanja zaščite oznake porekla ali geografskega porekla, ki določa, v katero od skupin sira se določeni sir umešča:

- **Fermier:** Sir je proizveden na kmetiji, na kateri se proizvaja tudi mleko za njegovo izdelavo.
- **Artisanal:** Sirarji izdelujejo razmeroma majhne količine sira, in sicer iz mleka, ki ga proizvajajo sami, lahko pa ga kupijo tudi od drugih majhnih lokalnih proizvajalcev.
- **Coopérative:** Mlekarni lokalnih proizvajalcev mleka, ki izvirajo z določenega geografskega območja, so se združile zaradi izdelave sira.
- **Industriel:** Industrijsko proizveden sir iz mleka lokalnih proizvajalcev mleka oziroma z določenega geografskega območja Francije, kar je odvisno od specifikacije proizvoda.

5.3.1 Mehki sir in sir s plemenito plesnijo

Francoski sir, o katerem obstajajo najstarejši zgodovinski zapisi, je rokfor, ki ga je že v prvem stoletju pred našim štetjem omenil Plinij kot »sir, ki prinaša redno nagrade v Rimu, kjer so ljudje vedno pripravljeni primerjati in ceniti dobre stvari iz vsake države«. Legenda pravi, da je ta sir nastal povsem slučajno, ko je mladi pastir pasel ovce in opazil prekrasno dekle. Zato je ovčje mleko, ki je bilo namenjeno za njegov lastni obed, pustil v jami in odšel za dekletom. Ko se je čez nekaj mesecev vrnil, je našel sir, ki je nastal na osnovi delovanja plesni. Ker se je ta dogodek pripetil na območju Roquefort-Soulzon, je sir prevzel ime po tem območju. Rokfor je mehki, polnomastni sir, proizveden iz surovega, polnomastnega ovčjega mleka z dodatkom majhne količine modre plemenite plesni vrste *Penicillium roqueforti*. Sir zori v podzemnih jamah Cambalou in je poznan po modri plesni, ki je tam naravno prisotna v zraku. Zanimivo je, da se plesen tradicionalno proizvaja tako, da se jo pusti rasti na štrucih rženega kruha. Kruh spečejo posebno v ta namen na začetku sezone in ga pustijo 70 dni, da se osuši in zaplesni, potem pa se

zmelje v prah. Majhne količine prahu se posipajo po sirni masi, ki jo dajo v model.

Sir je običajno cilindrične oblike, tehta od dva do tri kilograme in je prekrit z belo-rumeno sluzjo, ki je najpogostejše suha. Sirno testo rokforja je bele do kremaste barve in pokrito z modro-zeleno plesnijo. V glavnem je čvrst, lahko pa je tudi drobljiv, kar je odvisno predvsem od zrelosti sira. Zreli rokfor je značilno pikantnega okusa in ostrega vonja.



Slika 5.1. Prerez Roqueforta (Harbutt, 1998)

Lahko rečemo, da je **brioče** vseh vrst mehkega belega sira, ime pa je dobil po mestu, iz katerega izvira. Bri ima korenine na območju Ile-De France, danes pa se proizvaja tudi na precej širšem območju znotraj Francije. Obstaja nekaj različnih vrst, izvor sira Brie de Meaux pa je mesto Meaux. Ne glede na ime in točno mesto porekla se vsi siri, ki so poimenovani kot bri, proizvajajo na podoben način, medsebojno pa se razlikujejo po deležu mlečne maščobe v suhi snovi, glede na vrsto surovine (kravje mleko, bivolje mleko ali njuna mešanica) in glede na stopnjo zrelosti ob zaužitju. Skladno z izvirno recepturo se uporablja toplotno neobdelano, sveže pomolzeno mleko, ki se zakisa z dodatkom okoli desetih odstotkov starter-ske kulture ali kislega mleka. Danes se mleko standardizira, pasterizira, dodata se mu starterska kultura in manjša količina sirila. Zorenje te vrste sira traja najmanj deset dni pri temperaturi od 14 do 16 °C, kar je potrebno za razvoj bele plesni *Geotrichum candidum*, ki je odgovorna za doseganje karakterističnih senzoričnih lastnosti. Po pravilih zori od šest do osem tednov. Razen plesni *Geotrichum candidum* se lahko dodajajo tudi sloji *Penicillium cammeberti* in *Brevibacterium linens*. Cilindrična oblika je lahko premera treh kategorij, in sicer od 14 do 16 cm, od 22 do 24 cm ali pa od 32 do 36 cm. Povprečna višina je okoli 2,5 cm. Bri v povprečju tehta od 1,5 kilograma do tri kilograme, ne sme pa vsebovati več kot 56 odstotkov vode. Delež mlečne maščobe v suhi snovi mora biti najmanj 40 odstotkov. Sirno testo je lahko skoraj povsem belo do svetlo rumeno, mehko, ne pa grudasto ali brez sirnih očes. Skorja je mehka, popolnoma prekrita površina sira pa je značilno bele barve. Lahko se pojavijo rdečkaste, oranžne ali rjavkaste lise. Okus brija je odvisen od stopnje zrelosti, skladno s pravili pa je orehast.

Kamamber je sir, ki je precej podoben briju, in lahko rečemo, da je njegov

mlajši brat. Ti vrsti sira sta skupaj nedvomno najbolj prepoznani vrsti s plemenito plesnijo. Med njima so določene razlike, kar je povezano predvsem z mestom porekla, ki pa je v primeru kamambra Normandija. Skladno z zgodovinskimi zapisi je kamamber prvič izdelala Marie Harel leta 1791 v istoimenskem mestu, ko je skrbno sledila prejetim napotkom redovnika, ki je prišel iz mesta Brie, recepturo pa je nekaj časa zadržala za družinsko skrivnost. Potem ko je izboljšala proizvodni postopek in vzpostavila prodajo kamambra na lokalni tržnici, je sir postal izjemno popularen, zato sta proizvodnja in prodaja hitro rasli. Skladno z izvirno recepturo se kamamber proizvaja iz surovega kravjega mleka, nastala sirna masa pa se ne reže. Zori hitro in prihaja do pojava rjavih sledi zaradi prisotnosti različnih mikrobnih kultur, kot je *Brevibacterium linens*, medtem ko je njegova skorja nagubana, vonj pa poln in zrel. Modernizirana metoda proizvodnje vključuje pasterezacijo mleka in rezanje sirne mase, izdelan sir pa je z gladko in popolnoma belo skorjo, ki nastane izključno pod vplivom plemenitih belih plesni *Geotrichum candidum* in *Penicillium camemberti*. V primerjavi s sirom tipa bri se kamamber proizvaja kot majhen okrogli sir povprečne teže od 210 do 260 gramov, premera od 10,5 do 11 centimetrov in višine tri centimetre. Zreli kamamber ne sme vsebovati več kot 48 odstotkov vlage, delež mlečne maščobe v suhi snovi pa mora biti najmanj 30-odstoten.

Od drugih podobnih in izjemno znanih francoskih vrst sira je treba omeniti tudi Pouligny-Saint-Pierre, ki izvira iz regije Indre v osrednji Franciji, proizvaja pa se iz surovega kozjega mleka. Prav tako je zaščiten z označbo porekla. Poseben je zaradi stožčaste oblike, zato se pogosto imenuje piramida ali Eifflov stolp. Sir je v povprečju visok devet centimetrov in tehta okoli 250 gramov. Testo je bele do blede rumene barve, z gladko do nekoliko grudasto teksturo, okus je kislo slan, vonj pa spominja na vonj sena.

5.3.2 Trdi in poltrdi francoski sir

Cantal je poltrd do trd kravji sir, ki izvira iz osrednje Francije, ime pa je dobil po planinskem grebenu v regiji Auvergne. Gre za sir z dolgoletno tradicijo in predpostavlja se, da je Plinij pravzaprav mislil na cantal, ko je s hvalospevom opisoval sir iz Nimese in okolice. Razlikujemo dve podvrsti tega sira: *Cantal Fermier*, ki se proizvaja iz surovega mleka na tradicionalen način, in industrijsko proizveden *Cantal Laitier*, izdelan iz pastereziranega mleka. Ne glede na način proizvodnje morata obe vrsti zadovoljiti strogo postavljene parametre kakovosti. Cantal se na primer proizvaja izključno iz kravjega mleka pasme salers, ki je hranjena z naravno krmo v obdobju od 15. novembra do 15. aprila. Mleko iste pasme, proizvedeno v poletnih mesecih oziroma zunaj tega obdobja, se ne uporablja za proizvodnjo cantala, ampak za proizvodnjo sira, imenovanega salers. Cantal velja za najkakovostnejši proizvod iz kravjega mleka, saj so živali na paši na nadmorski višini med 1100 in 1300 metrov. Poltrdi cantal zori nekaj mesecev. Odlikuje se po čvrsti konsistenci na površini, medtem ko je notranjost mehkejša. Je močnega in

pikantnega okusa s poudarjenim okusom po maslu, ki se z zorenjem krepi. Glede na trajanje zorenja razlikujemo:

- cantal jeune (zorenje od enega do dveh mesecev),
- cantal entre-deux ali cantal doré (zorenje od dveh do šestih mesecev),
- cantal vieux (zorenje več kot šest mesecev).

Cantal se ne izdeluje v velikih količinah, več kot 80 odstotkov te vrste sira pa je cantal jeune. Po videzu je cilindričen in masiven, s povprečnim premerom od 30 do 50 centimetrov, višine tudi do 40 centimetrov, v povprečju tehta od 30 do 45 kilogramov. Zreli sir ne sme vsebovati več kot 42 odstotkov vlage, mora pa vsebovati najmanj 45 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi. Prav tako ne sme imeti sirnih oces.

Comté (ali Gruyere de Comté) je poltrdi kravji sir, proizveden iz surovega mleka s poreklom iz regije Comté na vzhodu Francije. Prav tako je zaščiten z oznako porekla, in to od začetka uveljavitve predpisov o označevanju porekla leta 1958. Je med vrstami sira, ki so pridobile priznanje o izjemni kakovosti. Comté je poseben tudi zaradi upoštevanja nekaterih strogih pravil v procesu proizvodnje. Pri izdelavi tega sira je edina dovoljena uporaba kravjega mleka pasme francoski simentalec. Pri tem mora biti živali na voljo najmanj hektar zemljišča za pašo. Poleg tega se surovo mleko siri v bakrenih kotlih, kar je danes prava redkost. Comté se proizvaja v velikih kolutih premera med 40 in 70 centimetri, njegova teža pa ne sme presegati 50 kilogramov. Zori najmanj štiri mesece, medtem ko večina vrst sira iz te skupine zori dlje, od 12 do 18 mesecev. Vsebuje okoli 45 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi, poznan je po enotni in gosti teksturi s samo nekaj sirnimi očmi premera do osem milimetrov ter po aromi masla in praženih lešnikov.

Beaufort je podoben siru comté in pripada družini vrst sira, podobnih švicarskemu grojerju, a se proizvajajo iz nepasteriziranega kravjega mleka. Zaščiten je z oznako porekla, ki med drugim določa, da se lahko proizvaja samo iz mleka krav, krmljenih med poletnimi meseci na pašnikih v pokrajini Savoie na nadmorski višini med 1500 in 2500 metri. Sir običajno tehta od 20 do 75 kilogramov, je v obliki konkavnega koluta, naravno hrapava skorja pa je rjavo-rumena. Beaufort je sir z značilnim vonjem in zori od 12 do 15 mesecev.

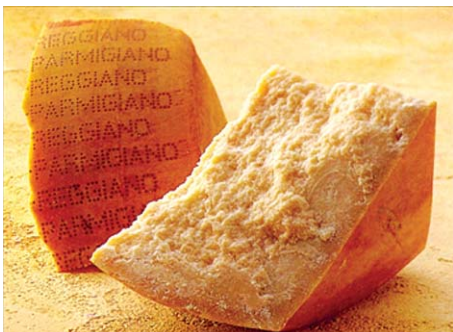
Saint Paulin je v primerjavi z vsemi drugimi omenjenimi francoskimi vrstami sira najmlajši, saj je bil prvič proizveden okoli leta 1930. Izjemno je priljubljen in široko iskan, zato ga pogosto najdemo tudi na našem tržišču. Saint Paulin je poltrdi sir, proizveden iz pasteriziranega kravjega mleka. Soroden je trapistu, saj njegove proizvodne korenine izvirajo iz tehnologije izdelave sira Trappist Port-du-Salut, ki so ga izdelovali redovniki trapisti. Povprečna teža ne presega dveh kilogramov, sir zori od štiri do pet tednov, za to vrsto so značilni oprana, gladka skorja blede rumene do oranžne barve, kremasta, čvrsta tekstura in blagi okus z noto masla.

Obstajajo številne druge poznane francoske vrste sira, številne so tudi iz kozjega mleka. Predstavljene vrste sira spadajo med najbolj poznane.

5.4 Italijanske vrste sira

Skladno z dostopnimi statističnimi podatki je Italija po povprečni letni proizvodnji sira tretja v Evropi. Poleg Francije je zagotovo država z največ vrstami sira, ki so pridobile svetovni sloves in se uvrstile v sam vrh sirarstva. Če za primer vzamemo dejstvo, da so v Evropi skoraj šest stoletij dominirali Rimljani in da je imel sir v njihovi kulturi in prehrani pomembno vlogo zaradi dostopnosti, kompaktnosti in dobrega prenašanja transporta, je taka sirarska tradicija povsem pričakovana. Za sir **Pecorino Romano** velja, da je oče vseh evropskih vrst sira, saj ga je že v prvem stoletju omenjal Plinij starejši v opisu tehnike izdelave ovčjega sira, ki so jo uporabljali pastirji v okolici Rima. **Pekorino** (it. pecorino) je skupno poimenovanje za vrste trdega ovčjega sira, vsaka pa je posebna glede na regijo, iz katere izvira pasma ovac, katerih mleko se uporablja pri izdelavi sira. Tako poznamo različne vrste sira, kot so na primer Pecorino Romano, Pecorino Sardo, Pecorino Toscano in Pecorino Siciliano. Vse navedene vrste pekorina so zaščitene z oznako porekla, s tem da je Pecorino Romano najstarejši in se tradicionalno izdeluje v regijah okoli Rima oz. Lazia in Toskane ter na Sardiniji. V primerjavi z drugimi vrstami v tej skupini je največji s povprečno težo okoli dvajset kilogramov ter višine od štirinajst do dvaindvajset centimetrov. Vsebuje najmanj 36 odstotkov maščobe v suhi snovi, delež vlage v zrelem siru pa ne sme biti višji od 36 odstotkov. Pekorino zori okoli osem mesecev, za to vrsto sira pa sta značilna svetlo do slamnato rumeno testo ter blago grudasta tekstura.

Parmiggiano Reggiano (parmezan) je izvorno italijanski sir, ki je strogo zaščiteno z oznako porekla in se lahko proizvaja v regijah Parma, Emilija, Bologna (samo na območjih zahodno od reke Reno), Modena in Mantova. Njegovo ime je tvorjenka, v katere pomenski podstavi je ime Parmiggiano povezano z območjem okoli Parme, medtem ko Reggiano označuje regijo Emilia Romagna. Gre za trdi sir, proizveden iz nepasteriziranega kravjega mleka, ki se siri ob delovanju termofilne mlekarske kulture v velikih bakrenih kotlih. Poseben je po tem, da se izdeluje iz mešanice polnomastnega mleka jutranjega molzenja in iz delno posnetega mleka prejšnjega dne, krave pa morajo biti hranjene izključno s svežo travo ali senom. Ne glede na to, da se uporablja tudi posneto mleko, je sir značilen po prijetnih, polnih, močnih in dobro razvitih okusu in vonju. Parmiggiano Reggiano v povprečju zori okoli dve leti, pri tem pa prehaja skozi niz strogih kontrol istoimenskega konzorcija (združenja proizvajalcev), s čimer se zagotavlja kakovost, ki je zajamčena že z imenom. Po prvih dvanajstih mesecih zorenja strokovnjak iz konzorcija pregleda vsak posamezni sir in s trkanjem po površini sira preveri zvoke, na osnovi katerih odkriva morebitne napake. Sir, ki prestopi kontrolo, pridobi žig konzorcija, ki je vtisnjen na skorji sira, ta pa potrošniku jamči najvišjo kakovost.



Slika 5.2: Zreli Parmigiano Reggiano (Harbutt, 1998)

Grana padano je zelo podoben parmezanu. Gre za trdi kravji sir iz nepasteriziranega, delno posnetega mleka, ki izvira iz doline reke Po. Izdelujejo ga iz mleka krav, hranjenih s travo, senom ali silažo. Pojem granaje splošno povezan z zrnato, lomljivo teksturo, ki je glavna značilnost te vrste sira. V povprečju tehta od 24 do 40 kilogramov, videti je kot valjček z gladko, naravno, posebej trdo skorjo ožgano rumene barve. Tipičen okus sira grana padano se povezuje s svežo aromo po sadju in sladko aromo, nikakor pa ne sme biti kisel ali enoličen.

Asiago je prav tako kravji sir, ki se izdeluje v sirarnah na nadmorski višini nad šeststo metrov v italijanskih Alpah v okolici mesta Asiago ter v regijah Vicenza in Veneto. Območje proizvodnje je strogo opredeljeno, saj je tudi Asiago zaščiten z oznako porekla. Mleko se pred sirjenjem ne pasterizira, sir pa je v obliki koluta in tehta od osem do dvajset kilogramov. Za to vrsto sira je značilna naravna skorja, ki je gladka in sijoča. Testo mladega sira Asiago je rumeno, s staranjem pa postaja ožgano oranžno. Obstajata dve podvrsti – Asiago Pressato in Asiago d'Allevio. Asiago Pressato je mladi, rahlo stisnjeni sir iz polnomastnega mleka, ki se proizvaja v majhnim mlekarnah in zori od dvajset do trideset dni. Je blede rumene barve, njegovo testo pa je elastično. Je decentnega vonja in okusa. Asiago d'Allevio se izdeluje iz delno posnetega mleka, zori pa dolgo (okoli dve leti), značilnosti pa so še razvita sadna aroma, barva medu oz. karamele in značilno zrnata tekstura.

Provolone je tipičen italijanski sir, katerega poreklo ni dovolj jasno. Spada med prve vrste sira, ki so jih poznali stari Rimljani. Ta sir je eden najbolj poznanih in najbolj razširjenih sirov, proizvedenih iz razvlečene sirne mase. Še vedno se imenuje sir *pasta filata*, kar pomeni, da gre za sir iz vroče obdelanega testa. Obstaja samo še en sir te vrste, ki je še bolj poznan, in sicer mozzarella. Tehnologija proizvodnje te vrste sira je specifična v smislu rezanja oblikovanega zrelega sirnega testa na rezance ter kuhanja in raztezanja do doseganja elastičnosti testa. Provolone najverjetneje izvira iz okolice Vezuva, lahko je različnih oblik in velikosti. Pogosto je hruškaste, cilindrične ali klinaste oblike. Njegova običajna teža je do pet kilogramov. Sodobna tehnologija proizvodnje vključuje predelavo polnomastnega mleka s poreklom iz doline reke Po, iz Lombardije in Veneta. Odvisno od trajanja zorenja, ki je najmanj štiri mesece, je lahko sir sladkega do zelo pikantnega okusa.



Slika 5.3: Provolone (Calec, 2002)

Mocarela (it. mozzarella) je v primerjavi s sirom vrste provolone sveži sir, ki se je izvirno izdeloval iz bivoljega mleka, zaradi česar se imenuje **Mozarella di Bufala Campana**. Tako kot provolone je zaščiten z oznako porekla in je izjemno priljubljen povsod po svetu med izjemno različno populacijo potrošnikov. Vsebuje zelo veliko vode (običajno od 40 do 50 odstotkov), zunanji sloji so lahko nekoliko čvrstejši – kot elastični žepki; ti vsebujejo tekočino, ki je podobna mleku. Mocarela je skoraj povsem bele barve. Prodaja se potopljena v sirotki in mora biti bolj mehka kot gumasta. V današnjem času se izdeluje iz kravjega mleka, zato je taka mocarela precej manj izrazitega okusa in je bolj gumasta. Lahko se dimi in v tem primeru se imenuje **Mozarella affumicata**.

Bel pease je zelo priljubljen mehki sir, recept zanj pa je iznašel Egidio Galbani, ki ga je prvič izdelal leta 1906 v mestu Melzo. Gre za sir iz kravjega mleka, ki zori od šest do osem tednov. Zanj sta značilni kremasta in blago mlečna aroma ter popolnoma svetla, blede rumena barva. Proizvaja se v malih kolutih. Zelo je podoben francoskemu siru Saint Paulin in nemškemu maslenemu siru. Pogosto se uporablja kot zamenjava za mocarelo.

Rikota je sveži albuminski sir, pravzaprav sir iz sirotke, podoben skutu, ki se proizvaja v naših krajih. Tradicionalno se izdeluje iz ovčje sirotke, ki se segreje do visoke temperature, beljakovine sirotke pa medtem oblikujejo sirno maso. Tekstura rikote je kremasta, nikakor ni zrnata, niti drobljiva, okus pa je rahlo sladek.

Gorgonzola je tradicionalni italijanski sir s plemenito modro plesnijo (*Penicillium glaucum*), ki se izdeluje iz kravjega mleka v regijah Piemont in Lombardija. Zaščiten je z oznako geografskega porekla, izdeluje pa ga več kot osemdeset sirarjev s severa Italije. Po približno štirih tednih zorenja se sir preluknja s kovinskimi iglami, da bi se omogočilo širjenje plesni. Tipična gorgonzola zori od tri do šest mesecev in vsebuje okoli 48 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi. Trdota in aroma sta odvisni predvsem od dolžine zorenja, zrelejši siri pa so mehkejše teksture.



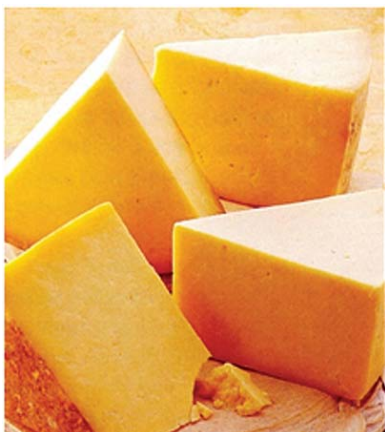
Slika 5.4: Mascarpone
(Harbutt, 1998)

Maskarpone je prav tako zelo zanimiv za potrošnike našega območja. Odlikuje ga nekoliko drugačna tehnologija proizvodnje, ki sledi fermentaciji smetane, obrane pri posnetju mleka za izdelavo sira Parmiggiana Reggiana (parmezana). Tehnologija proizvodnje je zelo podobna tudi pri jogurtu – potem ko se mu doda kultura, se smetana počasi zagreje in se inkubira pri določeni temperaturi, dokler se ne zgosti. Za sir sta značilna gosta tekstura in občutljiv okus.

5.5 Angleške in nizozemske vrste sira

Glede na podnebne pogoje in vegetacijo je **Anglija** zelo ugodna za prirejo mleka, tako da od 16. stoletja ni bilo nobene grofije, ki ne bi izdelovala sira. Največji prispevek angleškemu sirarstvu oziroma razvoju proizvodnje sira se pripisuje siru **čedarju**, ki je izjemno priljubljen, zato so po vsem svetu nastale številne imitacije te vrste sira. Izvorno je sir iz mesta Sommerset, proizvaja pa se iz pasteriziranega kravjega mleka. V kolikšni meri beležijo v Angliji njegov kulturološki značaj, priča podatek, da ga je kraljica Viktorija (1873–1901) prejela kot poročno darilo v obliki ogromnega koluta čedarja, ki je tehtal okoli pol tone.

Specifičnost tradicionalne tehnologije tega sira je postopek segrevanja in cejenja sirne mase, ki vključuje gnetenje sirne mase z dodajanjem soli, rezanje na kocke in stiskanje, da bi se v popolnosti odstranila sirotka in bi sirna masa dozorela. Tako sir pridobi plastično in gladko strukturo. Ta postopek se imenuje čedarizacija, ki je razširjena in uporabljena v tehnologiji proizvodnje številnih vrst sira. Čedar zori od devet do 24 mesecev in vsebuje okoli 50 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi, testo pa je gladko in brez sirnih oces. Značilna je svetla barva (razen če ni dodatno obarvan z barvilom *anato*). Čedar v primerjavi s številnimi drugimi tradicionalnimi vrstami evropskega sira ni zaščiten, zato je njegovo ime velikokrat v rabi, neredko se tudi zlorabi.



Slika 5.5: Čedar (Harbutt, 1998)

Poleg čedarja, ki je razmeroma priljubljen, izvorno angleški sir, je priljubljen tudi **stilton**, mehki do poltrdi sir iz kravjega mleka z modro plemenito plesnijo. Stilton je v primerjavi s čedarjem zaščiten z oznako porekla in se lahko izdeluje samo iz mleka z območij Derbyshire, Leicestershire in Nottinghamshire. Zori najmanj devet tednov, odlikuje ga kremasta tekstura, ki bolj poudarjena, če je sir zorel dlje. Za ta sir je prav tako značilna cilindrična oblika, ima skorjo, med obdelovanjem sirne mase pa se ne sme stiskati.

Nizozemska je svoj sloves pridobila z razvojem **gavde**, za katero lahko rečemo, da je v našem prostoru najbolj razširjena in najpogostejša vrsta sira. Prvič se ta sir omenja okoli leta 1180, ime pa je dobil po mestecu Gouda, kjer se je prodajal. Tako je danes ime gavda postalo generično in je v rabi za vse vrste sira, ki se proizvajajo na način izdelovanja izvirne, nizozemske gavde. Gavda je poltrdi sir iz kravjega mleka, ki se tradicionalno ne pasterizira. Sodobni način proizvodnje vključuje tudi toplotno obdelavo mleka. Da bi se razvile za gavdo značilne senzorične lastnosti, mora sir zoreti najmanj tri tedne. Gavda sicer lahko zori tudi do šestintrideset mesecev. Na Nizozemskem obstaja šest podvrst gavde glede na trajanje zorenja – mlada gavda (zori štiri tedne), mlada zorena (zori od osem do deset tednov), zrela (zori od šestnajst do osemnajst tednov), izjemno zrela (zori od sedem do osem mesecev), stara (zori od deset do dvanajst mesecev) in izjemno stara gavda (zori več kot dvanajst mesecev).

Gavda po nekaj tednih zorenja postane čvrst in gladek sir, z zorenjem pa postaja vse intenzivnejšega okusa in vonja. Testo gavde je ožgano rumene barve, vsebuje pa najmanj 30 odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi. Danes obstajajo številne variacije gavde – z dodatkom začimb, zeli, zelenjave, sadja itd. Zelo podoben gavdi je tudi sir edamec. Pomembnejše razlike med njima ni, le da je na edamcu značilna rdeča voščena prevleka, zaradi česar se včasih imenuje tudi rdeči sir. Najverjetneje iz ekonomskih razlogov je voščeno prevleko v popolnosti zamenjala rdeča PVC-folija, po kateri potrošniki najprej prepoznajo to vrsto sira. Običajno se proizvaja iz posnetega ali polmastnega mleka in vsebuje od 30 do 40

odstotkov mlečne maščobe v suhi snovi. Mladi edamec je blagega, sladkega in orehastega okusa, medtem ko je za zrelega značilna močno poudarjena orehasta in močna aroma.

5.6 Preostala Evropa

Evropa se v resnici odlikuje z raznolikimi in bogatimi izvirnimi vrstami sira, ki jih je težko predstaviti v omejenem številu. Grško feto je gotovo treba omeniti kot sir, ki je postal sopomenka za široko uporabljan pri potrošnikih in izjemno dobro sprejet beli sir v salamuri. Sir vrste feta se tradicionalno izdeluje v Grčiji iz ovčjega ali kozjega mleka (sir je trši in močnejše arome). Tradicionalno se je dajal v lesene kalupe, tako da je bila končna oblika po rezanju podobna rezinam lubenice (feta v grščini pomeni rezina in zato tudi tako poimenovanje vrste sira). Značilna aroma fete je blago kislja s hkratnim okusom žarkosti, kar je karakteristična polna aroma te vrste sira. Sirno testo je čvrsto, bele barve, tekstura pa gladka in kremasta. V sirnem testu se lahko pojavijo majhne razpoke, ki nastanejo zaradi mehanske obdelave sirne mase. Tipična feta je zaščiten z označbo porekla in vsebuje okoli 54 odstotkov vode in 50 odstotkov maščobe v suhi snovi.

Prav tako je izjemno priljubljen tudi bolgarski **kačkavalj**, ki pripada skupini poltrdih vrst sira z vročinsko obdelanim testom (pasta filata). Izvorno se proizvaja iz ovčjega mleka, danes pa so znane številne različice te vrste sira iz mešanice ovčjega in kravjega mleka ali pa samo iz kravjega mleka. Povprečna teža kačkavalja je od šest do devet kilogramov, sir je nepravilne okrogle oblike s tenko, naravno bledo rumeno do rumeno rjavo skorjo. Ovčji kačkavalj je lisast in elastičen, z okusom karamelizirane čebule.



Slika 5.6: Grška feta, proizvedena iz surovega ovčjega mleka (Harbutt, 1998)

Sir, ki ga nikakor ne smemo izvzeti s seznama svetovno priljubljenih evropskih vrst sira, je švicarski **ementalec**. Gre za trdi sir, tradicionalno proizveden iz surovega mleka. V novjšem času se za obdelavo mleka z namenom zagotavljanja mikrobiološke neoporečnosti izvajajo baktofugacija, mikrofiltracija in termizacija. Sir je v obliki mlinskega kamna in običajno tehta od 65 do 130 kilogramov. Skorja je čvrsta, suha in slamnato rumena. Sirno testo ementalca je svetlo rumene

barve, sirna očesa pa so premera od enega do treh centimetrov, po čemer je tudi poznan. Zori od dva do osemnajst mesecev. Med proizvodnjo se uporabljajo sevi vrste *Lactobacillus*, *Streptococcus thermophilus* in *Propionibacterium freudenreichii*, medtem pa nastajata plin, ki povzroči nastanek sirnih oces, in značilna grenko-sladka aroma. Švicarski ementalec je zaščiten z označbo porekla že od leta 2000.

Evropa je nedvomno zibelka, iz katere izvirajo kakovostne in svetovno poznane vrste sira. Kultura uživanja sira postaja vse bolj razširjena po vsem svetu, novi trendi pa upoštevajo tudi smernice umetnosti kombiniranja posameznih vrst sira z drugo vrsto hrane, kot so na primer različne vrste sadja in vino. S tem je zadovoljen tudi najzahtevnejši potrošnik. Evropske vrste sira so gotovo brez konkurence, če mislimo na ustvarjanje vrhunskih gastronomskih dobrot.

LITERATURA IN VIRI

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 Mozzarella. Dostopno 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, pridobljeno oktobra 2014.
12. Fabricant, Florence (June 23, 1982): *Blue-veined Cheeses: The expanding choices*. New York Times, pridobljeno 22. maja 2010.
13. FAO (2013): FAO Statistical yearbook 2013, http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess_yearbook/en/#.VDOxCWeSz4Z, pridobljeno oktobra 2014.
14. Fox, P.F.: *Cheese – chemistry, physics and microbiology*; Volume 2-Major Cheese Groups, 2nd Edition, Chapman & Hall, London, 1993.
15. Harbutt, J.: *Svjetska enciklopedija sira*, Annes Publishing Limited, SAD, 1998.
16. Tratnik, Lj., Božanić, R.: *Sirarstvo, Mlijeko i mliječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012., 205 –348.

ANALIZA IN KVALITETA MLEKA

Danijela Stručić

Mleko je biološka tekočina rumenkasto bele barve, karakterističnega okusa in vonja, ki jo izloča mlečna žleza sesalcev določen čas po porodu za namen prehrane mladičev. Mleko vsebuje okoli 87 odstotkov vode in 13 odstotkov suhe snovi. Najpomembnejše sestavine v suhi snovi so mlečna maščoba, beljakovine in laktoza ter mineralne snovi in vitamini.

Kakovost mleka je odvisna od številnih dejavnikov, ki povzročajo manjše ali večje razlike. Že pri molži ene proizvodne živali v istem dnevu mleko ni popolnoma enakih sestave in lastnosti, še večja je neizenačenost v različnih dnevih molže v laktacijskem obdobju.

Odločitev o vključitvi Hrvaške v mednarodne povezave, še posebej v Evropsko unijo, je zahtevala prilagajanje in zamenjavo vrste zakonskih določb, ki so vplivale tudi na sektor pridelave in predelave mleka. V Republiki Hrvaški je leta 2001 začel veljati Pravilnik o kakovosti svežega surovega mleka (Pravilnik o kakvoči svežeg sirovog mlijeka, NN, št. 102/2000), ki je usklajen z Direktivo 92/46/EGS. Razen kakovosti, ki jo mora dosegati sveže surovo mleko, so s pravilnikom predpisane tudi zahteve, ki jih morajo izpolnjevati laboratoriji za kontrolo svežega mleka. Na podlagi tega je Ministrstvo za kmetijstvo Republike Hrvaške leta 2001 sprejelo odlok o ustanovitvi Osrednjega laboratorija za kontrolo svežega mleka (SLKM). Referenčni laboratorij je vzpostavljen v okviru Zavoda za mlekarstvo Agronomske fakultete Univerze v Zagrebu.

Število uporabnikov storitev, to je pridelovalcev mleka, je z začetnih 58.000 upadlo na današnjih okoli 10.000 letno. Padec števila uporabnikov storitev je posledica preoblikovanja mlekarskega sektorja na Hrvaškem, zaradi katerega se število pridelovalcev mleka zadnjih dvanajst let stalno zmanjšuje, hkrati pa se občutno povečuje kakovost mleka. Del mleka prvega razreda se je z začetnih 20 odstotkov povečal na več kot 95 odstotkov v letu 2013.

6.1 Kvaliteta mleka

S Pravilnikom o kakovosti svežega surovega mleka so predpisane zahteve, ki jim mora zadostiti sveže surovo mleko pri odkupu.

Surovo mleko je naravni izloček mlečne žleze, ki ga dobivamo z redno in neprekinjeno molžo ene ali več zdravih pravilno krmljenih in negovanih molznih živali, ki muni nič dodano niti odvzeto in ni segreto na temperaturo, višjo od 40 °C.

Surovo mleko, ki se prodaja, pridobivamo iz molznih živali, pri katerih je do skotitve vsaj trideset dni oziroma je od skotitve minilo vsaj osem dni. Surovo mleko je značilnega videza, barve, vonja in okusa.

Hitre spremembe v prehrani živali, stadij laktacije, letni čas in še številni drugi dejavniki vplivajo na kemično sestavo mleka.

Mleko je po molži podvrženo razmeroma hitrim spremembam, še posebej med hranjenjem pri visoki temperaturi. Zaradi tega zavedanje o spremenljivosti sestave in lastnosti mleka ter možnost spreminjanja še toliko pomembnejša. Treba se je zavedati, da brez testiranja sestave in lastnosti mleka ne moremo poznati značilnosti in kakovosti mleka, ki je na voljo in je namenjeno za predelavo. Pri tem ne smemo pozabiti na osnovno definicijo, po kateri je mleko normalen laktacijski izloček (po zaključku obdobja kolostruma), dobljen z molžo ene ali več zdravih mlečnih živali pod določenimi pogoji glede na čas od skotitve, značilnih vonja, barve in okusa, brez dodatka vode, z določenim odstotkom maščobe itd. Nečisto in spremenjeno mleko je neprimerno za uporabo, v manjši ali večji meri je lahko škodljivo za predelavo in potrošnike, zato je testiranje kakovosti mleka zelo pomembno področje mlekarstva. V primeru spremenjenega mleka so potrošniki zavedeni in predelovalna industrija oškodovana. Predelovalna industrija namreč mleko plača po ceni za visoko kakovost, celo mlečni proizvodi niso želenekakovosti in so hitro pokvarljivi.

6.1.1 Zahteve za sveže surovo mleko pri odkupu

S Pravilnikom o kakovosti svežega surovega mleka so predpisane zahteve, ki morajo biti izpolnjene glede svežega surovega mleka pri odkupu.

Kravje mleko mora izpolnjevati naslednje zahteve kakovosti:

- vsebuje najmanj 3,2 odstotka mlečne maščobe;
- vsebuje najmanj tri odstotke beljakovin;
- vsebuje najmanj 8,5 odstotka suhe snovi brez maščobe;
- njegova gostota je od 1,028 do 1,034 g/cm³ pri temperaturi 20 °C;
- stopnja kislosti je od 6,6 do 6,8 °SH in pH-vrednost od 6,5 do 6,7;
- točka ledišča ni višja od -0,517 °C;
- negativen rezultat alkoholnega testa z 72-odstotnim etilnim alkoholom.

Ovčje mleko mora izpolnjevati naslednje zahteve kakovosti:

- vsebuje najmanj štiriodstotke mlečne maščobe;
- vsebuje najmanj 3,8 odstotka beljakovin;
- vsebuje najmanj 9,5 odstotka suhe snovi brez maščobe;
- njegova gostota je od 1,034 do 1,042 g/cm³ pri temperaturi 20 °C;
- stopnja kislosti je od 8 do 12 °SH in pH-vrednost od 6,5 do 6,8;
- točka ledišča ni višja od -0,56 °C.

Kozje mleko mora izpolnjevati naslednje zahteve kakovosti:

- vsebuje najmanj 2,8 odstotka mlečne maščobe;
- vsebuje najmanj 2,5 odstotka beljakovin;
- vsebuje najmanj 7,5 odstotka suhe snovi brez maščobe;
- gostota je od 1,024 do 1,040 g/cm³ pri temperaturi 20 °C;
- stopnja kislosti je od 6,5 do 8 °SH in pH-vrednost od 6,4 do 6,7;
- točka ledišča ni višja od -0,54 °C.

Surovo mleko ne sme vsebovati nedovoljene količine ostankov snovi s farmakološki mali hormonskim delovanjem ter antibiotikov, pesticidov, detergentov in drugih škodljivih snovi, ki spreminjajo organoleptične lastnosti mleka. Surovo mleko ne sme vsebovati mehanske nečistoče in dodane količine vode.

Da je surovo mleko, ki bo pri nadaljnji predelavi toplotno obdelano, standardne kakovosti glede števila mikroorganizmov in somatskih celic, mora izpolnjevati v nadaljevanju predstavljene zahteve.

Tabela 6.1: Higienški kriteriji (Pravilnik o kakvoči svežeg sirovog mlijeka, NN, št. 102/2000)

Geometrijsko povprečje		
Vrsta mleka	Skupno število mikroorganizmov (CFU/ml)	Število somatskih celic/ml
Kravje mleko	< 100 000	< 400 000
Ovčje in kozje mleko	< 1 500 000	–

6.1.2 Zdravstvene in higienske zahteve za proizvodnjo surovega mleka

Proizvajalci surovega mleka morajo zagotavljati izpolnjevanje naslednjih zahtev:

1. Mleko, namenjeno za javno potrošnjo, mora izvirati iz živali:

- ki ne kažejo simptomov nevarnih bolezni, prenosljivih na ljudi z mlekom;
- ki so dobrega splošnega zdravstvenega stanja in ne kažejo znakov bolezni,

ki bi lahko pripeljale do kontaminacije mleka, in nimajo vidnega vnetja vimena;

- ki so brez vsakršnih poškodb vimena;
- ki niso prejemale nedovoljenih snovi ali proizvodov;
- pri katerih je bila upoštevana predpisana karencenca v primeru dodanih odobrenih veterinarsko-medicinskih proizvodov.

2. Izpolnjevanje zahtev, vezanih na brucelozo in tuberkulozo, v skladu s posebnimi predpisi

3. Oprema za molžo in prostor za skladiščenje mleka sta:

- zaščiten pred nevarnostjo;
- odmaknjena od prostora, v katerem redimo živali;
- zagotovljeno ustrezno opremo za hlajenje;
- ustrezna glede zaščite mleka pred kontaminacijo;
- z gladkimi pralnimi površinami, ki se zlahka čistijo in, če je treba, razkužujejo;
- redno vzdrževana in čiščena ter v delujočem stanju.

4. Molža se izvaja na higienski način, rejec pa zagotavlja, da se za javno potrošnjo lahko uporablja le mleko živali:

- pri katerih niso potrjene organoleptične ali fizikalno-kemične anomalije mleka;
- katere ne kažejo kliničnih znakov bolezni vimena;
- pri katerih se za pranje ali razkuževanje seskov uporabljajo samo sredstva, ki so jih odobrile pristojne službe.

5. Mleko in kolostrum se pridobivata in skladiščita ločeno.

6. Mleko se takoj po molži ohladi na ustrezno predpisano temperaturo ($\leq 8^{\circ}\text{C}$ pri vsakodnevnem odkupu mleka ali $\leq 6^{\circ}\text{C}$ pri odkupu mleka po daljšem obdobju), razen v primeru predelave v roku dveh ur od molže ali če je za proizvodnjo nekaterih mlečnih izdelkov potrebna višja temperatura.

7. Rejec zagotavlja, da oseba, ki izvaja molžo:

- nosi primerno čisto delovno obleko;
- vzdržuje osebno higieno;
- ni obolela za boleznimi, ki se lahko prenašajo s hrano, da ne prenaša klic takih bolezni, da je brez inficiranih poškodb, kožnih infekcij in ran ali diareje.

Nadrejeni pooblaščen veterinarji so dolžni enkrat letno, v sklopu veterinarskega pregleda gospodarstva, potrditi, da proizvajalec izpolnjuje zahteve.

6.2 Analiza mleka

Testiranje mleka je zelo delikatna, včasih tudi težka, vedno pa zelo odgovorna naloga, ker se testirajo in potrjujejo lastnosti in sestava mleka, ki so zelo zapletene in lahko zamenljive lastnosti. Zato je neizogibno potrebno temeljito poznavanje načinov in sredstev za testiranje kakovosti mleka. Razlogi testiranja mleka so različni in so lahko:

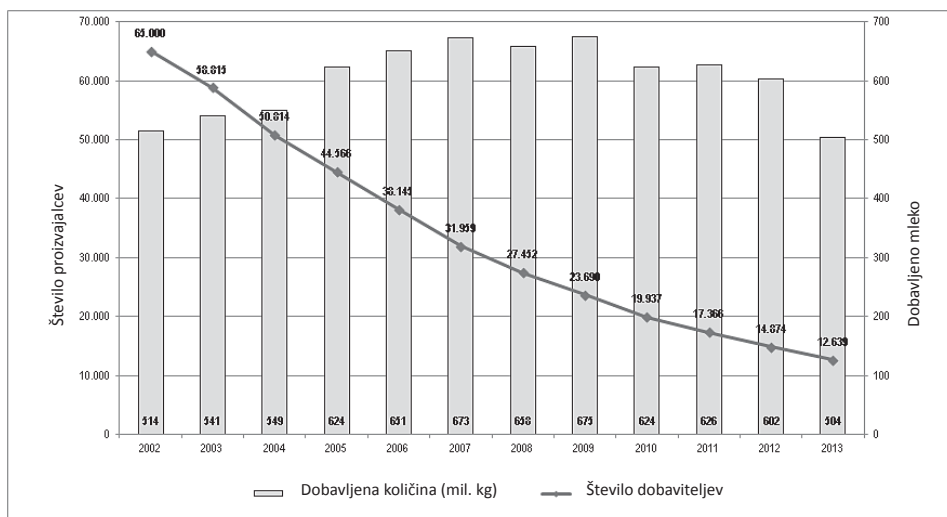
- **ekonomski** – zaradi plačevanja mleka po prehrambni in tehnološki vrednosti, v duhu zaščite interesov proizvajalca mleka, mlekarskih podjetij (predelovalne industrije) in potrošnikov;
- **tehnološki** – zaradi izbora mleka za proizvodnjo mlečnih proizvodov;
- **sanitarni** – zaradi zaščite zdravja potrošnikov;
- **vzgojni** – kontrola, vzgoja in selekcija mlečne živine za razplod po produktivnosti oziroma količini in kakovosti mleka glede na delež mlečne maščobe, beljakovin, števila somatskih celic itd.;
- **znanstveni** – zaradi spoznavanja sestave mleka in mlečnih proizvodov;
- **svetovalni** – za preprečitev slabosti pri spodbujanju proizvodnje mleka.

Ne glede na vse pa je glavni namen testiranja kakovosti mleka dokazovanje njegove primernosti in kakovosti. Ne mleko za neposredno potrošnjo in niti mleko, ki se uporablja kot surovina za predelavo v mlečne proizvode, ne sme spreminjati svoje osnovne sestave oziroma ne sme biti pokvarjeno ali spremenjeno, ampak mora biti v skladu z definicijo mleka.

Osrednji laboratorij za kontrolo kakovosti mleka (SLKM) je začel delo leta 2002 s ciljem zagotavljanja edinstvene in neodvisnedoločitve kakovosti mleka za vse prodajalce in mlekarne v Republiki Hrvaški kakor tudi zaradi prilagajanja zahtevam EU in doseganja visoke kakovosti mleka. Poleg vzorcev mleka, ki jih analizirajo zaradi popolnega izvajanja Pravilnika o kakovosti svežega surovega mleka, se v laboratoriju testirajo tudi vzorci mleka, odvzeti v sklopu kontrole mlečnosti posameznih živali, ki se izvaja kot sestavni del izvedbe vzgojnih programov. Na podlagi rezultatov laboratorijskega testiranja se namreč proizvajalcem mleka določi cena prodanega mleka.

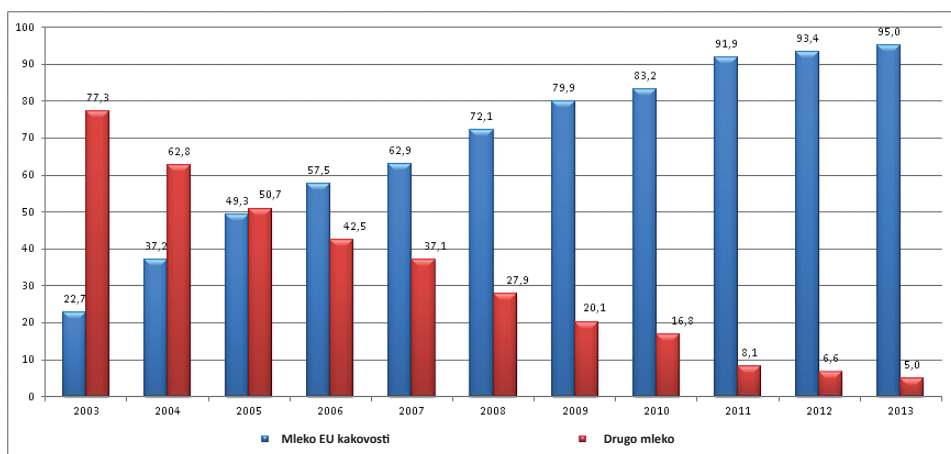
Laboratorij je Ministrstvo za kmetijstvo Republike Hrvaške pooblastilo kot uradni laboratorij za uradni nadzor izvajanja analize hrane in krme za živali. S Pravilnikom o pregledu surovega mleka, namenjenega javni potrošnji (Pravilnik o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji, NN, št. 110/2010), se predpisujejo način rokovanja s surovim mlekom, izvajanje pregleda surovega mleka in ukrepi, ki se prevzemajo s ciljem zagotavljanja zdravstvene primernosti mleka, namenjenega javni potrošnji v surovem ali predelanem stanju.

V preteklih dvanajstih letih dela laboratorija se je število proizvajalcev mleka zmanjšalo ob hkratnem značilnem povečanju kakovosti mleka. Delež mleka prvega razreda se je z začetnih 20 odstotkov povečal na več kot 95 odstotkov v letu 2013.



Slika 6.1: Število proizvajalcev mleka in količina prodanega mleka (Godišnje izvještje za 2013. godinu, HPA)

Glede na neodvisnost v odnosu med pridelovalci in odkupovalci mleka laboratorij v največji meri ščiti interese vseh koristnikov. Z objektivno analizo mleka, s kvalitativno opremo, z znanjem in izkušnjami delavcev laboratorij prispeva k dvigovanju proizvodnje mleka visoke kakovosti in s tem bistveno vpliva na uspešnost vseh udeležencev v sistemu.



Slika 6.2: Delež mleka prvega razreda (mleko EU-kakovosti) in drugega razreda (drugo mleko)

6.2.1 Pot vzorca mleka

Na podlagi Pravilnika o kakovosti svežega surovega mleka se jemanje komercialnih vzorcev izvaja vsak mesec z metodo slučajnega izbora, in to najmanj dva vzorca za določitev deleža mlečne maščobe in beljakovin ter za določitev števila mikroorganizmov in po en vzorec za določitev števila somatskih celic in morebitnih ostankov.

Načrt jemanja vzorcev pripravi laboratorij in ga pošlje v mlekarne, ki nato organizirajo distribucijo embalaže za jemanje vzorcev na vseh zbirnih mestih.

Vsi proizvajalci mleka, ki prodajajo mleko v sodelovanju z mlekarnami, so vpisani v zbirko podatkovlaboratorija in so jim dodeljene edinstvene laboratorijske številke (JLB), ki so sestavni del črtnih kod proizvajalcev mleka. Pri manjših pridelovalcih mleka, ki prodajajo mleko na skupnih zbirnih mestih, vzorec odvzema zbiratelj mleka in ga označi s črtno kodo proizvajalca mleka. Po izvedenem vzorčenju od vseh pridelovalcev mleka zbiratelj mleka izpolni izdajnico vzorca mleka, en primerek vstavi v zaboj skupaj z odvzetimi vzorci mleka in z nalepkami zbirnega mesta zapečati zaboj z vzorci.

Pri pridelovalcih, ki mleka ne prodajajo na skupnih zbirnih mestih, ampak na lastnem prevzemnem mestu na kmetiji, vzorec odvzame voznik avtocisterne pred prevzemom mleka za mlekarino.

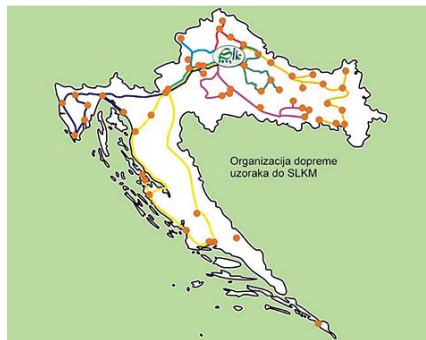


Slika 6.3: Delovna navodila

Vsi vozniki, zbiratelji mleka in osebe, zaposlene v mlekarini, ki so vključene v odkup mleka, so ustrezno usposobljene za pravilen odvzem vzorcev mleka od leta 2002. Delovna navodila za odvzem vzorcev mleka so bila izdana leta 2002 inposredovana vsem pridelovalcem mleka ter večkrat objavljena v mesečniku *Mljekarski list*.



Slika 6.4: Priprava stekleničk za vzorčenje



Slika 6.5: Prevozne linije

Laboratorij s sodobno in kakovostno opremo zagotavlja pripravo embalaže za vzorčenje odvzetih vzorcev mleka. Vsakodnevno se kontrolira čistoča pripravljene embalaže in se načrtuje za potrebne količine za vse vrste vzorcev mleka (komercialni vzorci, ostanki, selekcijski vzorci, zbirna mesta). Pripravljene stekleničke za vzorčenje se z vozili laboratorija dostavljajo do mlekarn in regionalnih uradov Hrvaške agencije za kmetijstvo (HPA).

Število prevoznih linij se je z leti spreminjalo. Trenutno je na voljo osem prevoznih linij, v katere so vključeni vse mlekarnе in vsi regionalni uradi HPA. Od vsake izmedosmih linij se vzorci dostavijo štirikrat mesečno z lastnimi vozili, opremljenimi s hladilnimi napravami zaradi zagotavljanja predpisanih pogojev za dostavo vzorcev.

Po dostavi v laboratorij se vzorci identificirajo in usmerijo na ustrezno laboratorijsko testiranje, skladno z načrtomanalitike in potrebnega števila analiz za vsakega proizvajalca mleka posebej. Poročila o neskladnih vzorcih pri identifikaciji vzorcev se pošljejo mlekarnam s ciljem izvajanja ukrepov za njihovo preprečevanje.

Po zaključeni identifikaciji vzorcev se vzorci pošljejo na laboratorijsko testiranje.



Slika 6.6: Prevezemanje vzorcev

6.2.2 Laboratorijska analitika

Laboratorij je opremljen s sodobno analitično opremo za analizo svežega surovega mleka. Ocena kakovosti rezultatov zahteva številne postopke in stalen nadzor analitičnega procesa ter končnih rezultatov laboratorijske analitike. Laboratorij je od leta 2004 akreditiran skladno s standardom HRN EN ISO/IEC 17025, poleg tega je večkrat uspešno preстал letni nadzor pri Hrvatski akreditacijski agenciji (HAA). Akreditiranih je enajst analitičnih metod, od katerih se štiri uporabljajo za testiranje komercialnih vzorcev. Skladno s temi metodami se določa kakovost mleka in na podlagi kakovosti mleka se oblikuje cena svežega surovega mleka. Druge akreditirane metode se uporabljajo za kontrolo pravilnosti in potrjujejo kakovost vzorcev interne kontrole laboratorija na zahtevo kupcev.

Glavni prednosti akreditacije laboratorija sta zanesljivost rezultatov testiranja, ki jih izvaja laboratorij, ter mednarodno priznavanje rezultatov. Mednarodno priznani rezultati olajšajo vstop na mednarodno tržišče. Z akreditacijo se povečuje zaupanje kupcev.

Določitev kemijske sestave mleka z infrardečo spektrofotometrijo

Kemičnakakovost mleka se testira s tremi analizatorji MilkoScan, in sicer z analizatorjem MilkoScan 4000 in z dvema analizatorjema MilkoScan FT 6000, ki so v sklopu sistema Comby, skupaj z analizatorjema Fossomatic za določitev števila somatskih celic. Zmogljivost enega analizatorja MilkoScan je petsto vzorcev na uro.



Slika 6.7: Analizator CombiFoss

Umerjanje analizatorjev za testiranje kravjega mleka se izvaja enkrat mesečno z referenčnimi vzorci nemškega laboratorija MUVA Kempten, medtem ko se umerjanje analizatorjev za kozje in ovčje mleko izvaja z referenčnimi vzorci Zavoda za mlekarstvo Agronomske fakultete Univerze v Zagrebu.

Na podlagi Pravilnika o kakovosti svežega surovega mleka se vsakemu proizvajalcu mleka, ki prodaja mleko v sodelovanju z mlekarnami, mesečno testirata dva vzorca za kemično sestavo mleka. Iz posameznih mesečnih rezultatov kemične sestave mleka se za vsak mesec po metodi aritmetične sredine izračuna povprečna vsebnost mlečne maščobe in beljakovin v surovem mleku. Če se testiranje zaradi opravičljivih razlogov ne more izvesti na številu vzorcev, predpisanem

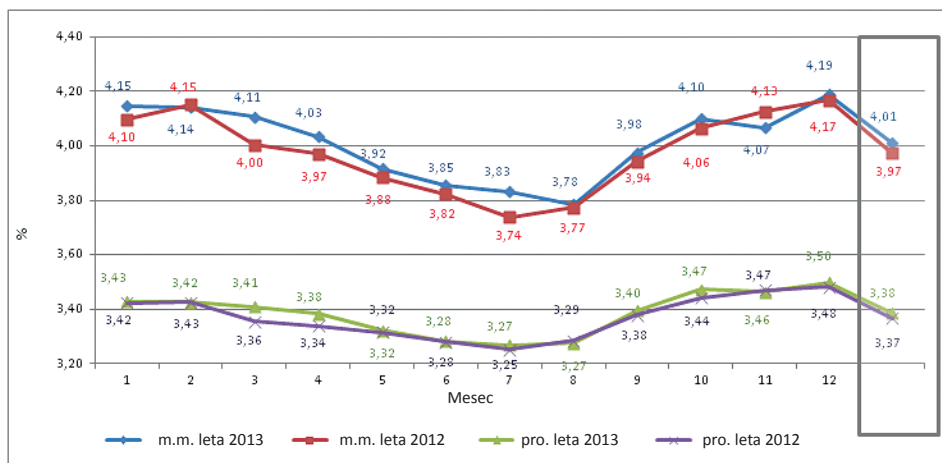
v pravilniku, se za izračun povprečne vrednosti uporabljajo razpoložljivi podatki dveh predhodnih testiranj.

Povprečna vsebnost mlečne maščobe in beljakovin se v preteklih desetih letih ni značilno spreminjala, kar je za posamezna leta prikazano v preglednici 1.2.

Tabela 6.2: Povprečne vrednosti mlečne maščobe in beljakovin (Godišnje izvješće za 2013. godinu, HPA)

Leto	% mlečne maščobe	% beljakovin
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 spremembe v vsebnosti mlečne maščobe in beljakovin v mleku so zagotovo identične v vseh preteklih letih, na grafu 1.3 pa so prikazana mesečna gibanja za oba parametra v letih 2012 in 2013.



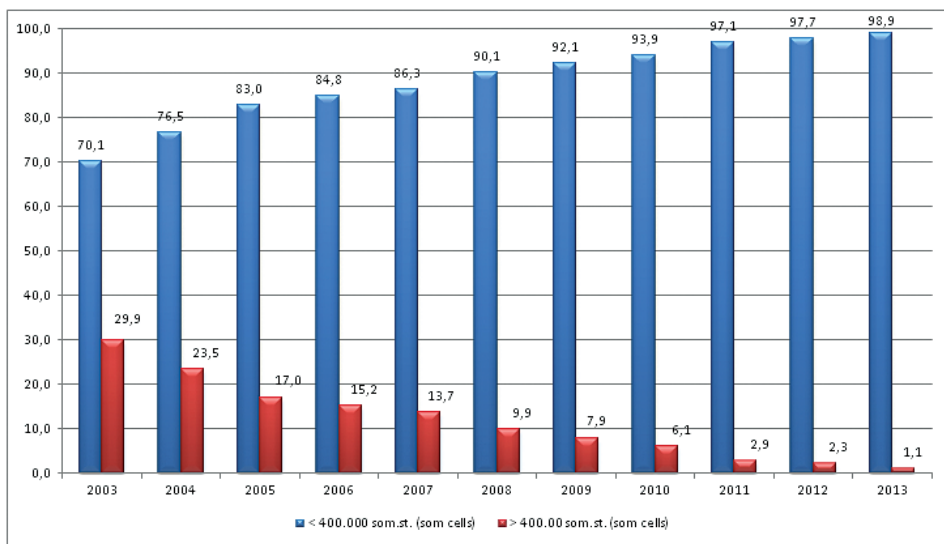
Slika 6.8: Povprečna vsebnost mlečne maščobe (m. m.) in beljakovin (pro.) po mesecih v letih 2012 (2012. god.) in 2013 (2013. god.) (Godišnje izvješće za 2013. godinu, HPA)

Določitev števila somatskih celic v mleku sfluorooptoelektronsko metodo

Število somatskih celic v mleku se določa s fluorooptoelektronsko metodo s števčema somatskih celic Fossomatic 5000 in Fossomatic FC, ki sta skupaj z analizatorjema MilcoScan sestavni enoti sestava Comby.

Na podlagi Pravilnika o kakovosti svežega surovega mleka se pri vsakem proizvajalcu mleka mesečno testira vsaj en vzorec mleka in se določi število somatskih celic. Povprečno število somatskih celic se po metodi geometrijske sredine izračuna iz posameznih rezultatov, dobljenih pri testiranju vzorcev zadnjih treh mesecev. Število somatskih celic je eden od parametrov za oceno higienske primernosti mleka. Mleko s povprečnim številom somatskih celic, manjšim od 400.000 somatskih celic na mililiter, je prvorazredno, medtem ko je mleko z več kot 400.000 somatskimi celicami na mililiter uvrščeno v drugi razred.

Kakovost mleka glede na število somatskih celic sez leti izboljšuje, kar je razvidno z grafa 1.4, na katerem je vidno zmanjšanje količine mleka s številom somatskih celic nad 400.000 na mililiter.



Slika 6.9: Prikaz deleža količine mleka po letih glede na povprečno število somatskih celic (som. st.) (Godišnje izvešče za 2013. godinu, HPA)

Laboratorij je proizvajalcu mleka, odkupovalcu mleka in nadrejenim pooblaščenim veterinarskim organizacijam ter nadrejeni službi – Upravi za veterinarstvo in varnost hrane Republike Hrvaške dolžan predložiti poročila o geometrijskem povprečju števila somatskih celic v trimesečnem obdobju, z najmanj enim vzorcem mesečno za vsakega proizvajalca, katerega mleko ne zadovoljuje predpisanih kriterijev. Navedeno poročilo SLKM je treba dostaviti takoj po ugotovitvi neskla-

dnosti surovega mleka s predpisanimi kriteriji oziroma takoj ko prvo trimesečno geometrijsko povprečje števila somatskih celic preseže 400.000 v ml mleka. Po prejemu obvestila o neizpolnjevanju predpisanih kriterijev za surovo mleko se je pridelovalec mleka dolžan oglasiti pri nadrejeni pooblaščen veterinarski organizaciji ter sprejeti ustrezne korekcijske ukrepe, ki bodo zagotovili, da bo mleko v naslednjih treh mesecih ponovno skladno s predpisanimi kriteriji.

Proizvajalcu mleka, pri katerem je potrjeno povečano število somatskih celic v vzorcu mleka mlečnih živali (geometrijsko povprečje treh mesecev) ter pri katerem se tudi po treh mesecih od prve določitve neskladnega mleka ponovno potrdi povečano število somatskih celic (geometrijsko povprečje treh mesecev) v vzorcu mleka mlečnih živali, mora nadrejeni veterinarski inšpektor prepovedati prodajo mleka. Prepoved je veljavna, dokler proizvajalec mleka ne dokaže, da surovo mleko ponovno izpolnjuje predpisane kriterije. Ena kopija odločbe o prepovedi prodaje mleka se dostavi tudi odkupovalcu. Kot dokaz skladnosti mleka s predpisanimi kriteriji mora proizvajalec predložiti rezultat testiranega uradnega vzorca mleka mlečnih živali za somatske celice, ki kaže manj kot 400.000 (posamični rezultat, in ne geometrijsko povprečje treh mesecev) somatskih celic v enem mililitru mleka.

Proizvajalci mleka in mlečnih proizvodov, namenjenih javni porabi, ki niso v sistemu kontrole surovega mleka, ki jo izvajaosrednji laboratorij za kontrolo kakovosti mleka, so dolžni izvesti kontrolo surovega mleka s testiranjem hlevskega vzorca mleka za somatske celice najmanj štirikrat letno v pravih razmikih v enem od uradnih laboratorijev. Vzorce za testiranje jemlje nadrejeni pooblaščen veterinar in jih dostavi na laboratorijsko testiranje. Če dobljeni posamezni rezultat analize mleka kaže na število somatskih celic nad 400.000 v mililitru mleka, se je pridelovalec dolžan obrniti na nadrejeno pooblaščen veterinarsko organizacijo, ki bo mleko molznih krav, pri katerih je potrjeno spremenjeno izločanje vime- na, poslala na mikrobiološko testiranje. Po potrditvi pozitivnega mikrobiološkega testa je med zdravljenjem in do izteka predpisanega roka karence prepovedano dajanje mleka v promet. Po izteku karence je treba preveriti uspešnost zdravljenja s testom za ugotavljanje mastitisa in v primeru pozitivne reakcije ponoviti mikrobiološko testiranje.

Čemed uradno kontrolo ali po obvestilu pooblaščenega veterinarja veterinarski inšpektor potrdi, da proizvajalec mleka in mlečnih proizvodov, namenjenih javni potrošnji, ne izpolnjuje predpisanih pogojev, prepove pošiljanje mleka in mlečnih proizvodov na trg. Prepoved velja, dokler proizvajalec ne dokaže izpolnjevanja predpisanega kriterija z ustreznim laboratorijskim izvidom uradnega vzorca mleka.

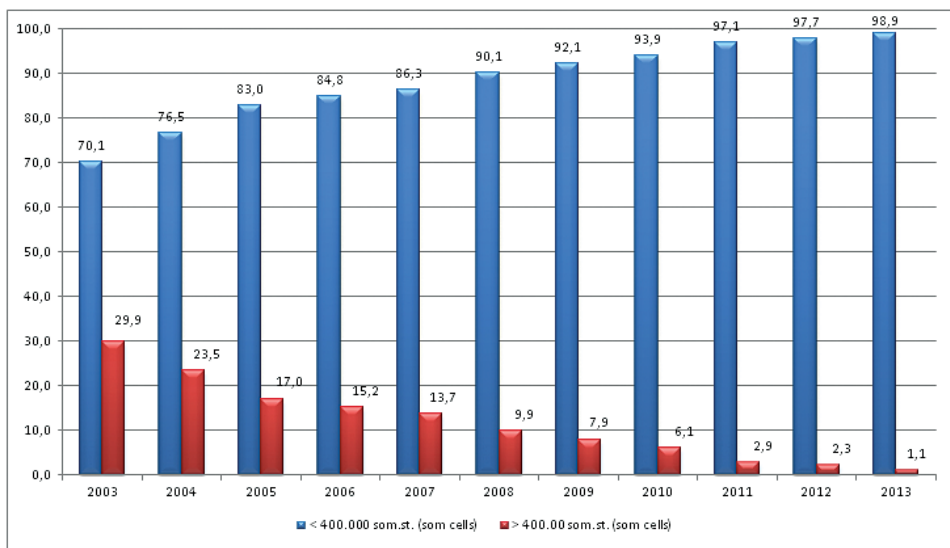
Pri ovcah in kozah, katerih mleko se uporablja za javno potrošnjo, mora biti pred pošiljanjem mleka v promet ali predelavo enkrat letno izvedeno testiranje za ugotavljanje mastitisaoz. spremenjenega izločanja vimena. V primeru pozitivnega izvida mora biti mleko ovc in koz, pri katerih se potrdi spremenjeno izločanje vimena, mikrobiološko testirano. Po potrditvi pozitivnega mikrobiološkega izvi-

da je med zdravljenjem in do izteka predpisanega roka karence prepovedano pošiljanje mleka v promet.

Določitev bakteriološke kakovostiz epifluoroscentno pretočno citometrijo

Število mikroorganizmov v mleku se določa z analizatorjem BartoScan FC 150 z zmogljivostjo 130 vzorcev na uro. V laboratorijusta na voljo analizatorja visoke ravni natančnosti, točnosti in ponovljivosti.

Na podlagi pravilnika (NN, št. 102/2000, 74/2008) se z namenom določitve skupnega števila mikroorganizmov v mleku pri vsakem proizvajalcu mesečno izvede testiranje najmanj dveh vzorcev. Povprečno število mikroorganizmov se po metodi geometrijske sredine izračuna iz posameznih rezultatov, dobljenih s testiranjem v zadnjih dveh mesecih. Povprečno število mikroorganizmov je torej eden od parametrov za oceno higienske primernosti mleka. Mleko, v katerem je povprečno število mikroorganizmov manjše od 100.000 mikroorganizmov na mililiter, se uvršča v prvi razred, medtem ko je mleko z nad 100.000 mikroorganizmi na mililiter v drugem razredu.



Slika 6.10: Prikaz količine mleka po letih glede na povprečno število mikroorganizmov (CFU) (Godišnje izvješće za 2013. godinu, HPA)

Laboratorij je dolžan za kravje mleko vsem proizvajalcem in odkupovalcem mleka ter nadrejenim pooblaščenim veterinarskim organizacijam in nadrejeni službi (Upravi za veterinarstvo in varnost hrane RH) dostavljati poročila o geometrijskem povprečju skupnega števila mikroorganizmov v mleku v dvomesečnem ob-

dobjuz vsaj dvema vzorcema mesečno za vsakega proizvajalca, pri katerem je bilo ugotovljeno, da mleko ne izpolnjuje predpisanih kriterijev. Navedena poročila je SLKM dolžan dostaviti takoj po potrditvi neskladnosti surovega mleka s predpisanimi kriteriji oziroma takoj ko prvo dvomesečno geometrijsko povprečje števila mikroorganizmov preseže 100.000 mikroorganizmov v mililitru kravjega mleka.

Odkupovalec mleka je dolžan proizvajalca mleka, pri katerem je potrjeno povečano skupno število mikroorganizmov (geometrijsko povprečje), opozoriti na izvajanje ustreznih ukrepov in prekiniti odkup mleka od proizvajalca, ki v treh mesecih od prevzema obvestila o neskladnosti mleka ni izpolnil predpisanih kriterijev.

Proizvajalcu mleka, pri katerem je potrjeno povečano skupno število mikroorganizmov v hlevskem vzorcu mleka (geometrijsko povprečje) in pri katerem se tudi po treh mesecih od prve ugotovitve neskladnosti mleka ponovno ugotovi več kot 100.000 mikroorganizmov v mililitru mleka (geometrijsko povprečje), mora nadrejeni veterinarski inšpektor prodajo mleka prepovedati. Prepoved velja, dokler proizvajalec ne dokaže, da surovo mleko ponovno izpolnjuje predpisane pogoje. Kopijo odločbe o prepovedi prodaje mleka prejme tudi odkupovalec. Kot dokaz ustreznosti mleka v skladu s predpisanimi kriteriji mora proizvajalec predložiti izvid testiranega uradnega (hlevskega) vzorca mleka na število mikroorganizmov, ki kaže na manj kot 100.000 mikroorganizmov v mililitru mleka (posamezni rezultat, in ne geometrijsko povprečje).

Proizvajalci mleka in mlečnih proizvodov, namenjenih javni porabi, ki niso vključeni v sistem kontrole surovega mleka, ki jo izvaja osrednji laboratorij za kontrolo kakovosti mleka, so dolžni opraviti kontrolo surovega mleka s testiranjem hlevskega vzorca mleka glede skupnega števila mikroorganizmov najmanj štirikrat letno v pravih časovnih razmikih v enem od uradnih laboratorijev. Vzorce za testiranje odvzame pooblaščen veterinar in jih pošlje laboratorijsko testiranje. Če posamezni rezultat analize mleka kaže na število mikroorganizmov nad 100.000 v mililitru mleka, je proizvajalec o tem dolžan obvestiti nadrejeni veterinarski urad in sprejeti korektivne ukrepe, s katerimi bi bil v treh mesecih dosežen ustrezen rezultat testiranja mleka.

Pri ovčjem in kozjem mleku je laboratorij nadrejenim pooblaščenim veterinarskim organizacijam, nadrejeni službi (Upravi za veterinarstvo in varnost hrane RH) dolžan dostavljati poročila o geometrijskem povprečju skupnega števila mikroorganizmov v mleku za vsakega proizvajalca ovčjega in kozjega mleka, pri katerem je ugotovljeno skupno število mikroorganizmov nad 500.000 v mililitru mleka.

Dovoljeno skupno število mikroorganizmov (geometrijsko povprečje) v mleku ovc in koz je:

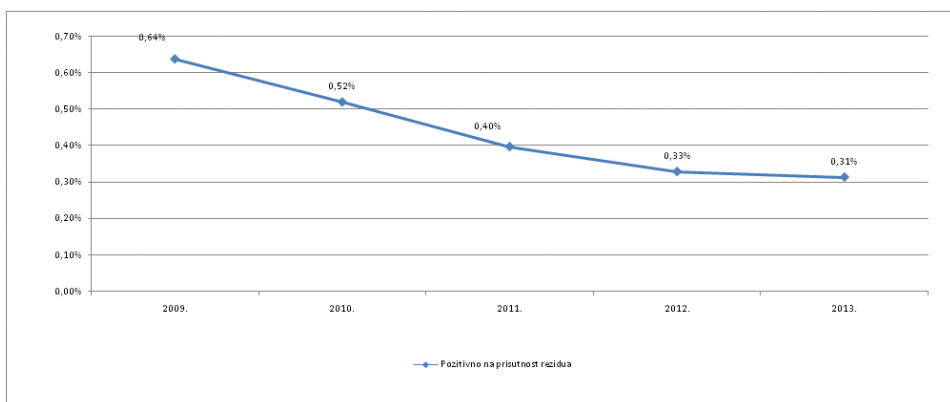
- do 500.000 v mililitrov, čegre za proizvode iz surovega mleka;
- do 1.500.000 v mililitru, čegre za proizvode iz toplotno obdelanega mleka.

Pridelovalci mleka in mlečnih proizvodov iz ovčjega in kozjega mleka, ki so

namenjeni javni potrošnji in niso vključeni v sistem kontrole, ki jo izvajaosrednji laboratorij za kontrolo kakovosti mleka, so dolžni v enem od pooblaščenih uradnih laboratorijev opraviti kontrolo surovega mleka s testiranjem hlevskih vzorcev mleka glede skupnega števila mikroorganizmov najmanj štirikrat letno v pravih časovnih razmikih. Vzorce za testiranje odvzame pooblaščen veterinar in jih pošlje v laboratorijsko testiranje.

Določitev ostankov

V skladu s Pravilnikom o kakovosti svežega surovega mleka se za vsakega proizvajalca mleka enkrat mesečno ugotavlja prisotnost različnih ostankov v mleku. Kot pri izboljšanju higienske kakovosti mleka se tudi pri ugotavljanju inhibitorjev kažejo pozitivne spremembe v smislu zmanjševanja števila pozitivnih vzorcev ob preverjanju.



Slika 6.11: Delež ugotovljenih ostankov (Pozitivno na prisutnost rezidua) po letih (Godišnje izvješće za 2013. godinu, HPA)

V letu 2013 je bilo skupno analiziranih 112.519 vzorcev. Prisotnost ostankov je bila ugotovljena pri 358 (0,31 %) vzorcih.

Obvestila o proizvajalcih, pri katerih je ugotovljena prisotnost inhibitornih snovi v vzorcu mleka, laboratorij takoj po dobljenih rezultatih dostavi nadrejenim pooblaščenim veterinarskim organizacijam in nadrejeni službi (Upravi za veterinarstvo in varnost hrane).

V primeru pozitivnih rezultatov glede prisotnosti inhibitornih snovi v surovem mleku veterinarski inšpektor brez odlašanja organizira odvzem in pošiljanje uradnega vzorca pri pridelovalcu, navedenem v obvestilu laboratorija, na testiranje na Hrvaški veterinarski inštitut. V primeru pozitivne ugotovitve Hrvaškega veterinarskega inštituta veterinarski inšpektor pridelovalcu nemudoma prepove prodajo mleka, prepoved pa velja, dokler proizvajalec ne dokaže, da surovo mleko ne vsebuje inhibitornih snovi. Da bi proizvajalec dokazal primernost surovega mleka,

se je dolžan obrniti na nadrejeno pooblaščen veterinarsko organizacijo, ki opravi vzorčenje in dostavo vzorca v pooblaščen laboratorij.

Druge akreditirane metode



Slika 6.12: Določitev točke zmrzovanja



Slika 6.13: Določitev gostote mleka z laktodenzimetrom



Slika 6.14: Določitev količine maščobe z acido butirometrijsko metodo po Gerberju



Slika 6.15: Določitev pH-vrednosti mleka z ionometrijsko metodo



Slika 6.16: Ugotavljanje kislosti (svežosti) mleka z alkoholnim testom



Slika 6.17: Določitev titracijske kislosti po Soxhlet-Henklu



Slika 6.18. Določitev skupne suhe snovi

Navedene metode se ne uporabljajo za analiziranje mleka v komercialne namene, ampak se uporabljajo kot interna potrditev meritvenih pogojev in kakovosti internega referenčnega materiala, ki ga pripravlja laboratorij.

1.3 Dokumentacija/evidence

Proizvajalci mleka in mlečnih proizvodov, namenjenih javni potrošnji, ki niso vključeni v sistem kontrole surovega mleka pri SLKM, so dolžni izpolnjevati potrjen evidenčni obrazec iz priloge 4 Pravilnika o pregledu surovega mleka, namenjenega javni potrošnji. Obrazec potrjuje pooblaščen veterinar pri vsakem prevzemu izvida testiranja mleka.

EVIDENCIJSKI OBRAZAC – G					
Proizvodač: _____					
Adresa: _____					
JIBG _____ Vrsta živalin: _____					
Ukupni broj živalin _____ Broj muških živalin _____					
Evidencijski obrazec analiza sirovoga mlijeka kod proizvođača koji nisu u sustavu kontrole od SLKM-a					
Rbr.	Somatske 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					
OVLAŠTENI VETERINARSKA ORGANIZACIJA _____ M.P.					
EVIDENCIJSKI OBRAZAC – O/K					
Proizvodač: _____					
Adresa: _____					
JIBG _____ Vrsta živalin: _____					
Ukupni broj živalin _____ Broj muških živalin _____					
Datum	Ukupni broj mikroorganizama 4x god.	Bakteriološka pretraga DA/NE, datum	Korektivne mjere	Ovlašteni veterinar	
OVLAŠTENI VETERINARSKA ORGANIZACIJA _____ M.P.					

Slika 6.19: Evidenčni obrazec (Pravilnik o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji, NN, št. 110/2010)

LITERATURA IN VIRI

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

DODATKI V PROIZVODNJI SIRA IN NJIHOV POMEN

Bojan Matijević

Mleko je biološka tekočina s spremenljivimi lastnostmi, ki lahko vplivajo na sirjenje ali zorenje sira. Če je mleko slabe kakovosti, nastane mehek koagulum, iz katerega se težko izloča sirotka. Pri takem koagulumu so večje izgube kazeina in mlečnih maščob, ki se izločajo s sirotko, s tem pa tudi manjši izplen sira. Navedeni razlogi so sirarje privedli do odločitve, da bodo mleku primešali različne dodatke, odvisno od vrste sira ter načina in pogojev sirjenja. Dodatki dopolnjujejo in krepijo senzorične lastnosti, sir pa je za potrošnike varen. Ločimo dodatke, od katerih je odvisno sirjenje (starterske kulture in sirilo), ter tiste, ki so namenjeni za korekcijo postopka proizvodnje sira (encimske pripravke, nekatere soli, naravne barve, konzervanse ipd.).

7.1 Mikrobne kulture v proizvodnji sira

Pomen uporabe mikrobnih kultur v proizvodnji sira je uveljavil Kundsén leta 1931. Danes poznamo njihovo mikrobno sestavo in pomen v proizvodnji sira ter jih spretno uporabljamo v različnih oblikah. Mikrobno kulturo lahko opredelimo kot skrbno selekcionirane mikroorganizme, ki se dodajo v mleko ali koagulum zaradi injiciranja in izvedbe želene fermentacije in zorenja v proizvodnji različnih vrst sira in tudi fermentiranega mleka. V proizvodnji sira imajo več vlog, ki so v odvisnosti od mikrobne sestave lahko proizvodnja kisline, aromatičnih snovi in plina (CO_2), proteoliza, lipoliza in inhibicija nezaželenih mikroorganizmov.

Poznavanje mikrobne sestave in lastnosti mikrobne kulture olajša pravilno izbiro, da bi dobili želeni sir in zagotovili izvajanje kontrolirane fermentacije in pravilne biokemične procese med zorenjem. Vendar pa je aktivnost mikroorganizmov uporabljene mikrobne kulture (optimalno delovanje njihovih endogenih ali eksogenih encimov) odvisna od procesnih pogojev in izvedbe nekaterih postop-

kov med proizvodnjo ali zorenjem sira. V proizvodnji vseh vrst sira se vedno uporabljajo mikrobnne kulture mlečnokislinskih bakterij. Odvisno od vrste sira se uporabljajo mezofilne (optimalna temperatura rasti je od 22 do 30 °C) ali termofilne (optimalna temperatura rasti je od 37 do 45 °C) kulture mlečnokislinskih bakterij, kombinirajo se medsebojno ali pa s kulturami drugih vrst bakterij (bakterij propionske kisline ali sojev *Brevibacterium linens*) ter s plemenito plesnijo.

Mikrobne kulture lahko v odvisnosti od vrste sira razvrstimo v nekaj skupin:

- mlečnokislinske bakterije, ki prvotno spodbujajo proizvodnjo mlečne kisline, aromatičnih snovi, nekatere vrste pa proizvajajo tudi CO₂ (vpliva na nastanek sirnih očes);
- bakterije propionske kisline, ki spodbujajo tvorbo specifične arome in večjih količin CO₂ (oblikovanje večjih sirnih očes pri ementalcu);
- sevi bakterije *Brevibacterium linens* spodbujajo tvorbo sluzavosti na površini sira (»mažek«) ter vplivajo na barvo in razvojnačilne arome sira;
- plemenita plesen, ki je lahko na površini sira (bela plesen) ali znotraj sira (modro-zelena plesen), ki povzroči intenziven okus in vonj sira.

Tabela 7.1: Pogoji hranjenja in trajnost koncentriranih vrst kultur (Chr. Hansen, A/S Danska)

Tip kulture	Hranjenje	Trajnost
Zamrznjene, posušene (DVS) ¹	zamrzovanje pod –18 °C	najm. 24 mesecev
Globoko zamrznjene (DVS) ²	zamrzovanje pod –45 °C	najm. 24 mesecev
Zamrznjene, posušene (REDI-SET) ³	zamrzovanje pod –18 °C	najm. 24 mesecev
Globoko zamrznjene (REDI-SET) ⁴	zamrzovanje pod –45 °C	najm. 24 mesecev

¹Zelo koncentrirane kulture: za neposredno inokulacijo mleka

⁴Zamrznjene, posušene (v obliki praha): rezervoar za pripravo matične kulture

^{1,2} DVS (*direct vat set*) = damo neposredno v rezervoar (za proizvod)

^{3,4} REDI-SET = pripraviti in dodati (delovna kultura)



Slika 7.1: Embalaža zamrznjene posušene mikrobnne kulture (Chr. Hansen, A/S Danska)

V mlekarstvu se uporabljajo kulture v različnih oblikah (tabela 7.1). Danes se v industriji za veliko proizvodnozmogljivosti uporabljajo zelo koncentrirane kulture (DVS) za neposredno inokulacijo v mleko, lahko so koncentrirane in zamrznjene, posušene (liofilizirane) ali globoko zamrznjene. Proizvajalci kultur jasno določijo, koliko kulture je treba dodati v določeno količino mleka. Zamrznjene in posušene kulture se hranijo pri temperaturi $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in so primernejše za manjše proizvajalce (slika 7.1). Njihova pomanjkljivost je daljši čas aktivacije, ko jih dodamo v mleko. Globoko zamrznjene kulture se hranijo pri temperaturi $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Njihovo shranjevanje zahteva posebne zamrzovalnike, so aktivnejše od posušenih zamrznjenih kultur in primernejše za velike proizvajalce sira.

7.2 Sirilo in drugi encimski pripravki

Sirišče je eden od najstarejših encimov, ki se uporablja v sirarstvu. Poznali so ga že Rimljani pri pripravi sira in opisali v vodniku za proizvajalce sira (Kolumela, leta 50 n. št.). Lahko ga opišemo kot ekstrakt encimov, izoliranih iz želodcev mladih sesalcev (kimozin z nekaj pepsina), in je v tekoči obliki (moč 1 : 10.000 ali 15.000), v obliki prahu ali v tabletah (moč 1 : 100.000 ali 150.000). Sirilo označuje določeno moč, ki pove, koliko delov mleka lahko sesiri en del sirila v 40 minutah pri temperaturi mleka $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Optimalna temperatura za delovanje telečjega sirila (sirišča) je okrog $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, a tudi drugih kimozijskih pripravkov, v praksi pa se sirjenje mleka po navadi izvaja pri nižji temperaturi ($28\text{--}34\text{ }^{\circ}\text{C}$), da se doseže optimum med delovanjem encimov, ustvarjene mlečne kisline in učinka temperature s ciljem nastanka koaguluma želenečvrstosti. Obstajajo tudi pripravki siril, ki vsebujejo lipolitične encime, ti pa selahko uporabijo v proizvodnji sira z močnejše izraženim vonjem, okusom in aromo, as ciljem imitacije arome vrst sira, proizvedenih iz ovčjega mleka.

Ob naraščajoči svetovni proizvodnji sira je bila količina mladih sesalcev in s tem tudi sirišč nezadostna, zato se je že v zgodnjih 60. letih 20. stoletja pokazalo, da je treba poiskati alternativna sredstva za koagulacijo mleka. Predlagana so bila številna alternativna sirila (bakterije ali plesni), a samo nekatera so pokazala ustrezno aktivnost v proizvodnji kakovostnega sira. Od predlaganih alternativnih siril so najpomembnejša mikroba sirila, proizvedena iz *Rhizomucor miehei*, in sirilo iz *Rhizomucor pusillus* ter *Endothia parasitica* (tabela 7.2). Te proteaze imenujemo encimi »chymosin like«, ker pripadajo skupini encimov (kisle proteaze ali aspartat proteaze), zelo podobnih kimozinu.

Čeprav so encimi, pridobljeni iz mikroorganizmov, po svoji strukturi zelo podobni, izkazujejo različne lastnosti v proizvodnji sira. Te razlike se odražajo v nespecifičnosti proteolitične aktivnosti v proizvodu – siru.

Primarna ali specifična aktivnost sredstva za koagulacijo je njegova aktivnost na vezi med 105. in 106. aminokislino κ -kazeina. Nespecifična proteolitična ak-

ktivnost je v glavnem splošna proteolitična aktivnost na kazein.

Vendar pa znatna nespecifična proteolitična aktivnost lahko povzroči grenakokus kot tudi manjši izplen sira. Zaradi tega je pomembno, da je nespecifična aktivnost mikrobnega sirila čim nižja ali da je encim toplotno neobstojen, ker se delno ali popolnoma uniči med proizvodnjo sira.

Tablica 7.2: Pomembnejše vrste mikrobnih proteinaz (Tratnik in Božanić, 2012)

Izvor encimov	Vrsta mikroorganizmov	Trgovsko ime
<i>Rizomucor miehei</i>	plesen	Rennilase
<i>Rizomucor miehei</i>	plesen	Hannilase
<i>Rizomucor miehei</i>	plesen	Fromase
<i>Rizomucor pusillus</i>	plesen	Noury
<i>Rizomucor pusillus</i>	plesen	Meito
<i>Rizomucor pusillus</i>	plesen	Emporase
<i>Endothia parasitica</i>	plesen	Suparen
<i>Endothia parasitica</i>	plesen	Sure curd
<i>Bacillus subtilis</i>	bakterija	Mikrozyme
<i>Bacillus polymyxa</i>	bakterija	Milkozym

Poleg mikrobnih siril je sodobna tehnologija odkrila nove možnosti proizvodnje čistega kimozina – z uporabo genske rekombinacije. Tehnologija zajema gensko obdelavo mikroorganizmov, ki potem proizvajajo encim v neomejenih količinah. Veliko je možnih organizmov (avtohtonih), ki se uporabljajo v proizvodnji rekombinantnega kimozina, kot je *Kluyveromyces fragilis* var. *lactis* (MAXIREN), *Aspergillus niger* (Chy-Max) in *Escherichia coli* K-12 (Chimogen).

Rekombinantni kimozin kaže številne prednosti, kot so:

- neomejena oskrba;
- manjša občutljivost za pH-vrednost mleka;
- zelo specifično delovanje na κ -kazein;
- potrebna manjša količina (za 10 do 15 %, včasih tudi 25 %);
- boljša čvrstost sirnega koaguluma (manjše izgube beljakovin in maščob, boljši izplen sira) in
- optimalna aroma sira po zorenju.

7.3 Encimski pripravki za pospeševanje zorenja sira

V proizvodnji sira se raziskujejo tudi encimski pripravki endogenih encimov, ki se uporabljajo, da bi pospešili zorenje sira ter izboljšali vonj, okus in aromo sira. Lahko se dodajajo neposredno v mleko ali sirni koagulum (tabela 7.3), med njimi pa so najpogostejše lipaze, proteinaze in (ali) peptidaze. Lipaze se uporabljajo v proizvodnji tistih vrst sira, pri katerih se ceni močnejše izražena aroma (sir s plemenito plesnijo). Pri siru čedar lahko lipaze povzročajo žarkost, proteinaze pa grenkost. Vendar kombinacija proteinaze in peptidaze lahko vpliva na okrepljeno aromo, brez izražene grenkobe sira.

Tabela 7.3: Uporaba eksogenih encimov za pospeševanje zorenja sira (Tratnik in Božanić, 2012)

Tip sira	Tip encima	Izvor encima	Faza dodajanja
čedar	kisle in nevtralne proteinaze, peptidaze, lipaze in dekarboksilaze	različni komercialni in encimi živalskega izvora	koagulum
čedar parmezan	lipaze proteinaze	encimi prebavnega trakta kamele	mleko in koagulum
gavda	proteinaze	<i>Aspergillus oryzae</i>	mleko in koagulum
edamec čedar	proteinaze in peptidaze	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	mleko
<i>mozzarella</i>	lipaze, esterase (mikroinkapsulirane)	izloček prebavnega encima pri teletih	mleko
sir z modro plesnijo	lipaze	<i>Aspergillus</i> spp.	koagulum

Predhodna obdelava mleka s komercialnim pripravkom β -D-galaktozidaze (laktaze), ki hidrolizira laktozo na glukozo in galaktozo, je lahko prav tako zaslužna za povečano naravno aromo sira. To se lahko pripiše ali stimulaciji dodane mikrobovne kulture, kar pripelje do naraščanja populacije in povečanja prisotnih proteinaz in peptidaz, ali pa skupnemu delovanju proteinaz in laktaze.

Znanstveniki istočasno preučujejo mehanizem nastajanja aromatičnih snovi med zorenjem sira, da bi odkrili pomemben encim, ki sodeluje pri zorenju, in določili končne produkte sekundarnih interakcij po glikolizi, lipolizi in proteolizi ter da bi se pojasnila njihova povezanost v nastajanju značilnega okusa in vonja sira.

7.4 Kalcijev klorid ali natrijev klorid

Da bi bila dosežena konstanten čas zgoščevanja in zadostna čvrstost koaguluma pri sirjenju mleka z delovanjem encimskih pripravkov, se v mleko lahko dodaja majhna količina CaCl_2 . Z dodatkom okrog 0,02 odstotka CaCl_2 v mleko se zagotovi zadostna količina topnega kalcija, potrebnega za zgoščevanje mleka in doseganje želenega izkoristka sira. Vendar lahko pretirana količina CaCl_2 vpliva na tvorjenje pretrdega koaguluma, zato se težje reže, sirna zrna pa se slabo zlepljajo in nastaja sirno testo neizenačene teksture. Večji dodatek CaCl_2 lahko povzroči tudi grenkost sira.

Kot dodatek v mleko za sirjenje se CaCl_2 doda tudi v slanico v obliki 33-odstotne raztopine, da s tem namakanjem v slanici iz sira ne bi izločil kalcij. Če v slanici ni dovolj kalcija, lahko pride do deformacije sira zaradi pomanjkanja kalcija v siru, skorja sira postane hidratizirana (vodena), ker se del kalcija iz skorje nadomesti z natrijem iz soli. Natrij v skorjo potegne vodo. Taka skorja pa je dovzetna za mikroorganizme kvarjenja skorje, kot so korineformne bakterije, kvasovke in plesni. Sir lahko postane sluzast, pozneje pa ga lahko obraste neželena plesen (rdeča, rjava in črna), ki po skorji sira pušča madeže. Količina slanice je 50 gramov granulata, pripravljenega v vodi (33-odstotna raztopina) na vsakih deset litrov slanice.

Sol je bila vedno pomembna za konzerviranje hrane, ker zmanjšuje raven aktivne vode in aktivnost bakterij. Pri nekaterih vrstah sira je ravno sol ključni dejavnik konzerviranja (pri siru vrste feta (feta, domiati, travniški sir), pri italijanskemu siru pekorino ipd.). Poleg tega sol bogati okus sira. Soljenje je običajen korak pri pripravi hrane v zahodni civilizaciji. S soljenjem sira se izloča del sirotke, kar podaljšuje obstojnost sira. Raziskave so pokazale, da kilogram soli, porabljene pri proizvodnji sira, iztisne iz sira približno dva litra sirotke. Kadar govorimo o soli kot dodatku, je mogoče njena najpomembnejša tehnološka vloga v kontroli fermentacije (kisanja) sira. Sol skupaj s temperaturo (hlajenje sirnega testa) zaustavi nadaljnji proces kisanja sira, kar preprečuje pojav prekislega sirnega testa (kisel, kredast in svetel sir). Zaradi tega je pomembno vedeti, kdaj nastopi kritični trenutek za soljenje sira.

Količina soli za proizvodnjo posameznih vrst sira in tudi način soljenja sta odvisna od recepture. Sir lahko solimo z vtiranjem srednje grobe soli po površini sira, ko sirnino polnimo v kalupe (s predtiskanjem), in s potapljanjem v slanico.

7.5 Dinatrijev hidrogenfosfat

V proizvodnji sira iz posnetega mleka se lahko v mleko doda Na_2HPO_4 (10–20 g/kg, če to dopuščajo predpisi), ampak pred dodajanjem CaCl_2 . Nastane koloidni Ca-fosfat $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$, ki reagira na podoben način kot tudi maščoba, ki se veže v koagulum in povečuje njegovo elastičnost.

7.6 Natrijev ali kalijev nitrat

Nekatere države, kakor je Nizozemska, dovoljujejo dodajanje inhibirajočih soli v proizvodnji poltrdih sirov. Nitrati se namreč dodajo kot NaNO_3 ali KNO_3 ter delujejo kot neke vrste konzervans, ki preprečuje rast in razmnoževanje koliformnih bakterij ali klostridijev.

Nitrati so brez inhibicijskega učinka na bakterije, nanje pa učinkujejo nitriti, ki nastajajo z redukcijo iz nitrata z delovanjem naravnega encima mleka, ksantin oksidaze. Nitriti so izrazito toksični za bakterijo *Clostridium tyrobutyricum*, ki se lahko razmnožuje v sirnem koagulumu tudi, kadar je količina soli večja, torej tudi po soljenju.

Dodatek nitrita preprečuje pomanjkljivost sira, kot je zgodnje ali pozno napihovanje sira. Zgodnje napihovanje sira je najpogostejše posledica aktivnosti koliformnih bakterij, medtem ko se pozno napihovanje sira kaže kot posledica anaerobnih sporogenih bakterij. Od vseh kemikalij se v sirarstvu največkrat uporabljajo nitrati, vendar niso dovoljeni v vseh državah.

Po navadi se dodajajo v količini od 25 do 80 gramov na 100 litrov mleka. Večje količine uporabljenih nitrata lahko negativno vplivajo na aromo sira, kot je pojav grenkega okusa, zato se predlaga uporaba nitrata v količini do 30 gramov na 100 litrov mleka.

7.7 Lizocim

Lizocim je naravni encim, ki ga je v kokošjem jajcu 0,5 odstotka. V majhnih količinah je tudi v kravjem mleku, solzah in slini. Mleko žensk vsebuje večje količine lizocima od kravjega mleka. Na tržišču je ta encim na voljo v obliki belih lahko topnih granul, ki se dodajajo v mleko po raztapljanju v vodi, 15 minut pred dodajanjem mikrobnih kultur, da bi bila preprečena rast klostridijev, povzročiteljev poznega napihovanja sira. Pozno napihovanje sira je pogosto povezano z oblikovanjem nenormalnih sirnih očes, neprijetnim okusom in vonjem trdega sira, kjer poteka daljše obdobje zorenja (več tednov in mesecev). Za lizocim so značilne velike protiklostridialne lastnosti, brez vpliva na tehnološki postopek proizvodnje

trdih sirov ali na aktivnost bakterijske flore mleka, kar pogojuje nespremenljivost senzoričnih lastnosti sira. Lizocim se v mleko za sirjenje dodaja v količini od enega do treh gramov na vsakih 100 litrov mleka za sirjenje, v odvisnosti od tveganja poznega napihovanja sira.

7.8 Nizin

Gre za naravno sredstvo za konzerviranje (bakteriocin), ki deluje protimikrobno. Nizin se proizvaja s fermentacijo iz bakterijskih kultur (*Lactococcus lactis*). Lahko se proizvaja tudi ob delovanju gensko spremenjenih organizmov, presoja vpliva tako pridobljenega nizina pa ni v celoti raziskana. V človeškem organizmu nizin tvorijo mlečnokislinske bakterije, ki jih najdemo kot standardni del mikroflore prebavnega sistema, v katerem se hitro razgrajuje in izloča. Nizin je neškodljiv konzervans.

Nizin se dodaja zaradi preprečevanja rasti in aktivnosti patogenih mikroorganizmov. Uporablja se v proizvodnji topljenih sirov, medtem ko je njegova uporaba pri drugih vrstah sira omejena, kajti prisotnost nizina inhibira mikrobno kulturo. Glede na veljavne predpise je dovoljena količina nizina 12,5 miligrama na kilogram mleka.

7.9 Kovine v sledeh

Sir švicarskega tipa (ementalec in grojer) se tradicionalno proizvaja v bakrenih kotlih. Če se proizvodnja prenese v kadi iz nerjavečega jekla, se ne doseže značilna aroma tradicionalnega načina proizvodnje. Zaradi tega se v mleko doda okrog 15 ppm CuSO_4 , kar odgovarja količini bakra, ki se absorbira iz tradicionalnih kotlov. Delovanje bakra na aromo sira je povezano z nizko stopnjo lipolize in (ali) aktivacije nekaterih encimov, pomembnih za proces zorenja. Znano je, da baker nadzoruje aktivnost *Propionibacterium* spp., pomembnih za oblikovanje pravih sirnih oces pri ementalcu. Optimalna količina bakra v sirni masi je od 10 do 15 ppm (angl. parts per million), medtem ko količina, večja od 20 ppm, preprečuje propionsko vrenje, količina 25 ppm bakra pa povzroči tudi spremembo barve sira.

7.10 Ekstrakti barv

Barva je zelo pomembna senzorična lastnost sira. Zaradi spremembe barve mlečne maščobe pa se spremeni tudi barva sira. Poleg tega se barva sira oblikuje tudi med zorenjem. Da bi bila izboljšana barva nekaterih vrst sira (čedarja, emen-

talca, gavde in edamca), se v mleko za sirjenje lahko dodajo ekstrakti nekaterih naravnih barv. V proizvodnji poltrdih in trdih vrst sira se uporabljajo ekstrakti betakarotena, ekstrakti semena *Bixa orellana*, tj. barva anato, ali ekstrakt žafrana, rdeče paprike in drugih barv, ki se uporabljajo v prehranske namene.

Pri siru z modro plemenito plesnijo se lahko doda zelen klorofil, zaradi kontrasta modre barve plesni. Preden dodamo barvo, je treba ekstrakt večkratno razredčiti v deležu mleka in ga enakomerno razporediti v preostalem mleku. Barva se dodaja pred dodajanjem sirila. Če barvo zmešamo s sirilom, da bi postopek pospešili, se učinek sirila zaradi intenzivnega mešanja barve zmanjša.

LITERATURA IN VIRI

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 mliječni 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 V PROIZVODNJI SIRA

Irena Rogelj

Sir je generično ime za skupino fermentiranih mlečnih izdelkov, ki so s stališča kinetike mikrobnih procesov in obstojnosti nekaj posebnega. Že dejstvo, da je fermentacija ena izmed najstarejših oblik konzerviranja hrane, dovolj zgovorno nakazuje posebne značilnosti fermentirane hrane. V proizvodnji sira uporabljamo danes izbrane starterske kulture, sestavljene iz različnih bakterij, kvasovk, ple-sni in njihove kombinacije, vendar je pri vseh osnovni proces mlečnokislinska fermentacija, najpomembnejša skupina mikroorganizmov pa mlečnokislinske bakterije (MKB). MKB najdemo povsod tam, kjer je možnost spontane fermentacije ogljikovih hidratov. Fermentirani hrani dajejo značilno aromo in teksturo, preprečujejo njeno kvarjenje in zavirajo patogene mikroorganizme. Tekmovanje s preostalo mikrobioto v fermentiranih izdelkih jim omogočajo številni metaboliti s protimikrobnim delovanjem, kot so organske kisline, vodikov peroksid, acetal-dehid, diacetil in bakteriocini.

Mleko je bogat vir makro- in mikrohranil in zato dobro podlaga za rast širokega spektra mikroorganizmov, še posebej tistih, ki lahko fermentirajo mlečni sladkor – laktozo, kot so MKB. Poleg tega pa narava pridobivanja mleka omogoča vsaj minimalno okužbo mleka z mikroorganizmi, med katerimi so vedno prisotne tudi MKB, saj so prebavni trakt živali (in ljudi), mleko ter mlekarsko okolje, njihove naravne ekološke niše.

Fermentirano mleko in sir spadata med najstarejše mlečne izdelke, saj njun začetek sega tisočletja v preteklost. V določenih klimatskih pogojih se je mleko, okuženo z naravnimi mlečnokislinskimi bakterijami, skisalo. Ob tem so izkušnje pokazale dvoje. Skisano mleko je bilo prijetnega in osvežujočega okusa in je bilo dolgo primerno za uživanje. Ljudje so hitro spoznali, da lahko dodatek majhne količine kislega mleka ali sirotke prejšnjega dne svežemu mleku pospeši proces kisanja, ki ga sodobno imenujemo fermentacija. To so bile prve oblike mikrobnih ali, kot jih tudi imenujemo, starterskih kultur. Njihova mikrobnost sestava je bila nepoznana, zelo različna in variabilna, saj je bila močno odvisna od okolja, geografskega območja, podnebnih pogojev, vrste mlečnih živali, higiene in še bi

lahko naštevati. Šele na začetku 19. stoletja so raziskovalci začeli slutiti, da kisanje mleka povzročajo mikroorganizmi. Razvoj mikrobiologije, čedalje sodobnejša tehnološka oprema, razvoj analitike in možnost priprave izbranih vrst mikroorganizmov v koncentrirani obliki (starterskih kultur) so omogočili izdelavo različnih vrst fermentiranega mleka in sira, neodvisno od podnebnih pogojev in drugih območnih dejavnikov.

Proizvodnje fermentiranih mlečnih izdelkov, vključno s sirom, si danes brez uporabe selekcioniranih mikrobnih kultur ne moremo več predstavljati. Omeniti pa je treba, da spontane, neselekcionirane mikrobne kulture niso izginile, saj so še vedno ključne v izdelavi mnogih tradicionalnih vrst sira, ki postajajo čedalje popularnejše. Ne glede na vrsto in sestavo lahko glavne učinke mikrobnih kultur združimo v tri skupine:

- podaljšanje obstojnosti in zagotavljanje varnosti sira;
- oblikovanje zelenih senzoričnih in reoloških lastnosti sira;
- oblikovanje terapevtskih/funkcionalnih lastnosti sira.

8.1 Tipi mikrobnih kultur

Starterske kulture lahko razvrstimo na več načinov: po načinu priprave (na osnovi mleka, sirotke), obliki pripravka kulture (tekoče, posušene, zamrznjene), aromi ali drugih lastnostih, ki jih zagotavljajo izdelku (homofermentativne, heterofermentativne), temperaturi tehnoloških postopkov, pri katerih se uporabljajo (mezofilne, termofilne), vrstah prisotnih mikroorganizmov in (ali) številu prisotnih vrst in sevov. Našteti načini razvrščanja odražajo prepletanje tradicije in znanosti na področju sirarskih mikrobnih kultur.

8.1.1 Nedefinirane in definirane mikrobne kulture

Tradicionalno so sirarji pripravljali »naravne« mikrobne kulture brez poznavanja mikrobiologije. Izbirali so predvsem dva načina. Pri prvem so inkubirali mleko pri temperaturi, ki je omogočala rast mikrobne populacije naravno prisotnih MKB toliko časa, da je narasla kislost, in ga nato uporabili kot startersko kulturo. Drugi način je bil uporaba fermentiranega mleka ali sirotke prejšnje serije, najpogosteje po dodatni selektivni inkubaciji.

Mikrobna sestava tako pripravljenih starterskih kultur je bila nedefinirana in variabilna, od temperature inkubacije, ki je bila prilagojena vrsti sira, pa je bilo v veliki meri odvisno, katere MKB so prevladovale. Vse večje zanimanje za tradicionalne vrste sira je spodbudilo proučevanje mikrobne populacije naravnih starterskih kultur, ki so potrdile tako pestrost kot variabilnost. Tako so na primer v naravni kulturi – inkubirani sirotki za pripravo mocarele *Candia* in sodelavci

(2007) določili kot prevladujočo mikrobno populacijo bakterijske vrste *Streptococcus (Str.) thermophilus*, *Lactococcus (Lact.) lactis*, *Lact. garviae*, *Lactobacillus (Lb.) helveticus*, *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lb. fermentum*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei ssp. casei* in *Enterococcus (Ent.) faecalis*, medtem ko je bila mikrobna populacija naravne kulture na osnovi sirotke za tradicionalni sir Caciocavallo Silano precej manj pestra, saj so jo sestavljale le vrste *Lb. delbrueckii*, *Lb. helveticus*, *Str. thermophilus* in *Lact. lactis*.

Tradicionalno pripravo starterskih kultur še vedno uporabljajo pri izdelavi mnogih evropskih tradicionalnih vrst sira, saj zagotavlja za te vrste sira tipične lastnosti, po katerih se razlikujejo od drugih vrst sira. Z inovativnimi pristopi so pripravo »naravnih mikrobnih kultur« prilagodili/optimizirali tudi za uporabo v manjših industrijskih obratih. Predvsem variabilnost (v sestavi in velikosti mikrobnih združb posameznih MKB) tako pripravljenih mikrobnih kultur pa predstavlja za velike industrijske obrate, ki morajo zagotavljati standardno mikrobiološko in senzorično kakovost izdelkov, preveliko tveganje. Zato so, ob napredku znanosti in tehnologije, nekoč povsem nepoznano sestavo starterskih kultur (sirotko prejšnjega dne so po inkubaciji pri izbrani temperaturi uporabili za cepljenje svežega mleka) zamenjale definirane starterske kulture poznane sestave in dejavnosti. Definirane starterske kulture dobimo tako, da v laboratoriju iz sira (pogosto tradicionalnih vrst iz surovega mleka) ali naravnih starterskih kultur izoliramo, prečistimo in dobro proučimo značilnosti posameznih bakterijskih vrst/sevov ter jih nato namnožimo v čistih kulturah. Nato jih lahko uporabimo samostojno ali pa jih mešamo z drugimi, tako pripravljenimi vrstami/sevi, da dobimo mikrobno kulturo z želenimi lastnostmi.

Glede na sestavo poznamo:

- enosevne starterske kulture (z enim sevom določene vrste);
- večsevne starterske kulture (z različnimi poznanimi sevi ene vrste);
- večsevne mešane starterske kulture (z različnimi poznanimi sevi različnih vrst).

8.1.2 Delitev mikrobnih kultur glede na optimalne temperature rasti in končne produkte fermentacije

Tudi definirane starterske kulture pogosto delimo glede njihovih lastnosti in uporabnost na več načinov. Glede na njihove optimalne temperature rasti jih delimo na mezofilne in termofilne. Čeprav ni natančne opredelitve teh skupin, velja, da je optimalna temperatura za rast in dejavnost mezofilnih kultur pri temperaturi okoli 30 °C, dejavne (ki pa se običajno več ne razmnožujejo) pa so lahko tudi še pri temperaturi med 38 in 40 °C. Za termofilne kulture je značilna optimalna temperatura rasti priokoli 42 °C, dejavne pa so v območju med 37 in tudi do 50 °C. Tipični predstavniki mezofilnih kultur so sevi vrst *Lact. lactis* in *Leuconostoc (Leuc.) mesenteroides*, termofilnih pa sevi vrst *Str. thermophilus*, *Lb. delbrueckii*

in *Lb. helveticus*.

Kulture pa pogosto delimo tudi po načinu fermentacije laktoze na homofermentativne (končni produkt fermentacije glukoze je samo mlečna kislina) in heterofermentativne (končni produkti fermentacije glukoze so mlečna kislina, CO₂ in etanol) ter po zmožnosti proizvodnje aromatičnih snovi (predvsem fermentacija citrata). Tako so na primer mezofilne kulture, ki vsebujejo samo podvrsti *Lac. lactis subsp. lactis* in *Lact. lactis subsp. cremoris*, označene kot homofermentativne kulture, ki ne proizvajajo aromatičnih snovi in plina, kulture, ki vsebujejo vrste *Leuconostoc*, kot heterofermentativne, kulture, ki vsebujejo vrste *Leuconostoc* in (ali) *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* tudi »aromatiki«, saj vrste *Leuconostoc* in *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* fermentirajo citrat do aromatičnih snovi (diacetil, acetoin) in CO₂.

8.2 Sestava sirarskih mikrobnih kultur

Mikroorganizmi, ki sestavljajo sirarske kulture, morajo v siru opraviti eno ali več naslednjih funkcij:

- fermentacijo laktoze do mlečne kisline, ki omogoči optimalen potek izdelave sira in prepreči razrast kvarljivcev ter patogenih bakterij;
- proizvodnjo širokega spektra encimov in metabolitov, ki imajo pomembno vlogo pri oblikovanju okusa, arome in celotnih senzoričnih lastnosti sira med zorenjem;
- proizvodnjo različnih protimikrobnih snovi (poleg mlečne kisline še na primer bakteriocinov), ki zmanjšajo tveganje preživetja in razmnoževanja patogenov;
- izboljšanje zdravju koristnih lastnosti sira (na primer nastanek bioaktivnih peptidov).

Osnovna in najpomembnejša naloga sirarskih starterskih kultur je kontrolirana acidifikacija (fermentacija laktoze do mlečne kisline), zato so v vseh kulturah prisotne MKB, poleg teh pa lahko tudi druge bakterije, kvasovke in plesni (tabel 8.1 in 8.2), kar je odvisno od vrste ali različice sira, ki ga želimo izdelati, oziroma senzoričnih lastnosti in kakovosti sira, ki jih želimo ob primernih tehnoloških postopkih izoblikovati. Posledica fermentacije laktoze, ki jo opravijo MKB, je padanje vrednosti pH, ki vpliva na številne vidike in faze tehnološkega postopka izdelave sira ter končno na njegovo sestavo in kakovost.

Tabla 8.1: Glavni predstavniki MKB v sirarskih starterskih kulturah in nekatere značilnosti

Skupine/vrste/podvrste	Značajke	Vrste sira
<i>Lactococcus (Lac.) lactis</i> <i>ssp. lactis</i>	mezofilna homofermentativna kultura, glavni produkt mlečna kislina, tudi tipični predstavniki sirov, narejenih z naravnimi kulturami	poltrdi, mehki sir; gavda, edamec, bri, kamamber ...
<i>Lac. lactis</i> ssp. <i>lactis bi-ovar diacetylactis</i>	varianta <i>Lac. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , ki fermentira citrat in proizvaja diacetil	poltrdi, mehki sir; gavda, edamec, bri
<i>Lac. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>	mezofilna homofermentativna kultura, glavni produkt mlečna kislina	poltrdi, mehki sir; gavda, edamec, bri, kamamber ...
<i>Streptococcus thermophilus</i>	termofilna homofermentativna kultura	trdi in poltrdi sir z visoko temperaturo dogrevanja; emental, parmezan...
<i>Lactobacillus (Lb.) delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	termofilna homofermentativna kultura	predvsem trdi in poltrdi sir z visoko temperaturo dogrevanja
<i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i>	termofilna homofermentativna kultura	predvsem trdi in poltrdi sir z visoko temperaturo dogrevanja
<i>Lb. helveticus</i>	termofilna homofermentativna kultura	predvsem trdi in poltrdi sir z visoko temperaturo dogrevanja
<i>Lb. casei/paracasei</i>	fakultativno heterofermentativna kultura	uporablja se kot »dodatna« kultura
<i>Leuconostoc (Leuc.) mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i>	mezofilna heterofermentativna kultura	poltrdi in sveži sir; gavda, edamec, skuta
<i>Enterococcus (Ent.) faecium</i> <i>Ent. faecalis</i>	posebna pozornost pri vključevanju v sirarske kulture; oportunisti, lahko patogeni	tipična mikrobiota tradicionalnih vrst sira iz surovega mleka

Tabela 8.2: Glavne sekundarne sirarske kulture (prirejeno po Rattrayu in Eppertovi, 2011)

Sekundarna kultura	Značajke	Vrste sira
Plijesni		
<i>Penicillium camemberti</i>	sir s plesnijo na površini	kamamber, bri
<i>Penicillium roqueforti</i>	sir z modro plesnijo v testu	rokfor, gorgonzola
Bakterije		
<i>Brevibacterium linens</i>	sir z bakterijskim zorenjem na površini	münstrski sir
<i>Brevibacterium casei</i>		limburški sir
<i>Corynebacterium spp.</i>		tilzitski sir
<i>Staphylococcus spp.</i>		
<i>Micrococcus spp.</i>		
<i>Propionibacterium freudenreichii spp.</i>	švicarski tipi sirov	ementalec, grojer, appenzeller
Kvasci		
<i>Debaryomyces hansenii</i>	površinsko zoreni sir s	tilzitski sir,
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	plesnijo ali z bakterijami	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

Kot smo že omenili, je osnovna naloga vseh sirarskih kultur acidifikacija, fermentacija laktoze do mlečne kisline. Posledica naraščanja koncentracije mlečne kisline je padanje vrednosti pH, ki pri izoelektrični točki kazeina (pH = 4,6) že samo po sebi povzroči koagulacijo mleka. Vendar pa za izdelavo večine vrst sira mleku dodamo tudi sirišče, ki sproži encimsko koagulacijo mleka, saj vsebuje proteolitične encime (običajno prevladuje himozin). Starterska kultura, ki jo dodamo mleku za sir, z začetno acidifikacijo pospešuje delovanje sirišča in vpliva na proteolitično dejavnost naravnih proteinaz mleka. V fazi ločevanja sirnine iz sirotke vpliva vrednost pH na količino encimov sirišča, ki ostanejo v sirnini in nato med zorenjem nadaljujejo proteolizo – sproščanje peptidov (lahko tudi grenkih) in aminokislin. S postopno razgradnjo kazeinov prispevajo tudi k oblikovanju mehke teksture sira. Nizke koncentracije siriščnih encimov (himozina) ostanejo v sirnini vrst sira, pri katerih sirno zrno sušimo pri visoki temperaturi (parmezan, emmentalec), relativno visoko dejavnost siriščnih encimov pa zasledimo v mehkih vrstah sira (kamamber), pri katerih poteka sinereza v veliki meri pod vplivom

acidifikacije. To pomeni, da nizke vrednosti pH med sinerezo prispevajo k večjemu zaostanku siriščnih encimov v sirnini.

Kombinirana proteolitična dejavnost encimov sirišča, nativnih encimov in bakterij starterske kulture pa vpliva tudi na razvoj arome oz. okusa sira. Tudi za kulture MKB je značilen širok spekter, predvsem intracelularnih peptidaz. Intracelularne peptidaze MKB razgrajujejo peptide, ki nastanejo kot posledica delovanja drugih proteinaz, do aminokislin, ki so nato prekursorji različnih aromatičnih spojin. Iz celic MKB se sproščajo po njihovi lizi, med zorenjem sira. MKB pa lahko prispevajo k aromi sira tudi neposredno, s tvorbo aromatičnih spojin med fermentacijo laktoze in citrata. Ključni vmesni metabolit fermentacije laktoze (glukoze) je piruvat, ki se v nadaljnjem metabolizmu na podlagi laktat dehidrogenaze pretvori predvsem do mlečne kisline. Vendar pa veliko sevov metabolizira tudi citrat do acetata in piruvata, ki se nato pretvorita do različnih aromatičnih spojin (kot so diacetil, acetoin, acetaldehid, CO₂), pomembnih pri oblikovanju arome sira.

8.2.2 Sekundarna (dodatna) mikrobna kultura

Izbira in kombiniranje sirarskih kultur sta v sodobni proizvodnji sira natančno prilagojena vrsti sira, ki ga želimo izdelati, oziroma senzoričnim lastnostim sira, ki jih želimo doseči. To omogočata razvoj mikrobiologije in posledično dobro poznavanje fenotipskih, genskih in fizioloških oz. metabolnih lastnosti mikroorganizmov (tabela 8.3).

Dodatne oz. sekundarne mikrobne kulture uporabljamo v sirarstvu z namenom oblikovanja specifičnih ali močnejše izraženih senzoričnih lastnosti sira. Sekundarne sirarske kulture običajno ne prispevajo k acidifikaciji, saj so največkrat aerobni mikroorganizmi ali pa mikroorganizmi, ki niso sposobni razgradnje laktoze do obeh monosaharidov (sobrez encima β -galaktozidaze). Sekundarne mikrobne kulture sestavljajo različni mikroorganizmi, bakterije, plesni in kvasovke (tabela 8.2).

Tabela 8.3: Pomembni predstavniki sirarskih kultur in njihova funkcija (prirejeno po Farkyeju in Vedamuthuju, 2002 ter Coganu in Beresfordu, 2002)

Rod ali vrsta	Funkcija
Primarna sirarska kultura	
<i>Lactococcus lactis</i>	proizvodnja kisline; med zorenjem proizvodnja arome
<i>Leuconostoc spp.</i>	metabolizem citrata; proizvodnja arome
<i>Lactobacillus helveticus</i>	proizvodnja kisline; med zorenjem proizvodnja arome
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	proizvodnja kisline; med zorenjem proizvodnja arome
<i>Streptococcus thermophilus</i>	proizvodnja kisline; med zorenjem proizvodnja arome
<i>Enterococcus spp.</i>	proizvodnja arome med zorenjem

Rod ali vrsta	Funkcija
Sekundarna sirarska kultura	
<i>Propionibacterium freuden-rechi</i>	hidroliza mlečne kisline; oblikovanje očes v švicarskih tipih sirov (ementalski sir), sladkasta aroma – propionat
<i>Corynebacterium spp.</i> <i>Microbacterium spp.</i>	proizvodnja metantiola, proteoliza, pigmentov; oblikovanje arome in teksture med zorenjem, halotolerantni
<i>Brevibacterium linens</i>	močna proteoliza; površinsko zoreni sir – rdeča maža (oranžno rdeč pigment, tolerantna za sol; raste v mediju s 15 odstotki soli)
<i>Micrococcus spp.</i>	proteoliza, delno lipoliza; aroma, proizvaja rumeno rdeče pigmente – površinsko zoreni sir
<i>Penicillium camemberti</i>	bela plesen; proteoliza – oblikovanje arome in teksture med zorenjem (sir s plesnijo na površini)
<i>Penicillium roqueforti</i>	modra plesen; lipoliza in delno proteoliza – oblikovanje arome (siri s plesnijo v testu)
<i>Geotrichum candidum</i>	lipoliza, delna proteoliza; aroma, nevtralizacija / dvig pH
<i>Kvasci</i>	razgradnja mlečne kisline; nevtralizacija/dvig pH

Plesni

Od plesni so najpogostejši predstavniki sekundarnih kultur *Geotricum candidum*, *Penicillium camemberti* in *Penicillium roqueforti*.

Plesen *Geotricum candidum* je na veliko površinsko zorenih vrstah sira. Dobro raste pri temperaturi od 15 do 25 °C in v območju pH 4,5–7,5.

G. candidum je občutljivejša za visoke koncentracije NaCl kot vrste *Penicillium* in bakterijske vrste *Brevibacterium*. Hitro poseli površino sira (že v enem do dveh dneh) in razgrajuje laktat ter aminokisline (dezaminacija glutamata in aspartata – nastanek amonijaka), kar povzroči dvig vrednosti pH. *G. candidum* kolonizira površino sira pred vrstami *Penicillium*, moramo pa obseg kolonizacije natančno kontrolirati, saj lahko preobsežna razrast te plesni inhibira kolonizacijo drugih mikroorganizmov površinske mikrobiote, posledica slabega razrasta pa je lahko slabo izražena, netipična aroma sira. Stopnjo razraščanja plesni lahko, zaradi njene majhne tolerance za sol, kontroliramo s soljenjem. *G. candidum* proizvaja intra- in ekstracelularne proteinaze. Ekstracelularne proteinaze razgrajujejo predvsem β -kazein, aminopeptidaze pa aminokisline. Plesen proizvaja tudi ekstracelularne lipaze, ki iz maščobe (trigliceridov) odcepljajo proste maščobne kisline. Omenjena encimatska dejavnost plesni prispeva k oblikovanju značilnih senzo-

ričnih lastnosti sira.

Penicillium je zelo velik rod, ki vključuje več kot dvesto vrst, vendar se v sirarstvu uporabljata samo dve: *P. camemberti* in *P. roqueforti*. *P. camemberti* proizvaja sivkasto-bele kolonije (micelij) in je značilna plesen vrst sira, kot sta bri in kama-mber. *P. roqueforti* proizvaja zeleno-modre kolonije in jo uporabljajo za izdelavo vrst sira z modro plesnijo v testu, kot so danablue, gorgonzola, stilton in rokfor. Obe vrsti sta aerobni, rasteta v temperaturnem območju od 5 do 37 °C, razlikujeta pa se po pH-območju rasti. Medtem ko *P. camemberti* raste v območju pH 3,5–8,5, pa je pH-območje rasti *P. roqueforti* precej širše, od 3 do 10,5. Obe vrsti dobro tolerirata višje koncentracije soli (tudi do 20 odstotkov). Posebnost *P. roqueforti* je sposobnost normalne rasti pri dveh odstotkih O₂, tolerira pa tudi višje koncentracije CO₂. Ti lastnosti ji omogočata dobro razrast v sirnem testu. Na vrstah sira, ki zorijo na površini, se običajno najprej pojavijo kvasovke, ki prve začnejo deacidifikacijo, šele nato plesni. Poleg deacidifikacije so glavne dejavnosti plesni lipoliza, proteoliza in razgradnja aminokislin, rezultat pa nastanek prostih aminokislin, prostih maščobnih kislin, aminov, amonijaka, metilketonov, estrov in laktonov, ki oblikujejo značilno, pikantno aromo sira. Posledica obsežne razgradnje beljakovin pa je značilno mehko (včasih že poltekoče) testo sira.

Kvasovke

Kvasovke niso samostojne mikrobne kulture, temveč se pojavljajo skupaj, največkrat pred drugimi površinskimi mikrobi. Na površinah sira so odkrili širok spekter različnih vrst kvasovk, ki se razlikujejo celo na siru iste različice, izdelane v različnih sirarskih obratih. Vrste kvasovk pripadajo v glavnem trem rodovom: *Kluyveromyces*, *Debaromyces* in *Saccharomyces*. Večina kvasovk, izoliranih s sira, ki zori na površini, lahko raste ob prisotnosti 10–15 odstotkov NaCl, njihova glavna funkcija pa je razgradnja laktata in s tem deacidifikacija površine sira ter preprečevanje površinske kontaminacije sira. Nekatere vrste (sevi) proizvajajo tudi vitamine ali njihove prekurzorje (niacin, riboflavin, pantotensko kislino), kar spodbuja razrast preostale mikrobiote površinsko zorenih sirov, predvsem bakterije *B. linens*. Kvasovke fermentirajo laktozo, pri čemer nastane CO₂, ki prispeva k oblikovanju odprte strukture sirnine, kar omogoči razrast plesni na primer v siru rokfor.

Bakterije

Brevibacterium linens je striktno aerobna bakterija, ki dobro raste pri temperaturi 20–30 °C in vrednosti pH 6,5–8,5. Je halotolerantna bakterija, ki lahko raste v prisotnosti do 15 odstotkov soli. *B. linens* počasi oz. slabo raste pri običajnih pogojih zorenja (12 °C in pH 5,5), zato se pojavi naknadno, po predhodni rasti

kvasovk in plesni, ki s svojim delovanjem dvignejo vrednost pH na površini sira. *B. linens* proizvaja ekstracelularne proteinaze in aminopeptidaze, vrsta in količina proizvedenih encimov pa sta sevno specifični. Z vidika zorenja sira je pomembna lastnost te bakterijske vrste tudi proizvodnja različnih hlapnih žveplastih spojin, kot so metantiol, α -ketobutirat in amonijak, ki nastanejo kot posledica metabolizma metionina. Metantiol je zelo hlapna spojina, z nizkim pragom senzoričnega zaznavanja in značilnim vonjem po »gnilih jajcih« ali tudi zelju, kar je značilno za vrste sira, pri katerih je v zorenje vključena bakterija *B. linens*. Posamezni sevi vrste *B. linens* pa lahko proizvajajo različne protimikrobne snovi, na primer bakteriocine, ki preprečujejo rast patogenih bakterij, kot sta *Staphylococcus aureus* in *Listeria monocytogenes*. Posebnost te bakterije, pa tudi vrst iz rodov *Corynebacterium* in *Micrococcus*, je tudi proizvodnja rumeno-oranžnih karotenoidnih pigmentov, ki površino sira značilno obarvajo, zato mu pogosto rečemo tudi sir z rdečo mažo.

Za sir švicarskega tipa pa so kot sekundarne mikrobne kulture pomembne tudi propionibakterije. Že iz njihovega imena je razvidno, da proizvajajo propionsko kislino in so pomembne za oblikovanje značilne sladkaste arome in oblikovanje očes (ementalec, grojer, appenzeller). Ker so propionibakterije anaerobne do aerotolerantne bakterije, rastejo v notranjosti sira. Kljub temu da so običajno naravno prisotne v surovem mleku, jih je v industrijskih obratih največkrat treba dodajati. V zorilnici rastejo in delujejo med toplim zorenjem (18–24 °C), mikrobna populacija pa lahko doseže velikost do 10⁹ kolonijskih enot v gramu sira. Fermentirajo mlečno kislino (laktat), ki je v siru nastala med fermentacijo laktoze s primarno sirarsko kulturo (MKB), do propionata, acetata in CO₂. Višjo vsebnost prolina (tipičen sladkast okus) v švicarskih vrstah sira nekateri raziskovalci prav tako pripisujejo delovanju propionibakterij oziroma delovanju njihovih peptidaz, ki razgrajujejo predhodno nastale peptide iz kazeinov. Bakterije primarne kulture lahko spodbujajo ali pa zavirajo rast propionibakterij. Tako so na primer raziskave pokazale stimulatивно delovanje nekaterih sevov vrste *Lactobacillus helveticus*, ki je najverjetneje posledica proteolitične dejavnosti te vrste, ter inhibitorno delovanje določenih sevov vrst *Lb. casei*, ki so ga pripisali tvorbi protimikrobnih spojin, kot sta diacetil in acetoin, ki nastajata med fermentacijo citrata.

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 IN VIRI

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 Caciocavallo Silano PDO cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, 124, 164 – 170.
5. Farkye, N.Y., Vedomuthu, 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.

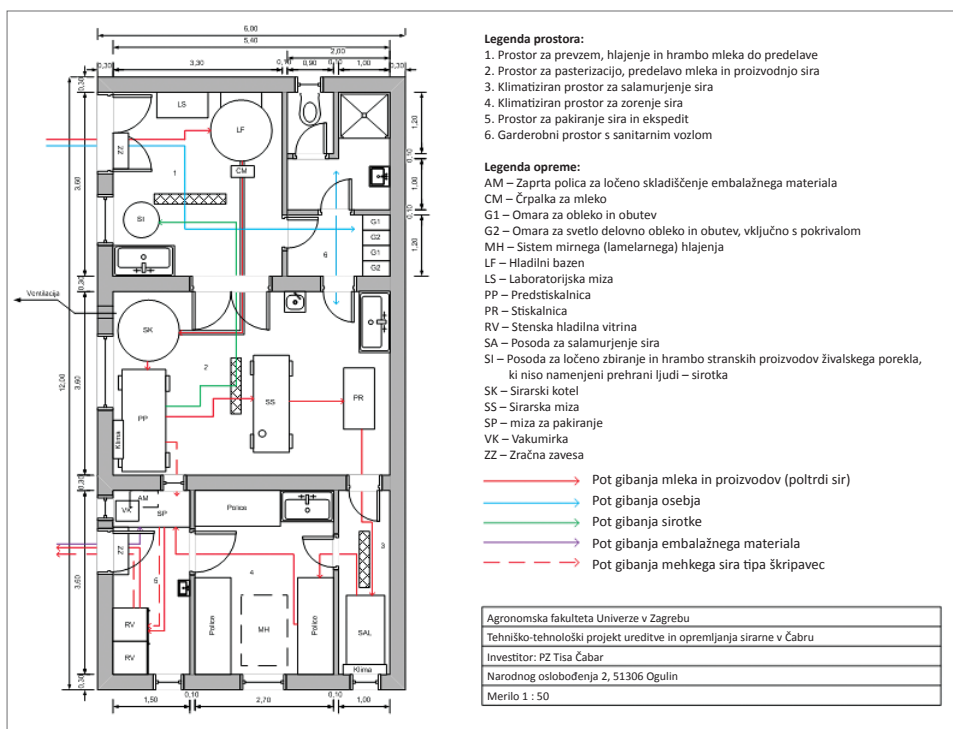
HIGIJENA IN SANITARNO-HIGIENSKI UKREPI V PROIZVODNJI SIRA

Samir Kalit

9.1 Uvod

Higiena je osnova kakovostne proizvodne prakse. Dober sirar ni mogoče postati, če že na začetku niso sprejete higienske zakonitosti, ki veljajo v mlekararnah. Čistila, ki so v uporabi v mlekarstvu, so zelo agresivna, zato jih je treba shranjevati pod nadzorom in zunaj prostorov, namenjenih za prehrano ljudi. Z njimi je treba ravnati v skladu s predpisi, sirarje pa posebej usposobiti za delo s temi sredstvi, še posebej v smislu uporabe na določenih površinah.

Pod pojmom higiena razumemo ukrepe in pogoje za preprečevanje nevarnosti okužbe sira. Ukrepov za kontrolo možnih okužb sira je več in so predstavljeni v tem poglavju. Pod pogoji razumemo dobro organiziran, urejen in opremljen objekt za predelavo mleka, med katero ne sme priti do križanja nečistih in čistih poti, surovin, polproizvodov, proizvodov in embalaže. Na žalost je treba opozoriti, da sirarji na tržnicah prodajajo sir, čeprav niso zagotovili higiensko varne predelave mleka v sir, poleg tistih, katerih objekti sourejeni v skladu s predpisi. Na tržnici je še vedno mogoče kupiti sir od nekoga, ki modele za sir pomiva v kopalni kadi in jih zлага v bližini sanitarij (gre zaosebno opažanje). Večnamensko kad potem, kosirarske modele pomije, verjetno uporablja tudi za umivanje samega sebe! V takem primeru ne moremo govoriti o pogojih, nujnih za zagotovitev higienskih standardov pri predelavi mleka v sir.



Slika 9.1: Primer načrta objekta z opisom prostorov, razporedom opreme ter s potmi gibanja ljudi, mleka, proizvodov, sirotke in embalaže (Kalit, 2010)

Pod pojmom nevarnost razumemo možnost ogrožanja zdravja potrošnikov kot posledico okužbe proizvodov z biološkimi (s patogenimi in pogojno patogenimi mikroorganizmi), s kemičnimi in fizikalnimi onesnaževalci. Patogeni in pogojno patogeni mikroorganizmi izzovejo bolezen pri ljudeh, ki so uživali mlečne proizvode, onesnažene s temi mikroorganizmi. Še posebej so občutljivi otroci, nosečnice in starejši ljudje ali pa osebe s porušenim imunskim sistemom. Patogeni mikroorganizmi v izdelek lahko pridejo iz mleka (iz okužene živali) ali pa izdelke okužijo osebe, ki delajo v mlekarni oziroma v njeni okolici. Pod pojmom primernosti hrane za uživanje razumemo sledljivost in sistem kontrole kritičnih točk v proizvodnem procesu po načelih HACCP (Hazard Analysis and Control Critical Points – analiza nevarnosti in kontrola kritičnih točk).

9.2 Načela sledljivosti

Sledljivost pomeni označevanje vsake proizvedene serije nekega proizvoda. Serija je količina proizvodov, izdelanih v eni šarži. Običajno se označuje glede na količino porabljenega mleka in vrsto proizvoda iz določene količine mleka v šarži. Vsak proizvajalec lahko vzpostavi svoj način označevanja serije. Najpreprostejši način označevanja serije je datum na vsaki seriji. Serijo označujemo (razlikujemo) tudi glede na število ponovitev serij istega proizvoda istega dne. Označena proizvodna serija se vsakodnevno evidentira v skladu z Vodnikom dobre higienske prakse oziroma HACCP. Glede na to je vsakdo pri delu s hrano živalskega izvora dolžan v skladu z zakonskimi predpisi (Zakon o hrani, NN, št. 81/2013) uporabiti enega od načinov samokontrole, se izobraziti in v praksi vsakodnevno uporabljati tak način. Velikost serije je običajno določena s količino predelave v eni seriji. Na manjših kmetijah serija praviloma niha od 50 do 300 litrov predelanega mleka. Cilj vsakodnevnega označevanja serije proizvodnje je, da lahko iz zorišnice sira, hladilnika, ekspedita ali hladilne vitrine kadarkoli izločimo določeno serijo proizvoda, če je z analizo ugotovljena zdravstvena oporečnost kakega vzorca iz serije. Označevanje serije je pomembno tudi zaradi samokontrole. Če je med proizvodnim procesom ali pa po njem ugotovljena nepravilnost v kakovosti proizvoda, lahko na tak način kontroliramo vse korake proizvodnje za nazaj in tako ugotovimo kritično točko, ki je povzročila nepravilnost. Označevanje vsake serije je pomembno tudi zaradi zakonske obveze kontrole posameznih kritičnih točk v proizvodnem procesu. Kontrolo kritične točke zapisujemo vsak dan (če uporabljamo HACCP) ali pa se zapisovanje izvede, če se pojavijo nepravilnosti, do katerih lahko pride v proizvodnem procesu (npr. nenadna napaka bazena za hlajenje mleka (laktofriza), hladilne vitrine ...), če se uporablja Vodnik dobre higienske prakse.

9.2.1 Uporaba načela HACCP v manjših sirarnah

Kot smo že ugotovili, v manjših sirarnah, v katerih se običajno predeluje mleko, pridobljeno na lastni kmetiji, ni obvezno slediti načelom HACCP, ki po pravilu niso prilagojena za manjše sirarne, vendar to ne pomeni, da jih v takih sirarnah ni treba upoštevati. Ta načela se uporabljajo na podlagi Vodnika dobre higienske prakse in vključujejo naslednje:

1. Prepoznavanje vseh nevarnosti, ki jih moramo preprečiti, odpraviti ali pa zmanjšati na sprejemljivo raven.
2. Ugotavljanje kritične kontrolne točke (KKT) na mestih, na katerih je kontrola pomembna za preprečevanje oziroma odpravo nevarnosti ali pa za zmanjšanje nevarnosti na sprejemljivo raven.
3. Ugotavljanje mejnih kritičnih vrednosti (limita) na KKT, ki razmejujejo sprejemljivo od nesprejemljivega za preprečevanje, odpravo ali zmanjšanje ugotovljenih nevarnosti.

4. Sprejem in izvedbo učinkovitih ukrepov spremljanja KKT.
5. Ugotavljanje korektivnih postopkov, če sistem spremljanja opozori na to, da kritična kontrolna točka ni pod kontrolo.
6. Uvedbo postopkov ugotavljanja zaradi učinkovitosti izvajanja ukrepov, navedenih v točkah od 1 do 5, verifikacijo pa morajo izvajati tudi pristojni inšpektorji v sirarnah.
7. Prilagoditev dokumentov in evidence naravi in obsegu dela za prikaz učinkovitosti ukrepov, navedenih v točkah od 1 do 5.

9.3 Vodnik dobre higienske prakse

Vodnik dobre higienske prakse je predpisan z Zakonom o hrani (NN, št. 81/2013) in pri delu s hrano narekuje sledenje Vodniku dobre higienske prakse in uporabo načela HACCP. Vodnik dobre higienske prakse je bil izdelan za male predelovalce mleka na Hrvaškem in ga je leta 2013 pozitivno ocenilo Ministrstvo za kmetijstvo Republike Hrvaške. Vsebuje splošne podatke o proizvajalcu, vrste proizvodnje in vrsto proizvodov. V njem so navodila glede uporabe, predstavljeni pa so tudi tveganje, ki zahteva posebno pozornost, kontrola analize mlečnih proizvodov, ki vključuje število mikrobioloških kontrol (analiz) letno glede na povprečno dnevno predelavo mleka v litrih in vrsto proizvodov, označevanje vzorcev, ustrezno izobraževanje, merilna oprema v predelavi mleka in upoštevanje zakonskih določil. Pomemben del vodnika so tehnološki listi, na katerih so predstavljeni postopki, ki so lahko sestavljeni in zabeleženi na naslednjih listih:

1. Preskrba z mlekom in ravnanje z mlekom do predelave
2. Splošna higiena
3. Postopek čiščenja in razkuževanja
4. Čiščenje
5. Razkuževanje
6. Uničevanje škodljivcev
7. Mlečni proizvodi (tehnološke faze)
8. Sestavine in dodatki
9. Pakiranje
10. Skladiščenje in varovanje
11. Neposredna prodaja na kmetiji (v obratu)
12. Prodaja na tržnici
13. Transport mlečnih proizvodov
14. Tablica temperaturnih režimov
15. Kontrola vode v sirarni

Na vsakem listu so opisani tehnološka faza, ki ji je treba posvetiti posebno pozornost, način dela in preventivni postopki, kontrola, nadzor in korektivni postop-

ki. Treba je poudariti, da je za vsako sirarno treba izdelati specifični vodnik glede na proizvodne pogoje, asortiment in način prodaje proizvodov. V tem smislu male mlekarnje na Hrvaškem, ki predelujejo domače mleko, podpira zveza SirCro, ki je vodnik izdelala.

Vodnik poleg tehnoloških listov o postopkih vsebuje tudi tehnološke liste proizvodov. Ta del vodnika je sestavljen iz določenega števila listov glede na asortiment proizvodov v mlekarni ali pa skupino proizvodov, ki se v mlekarni predelujejo, proizvajajo, npr. mehki, poltrdi, trdi, kuhani sir itd.

Vodnik dobre higienske prakse mora vsebovati posamezne načrte, navodila, tehnološke proizvodne postopke, kot so na primer:

1. Načrt čiščenja in razkuževanje
2. Načrt izvajanja osebne higiene
3. Načrt zaščite pred škodljivci
4. Načrt nadzora pitne vode
5. Načrt izobraževanja
6. Načrt nadzora mikrobioloških zakonskih kriterijev
7. Načrt rokovanja s sirotko
8. Načrt evidenc – dnevnik sirarne
9. Sledljivost
10. Navodila za delo v sirarni
11. Navodila za čiščenje posode in pribora
12. Navodila za razkuževanje posode in pribora pred uporabo
13. Tehnološki proizvodni postopek

Vodnik dobre higienske prakse mora vsebovati osnovna načela dobre proizvodne prakse v predelavi mleka v sirarni in opis tehnologije proizvodnje posameznih mlečnih proizvodov.

9.4 Postopek sanitarno-higienskih ukrepov za sirarno in opremo

Program čiščenja in izvajanja sanitarno-higienskih ukrepov v mlekarstvu je kombinacija toplotnega, kemičnega in mehaničnega čiščenja površine med pomivanjem oziroma izvajanjem sanitarno-higienskih ukrepov. Kemična obdelava je določena s koncentracijo aktivne snovi v čistilu. Toplotna obdelava je določena z intenzivnostjo segrevanja raztopine za pomivanje. Mehanična obdelava pa je določena s krtačenjem po površini, ki je v neposrednem stiku z mlekom (slika 9.2).



Slika 9.2. Ročno pomivanje v majhnih sirarnah (fotografija: S. Kalit)

Ostanki na površini opreme oziroma sirarne so:

- mlečne beljakovine,
- mlečna maščoba,
- mlečni sladkor (laktoza),
- minerali,
- mikroorganizmi,
- ostanki kemičnih pripravkov,
- maziva.

Beljakovine in maščobe so med pomivanjem netopne v vodi, zelo dobro topne pa so v lužinah in detergentih, zato površine čistimo z določenimi raztopinami lužine oziroma detergenta. Prvo izpiranje mora biti pri temperaturi, ki je višja od točke topljenja mlečne maščobe (nad 40 °C).

Mlečni kamen, ki nastane z nalaganjem kalcijevega fosfata pri visokih temperaturah, kot tudi del denaturiranih beljakovin mleka se postopno nalagata na površini opreme in povzročata pojav belkasto-sivkaste prevleke. Na drugi strani pa se lahko nalaga tudi vodni kamen, ki nastaja kot posledica nalaganja precipitiranih kalcija in magnezija v trdi vodi. Mlečni in vodni kamen tvorita porozno površino, na katero se lahko naselijo bakterije, ki so tako zaščitene pred pomivanjem oziroma drugimi sanitarno-higienskimi ukrepi. Zaradi tega je pomembno redno čiščenje kamna s površin s primernimi raztopinami kislin. Za odpravo organskih prevlek ter vodnega in mlečnega kamna s površin mlekarske opreme se izvajajo naslednje faze pomivanja:

1. Predizpiranje, tj. čiščenje ostankov organskih snovi ali proizvodov s površin ter kakšne koli v vodi zlahka topne snovi, kot je mlečni sladkor. Uporablja se v kombinaciji s toplotno obdelavo – namakanje prevlek zaradi lažjega čiščenja.
2. Čiščenje za odpravljanje organskih prevlek, med katerim uporabljamo raz-

topino detergenta in lužine zaradi boljše učinkovitosti čiščenja in prodiranja v organske prevleke. Čiščenje je treba izvesti po koncu vsakega proizvodnega procesa.

3. Čiščenje mineralnih prevlek po površini s kislinami se izvaja enkrat na teden, in to vseh površin in posode, ki so v stiku z mlekom in mlečnimi proizvodi (bazena za hlajenje mleka, sirarskega kotla, kalupa, sirarske mize itd.).
4. Končno izpiranje se izvaja za čiščenje ostankov na opremi, ne glede na to, za katero snov gre, lahko so to ostanki raztopin za čiščenje.
5. Sanitarno-higiensko čiščenje uporabljamo za uničenje kakršnih koli bakterij, ki so še ostale na površinah. Izvaja se takoj po čiščenju, če se oprema uporablja za novo šaržo proizvodnje, in neposredno pred ponovno uporabo. Sanitarno-higienski ukrepi poleg pomivanja in čiščenja vključujejo postopke razkuževanja, dezinsekcije in deratizacije.

Razkuževanje. Higiena vzdrževanja opreme se izvaja z ukrepi kemičnih sanitarno-higienskih sredstev. Razkuževanje se izvaja kombinirano z uporabo kemičnih sanitarno-higienskih sredstev in fizikalno z vročo vodo ($< 83\text{ }^{\circ}\text{C}$), in sicer za vse površine in opremo, ki so v neposrednem stiku z mlekom, s sirotko, sirom in z drugimi surovinami. Priprava raztopine razkužila se izvaja po navodilih proizvajalca in se na koncu s površin in opreme spere z dovolj pitne, zdravstveno neoporečne vode, da na njih ne bi ostala kemična razkuževalna sredstva, ki bi predstavljala rezidue (inhibitorje) v mleku za sirjenje in ovirale normalen proces predelave mleka (mlečnokislinsko fermentacijo).

Dezinsekcija se izvaja za uničevanje insektov in prenašalcev različnih bolezni ter drugih škodljivih insektov, ki bi lahko škodili proizvodnji sira. Izvaja se z nameščanjem zaščitnih mrež na okna, zračnih zaves na vhodna in izhodna vrata ter s postavljanjem t. i. insektrona. Kemično dezinsekcijo, če je treba, izvede ustrezno usposobljena oseba. Pri dezinsekciji je poudarek predvsem na uničevanju sirne muhe (*Piophilidae*) s fumigacijo.

Deratizacija v sirarni se izvaja sistematično in načrtno. Za to se uporabljajo zastrupljene vabe (rodenticidi) na bazi kumarina in klorfacinona. Uporabo teh preparatov izvaja po potrebi pooblaščen ustanova, lahko pa tudi na osnovi dogovora pooblaščen oseba v sirarni.

9.5 Avtosterilizacija sira

Številne raziskave mikrobiološke kakovosti tradicionalnih vrst sira, proizvedenih iz surovega, toplotno neobdelanega mleka, dokazujejo, da so v mladem siru neposredno po koncu proizvodnega procesa škodljive in pogojno patogene bakterije iz skupin koliformnih bakterij ter *Enterobacteriaceae*. Njihovo število se s časom zorenja zmanjšuje (pod 1 log/g sira), kar je posledica nizke pH-vrednosti sira, manjše vsebnosti vlage v siru, visoke vsebnosti soli ter prisotnosti velikega števila plesni in mezofilnih bakterij. Zato je pomembno izvajanje mikrobioloških analiz tradicionalnih vrst sira, proizvedenih iz surovega mleka, ob koncu zorenja sira (najprej po 60 dneh), oziroma ko je sir polne zrelosti pripravljen za uživanje.

LITERATURA IN VIRI

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 izmijenjeno 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.

NAJNOVEJŠI DOSEŽKI V PROIZVODNJI SIRA

Bogdan Perko

Za boljše razumevanje tehnologije in raziskav na področju proizvodnje sira je treba poznati vrsto proizvoda in postopek proizvodnje, ki se je desetletja izpopolnjevala.

Čeprav se številne vrste sira razlikujejo po sestavi, lahko sir opredelimo kot proizvod, izdelan iz mleka, pri katerem so beljakovine koagulirane in koncentrirane.

Izdelavo sira lahko opišemo tudi kot proces odvzemanja vode, laktoze in nekaterih mineralov iz mleka z namenom pridobitve koncentrata mlečnih beljakovin in maščobe. Obvezni dodatki so koagulacijski encim – sirišče, starterska kultura in sol. Po rezanju koaguluma na večja ali manjša sirna zrna začne sirotka – pretežno voda in laktoza – odtekati, separirati od sirnine. Mlečna kislina, ki jo proizvajajo starterske kulture, je potrebna za nadaljnje izločanje sirotke iz sirnine in v širšem smislu določa končni proizvod glede vode, teksture in okusa. Med tem postopkom potekajo številne biokemične reakcije, ki so bolj ali manj pojasnjene, še posebej med zorenjem sira.

Tehnološki postopki v sirarstvu so znani že stoletja in se do današnjih dni niso nič spremenili. Sodobna znanost, razvoj analitike in raziskave so pojasnili dogodke v tehnologiji, ki pa se v svojem bistvu niso spremenili.

Nekaj dogodkov v zgodovini je vplivalo na sirarsko tehnologijo, predvsem industrijska revolucija na začetku 19. stoletja. Začela se je množična proizvodnja sira ali – bolje rečeno – industrijska proizvodnja, ki pa je skoraj uničila avtohtono umetnost sirarstva.

Po drugi svetovni vojni se je mlekarska industrija pri nas razmahnila, centralizirala, obenem pa je narasla tudi potrošnja sira.

Na začetku novega tisočletja je, zahvaljujoč zanesenjakom, tehnologom in znanstvenikom, prišlo do novega pristopa pri proizvodnji sira. Ne samo, da se je

povečala potrošnja, ampak so tudi vedno glasnejše zahteve po kakovosti, raznolikosti, prehranski vrednosti in, ne nazadnje, vračanje k avtohtonim vrstam sira in avtohtonim tehnologijam, brez nepotrebnih aditivov.

Sirarstvo je gotovo najkompleksnejša veja v mlekarstvu. Povezuje mnoge znanstvene discipline, kot so fizika, kemija, biokemija, biologija, encimologija, mikrobiologija, matematika, ekonomija, marketing, inženirstvo in informacijske vede. Po drugi strani pa je sirarstvo umetnost, obrt, ki se prenaša iz roda v rod, zahvaljujoč stoletni tradiciji.

Z razvojem sirarstva lahko natančneje vodimo fermentacijske postopke, skrajšujemo in kontroliramo biokemične procese med zorenjem sira, velik napredek pa je bil dosežen tudi pri avtomatizaciji tehnoloških postopkov v tehničnem smislu.

Ko govorimo o najnovejših dosežkih v proizvodnji sira, se moramo osrediniti prav na optimizacijo tehnoloških postopkov. Ogromno je bilo doseženega pri opremi od zbiranja mleka pa do zorenja sira.

Neverjeten napredek so proizvajalci opreme naredili pri razrezu, porcioniranju in embaliranju sira, tako s tehnološkega kot tudi z marketinškega vidika, po načelu, ki pravi, da je kakovosten sir razmeroma lahko izdelati, vedno težje pa ga je prodati.

Naloga tehnologov v sirarnah je izdelati dober sir. Vemo pa, da je sirarska tehnologija diskontinuiran tehnološki postopek, kar pomeni, da je vsak »sirarski kotel« samostojna fermentacija, nikoli povsem enaka, in odvisna od številnih dejavnikov, ki nanjo vplivajo. Prav zato je sirarstvo krona mlekarske tehnologije. Tehnologija izdelave sira je dolgotrajen biokemični postopek, ki ga moramo neprestano kontrolirati, usmerjati, pri tem pa vedno znova doživljamo nepredvidene težave, ki pa jih moramo z novimi spoznanji tudi obvladovati.

10.1 Usirjanje mleka

Sestavine mleka morajo oblikovati take kemično-fizikalne lastnosti, ki po eni strani dopuščajo normalno usirjanje, po drugi pa omogočajo tehnološko koristnim mikroorganizmom primerno življenjsko okolje.

Kemično-fizikalne lastnosti mleka in vse dejavnike, ki vplivajo na delovanje mikroorganizmov od takrat, ko mleko namolzero iz zdravega vimenca, imenujemo primarna dispozicija mleka.

Biološka slika mleka ob usirjanju pa je njegova sekundarna dispozicija. Obe dispoziciji, tako primarna kot sekundarna, določata zmožnost ali primernost mleka za usirjanje.

10.1.1 Kaj pomeni usirjanje mleka?

Usirjanje mleka po dodatku sirišča in zmožnost tvorbe čvrstega koaguluma označujemo s pojmom zmožnosti mleka za usirjanje. Za mleko, pri katerem je ta lastnost slabo izražena, je v primerjavi z običajnim mlekom, ki ga odlikujejo dobre lastnosti za usirjanje, značilen bistveno podaljšan čas usirjanja, mehak koagulum in tudi sirotka pa se slabo izloča iz sirnega zrna.

Od sestavin, ki pri mleku oblikujejo kemično-fizikalne lastnosti, so za izdelavo sira pomembni zlasti beljakovine, predvsem kazein, in minerali, zlasti kalcij, fosfor in laktoza. Mleko za predelavo v sir naj bi vsebovalo 3 do 3,4 odstotka beljakovin, od 0,117 do 0,125 odstotka kalcija in od 0,075 do 0,11 odstotka fosforja. Od tega naj bi bila tretjina kalcija in fosforja v topni obliki. Mleko z običajno primarno dispozicijo naj bi vsebovalo 4,6 odstotka laktoze, kar zadostuje za običajno acidifikacijo in fermentacijske procese.

Običajno dispozicijo kvarijo:

- kemična sredstva: herbicidi, insekticidi in druga sredstva, ki pridejo v mleko po prebavnem traktu ali neposredno;
- ostanki čistilnih sredstev;
- mastitis: krava z obolelim vimenom izloča mleko s spremenjeno sestavo (V njem je manj beljakovin, predvsem kazeina, več kloridov ob najmanjši količini laktoze, manj suhe snovi in suhe snovi brez maščobe, zmanjša se tudi količina topnega kalcija. Poruši se razmerje med kazeinom, albumini in globulini.);
- antibiotiki;
- bakteriofagi: uničujejo mikroorganizme in povzročajo njihove mutacije. Delujejo specifično, zato so še posebej nevarni tisti, ki napadajo tehnološko koristno mikrofloro.

10.2 Analitska kontrola mleka

Kakovost surovine določa kakovost končnega izdelka in s tem ciljem tudi kontroliramo kakovost mleka ob prevzemu v sirarno.

Preskus kakovosti mleka obsega:

- senzorično oceno,
- določitev kislosti (SH- oziroma pH-vrednost),
- določitev količine beljakovin – odstotek mlečne maščobe,
- kipelni preskus,
- mikrobiološke preskuse,
- kontrolo prisotnosti zaviralnih snovi in antibiotikov,
- kontrolo mastitisa.

10.3 Obdelava mleka

10.3.1 Čiščenje mleka

Mleko precedijo proizvajalci mleka, vendar pa tako odstranijo le vidno nesnago, ki po naključju zaide v mleko, mikroorganizmi pa se odplaknejo v mleko. V sirarnah mleko očistijo mehanske nesnage s centrifugo (v posnemalniku).

10.3.2 Toplotna obdelava mleka

Mleko zaradi slabe mikrobiološke kakovosti toplotno obdelamo, in sicer termiziramo ali pasteriziramo. Termizacija je tridesetminutno ogrevanje mleka v sirarskem kotlu pri temperaturi od 62 do 65 °C in ponovno ohlajanje tako hitro, kot zmoremo z vodovodno vodo. V ploščnem toplotnem izmenjevalniku se mleko ogreje na 65 °C v nekaj sekundah. Pri pasterizaciji mleka, namenjenega za predelavo v sir, pridejo v poštev naslednje kombinacije temperature in časa: od 72 °C v štiridesetih sekundah do 76 °C v petnajstih sekundah.

10.3.3 Zorenje mleka

Za izdelavo sira je kontrolirana mikrobiološka priprava mleka ali njegovo zorenje nujno. Mikrobiološko neoporečnemu mleku dodamo mikrobiološka cepiva.

V praksi uporabljamo večinoma dve metodi zorenja mleka:

- hladno zorenje: mleku dodamo od enega do tri odstotke kulture in ga čez noč skladiščimo pri 10 do 14 °C;
- kratkotrajno zorenje: mleku dodamo od enega do tri odstotke kulture in ga pri temperaturi usirjanja zorimo do eno ure.

Če predelujemo surovo mleko, moramo večernemu mleku dodati nekaj mililitrov kulture na 100 litrov mleka in ga čez noč skladiščiti pri 14 do 18 °C.

Naslednji dan mu dodamo mleko jutranje molže ob dodatku od dveh do petih odstotkov kulture.

10.3.4 Tipizacija mleka

Tipizacija mleka je uravnavanje količine maščobe v mleku, namenjenemu za predelavo v sir. Razen za izdelavo premastnih vrst sira je v mleku preveč maščobe, zato jo zmanjšamo na odstotek, ki ustreza deklarirani maščobi v suhi snovi izdelanega sira. To dosežemo tako, da mleku s posnemalnikom odvzamemo določen del maščobe in maščobni delež nadomestimo s posnetim mlekom, ali pa tako, da polnomastno in posneto mleko v določenem razmerju pomešamo že mednalivanjem v sirarski kotel ali sirarski stroj.

Tabela 10.1: Odstotek maščobe v mleku in pripadajoči v siru

Vrsta sira	% m./s. s. sira	% maščobe v mleku
Premastni	55	3,8 – 4,0
Polnomastni	50	3,4 – 3,5
Mastni	45	2,9 – 3,1
Tričetrtmastni	35	2,1 – 2,2
Polmastni	25	1,4 – 1,5
Četvrtmastni	15	0,8 – 0,9
Pusti	manje od 15	0,4 – 0,5

10.4. Dodatki mleku

10.4.1. Sirišče

Za koagulacijo mleka uporabljamo pri izdelavi siriščnih vrst sira različne encime. Ti pretvarjajo topni kazein v netopni kalcijev parakapakazeinat in peptide.

Najbolj znan in najpogostejše uporabljen encim je sirišče, tj. himozin oz. renin.

Nekdaj je bilo razširjeno naravno sirišče, ki so ga pripravljali tako, da so očiščene in osušene telečje želodčke narezali in namočili v sirotko. Pripravek, ki so ga uporabljali za usirjanje mleka, je vseboval poleg izluženega encima še termofilnomlečnokislinsko mikrofloro in je deloval tudi kot cepivo.

Zdaj uporabljamo industrijsko sirišče. Teleta, katerih želodčke izkoriščamo za pridobivanje sirišča, smejo biti pred zakolom krmljena le z mlekom. Iz očiščenih in osušenih želodčkov (siriščnikov) po določenem postopku pridobijo sirišče v obliki prahu. Njegova moč usirjanja je 1 : 100.000. To pomeni, da en del sirišča lahko usiri 100.000 delov mleka.

V zadnjem času izkoriščajo nekatere proteolitične mikroorganizme za izdelavo mikrobioloških siriščnih preparatov.

10.4.2 Mikrobiološka cepiva – kulture

Preden mleko usirimo, dodamo izbrane vrste tehnološko koristnih mikroorganizmov, tako imenovana cepiva ali starterske kulture. Vrsta in količina cepiva sta odvisni od načina izdelave oziroma od tipa sira. Če jih dodajamo surovemu mleku, naj bi mikroorganizmi cepiva prerasli neželeno mikrofloro mleka in pravilno usmerjali fermentacijske procese.

V toplotno obdelanem mleku pa je cepivo obvezno, saj morajo mikroorganizmi nadomestiti naravno mikrofloro mleka.

Poglavitne naloge cepiva so:

- nastajanje kisline,
- razgraditev beljakovin (proteoliza),
- razgraditev maščobe (lipoliza),
- nastajanje plina in arome,
- zaviranje tehnološko škodljivih mikroorganizmov.

Mezofilne in termofilne kulture

Pravilno so za izdelavo trdih vrst sira potrebne termofilne kulture, za poltrdi in mehki sir pa uporabljamo mezofilne sirarske kulture.

Okisovalec

V sirarstvu uporabljamo okisovalec za zorenje mleka. Vsebuje homofermentativne mikroorganizme *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* in heterofermentativne *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* ali kombinacijo nekaterih izmed njih. Homofermentativni mikroorganizmi skrbijo za pravilno acidifikacijo, heterofermentativni pa poleg mlečne kisline proizvajajo tudi aromatične snovi, kot so diacetil, acetoin in druge.

Cepivo za poltrdi in mehki sir

Cepivo vsebuje dve vrsti mikroorganizmov: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* in *Lactobacillus casei* subsp. *casei* v razmerju 1 : 1 ali 1 : 2. Mikroorganizme gojimo v posnetem mleku, ki izpolnjuje pogoje za pripravo cepiva in zori pri temperaturi 30 °C od 20 do 24 ur. V mleko za sir dodamo 0,5 odstotka tega cepiva.

Cepivo za trdi sir

a) Mlečno sirarsko cepivo

To cepivo sestavljajo mikroorganizmi *Streptococcus thermophilus* in *Lactobacillus helveticus*, ki so nepogrešljivi pri izdelavi trdega sira, npr. ementalskega. Prvi sodeluje pri sinerezi, drugi pa pri oblikovanju okusa. Obe vrsti mikroorganizmov sta v cepivu v razmerju 1 : 1.

b) Kisava

Kisava je močno kisl sirotka in jo uporabljamo kot cepivo za izdelovanje trdega sira za strganje. Vsebuje mlečnokislinske mikroorganizme, ki sodelujejo pri nastajanju trdega sira. Pomemben je predvsem *Lactobacillus*

helveticus, zaželena pa je tudi prisotnost kvasovke *Candida crusei*. Kvasovka uravnava nastajanje kisline ter oskrbuje druge mikroorganizme z beljakovinami in vitamini.

Naravno sirišče

To ni samo sirilo, temveč vsebuje tudi mikroorganizme, torej učinkuje kot cepivo. Običajno so v njem naslednji mikroorganizmi: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus* in *Streptococcus faecalis*. Naravnega sirišča pri zdajšnji izdelavi sira skorajne uporabljamo več. Pripravljali so ga v brezalbuminski sirotki. Po 24 urah zorenja pri temperaturi okrog 30 °C doseže kislost od 30 do 35 °SH.

Posebno cepivo za poltrdi in mehki sir

a) Cepivo *Brevibacterium linens*

Imenujemo ga tudi cepivo rdeče maže. Pripravljajo ga v specializiranih laboratorijih. Podobna bakterija, ki živi v alkalnem okolju, je močan proteolit. Sodeluje pri sekundarnem zorenju sira. Na površini sira, npr. romadurja, se razraste v rdečo mažo.

b) Cepivo bele plesni

Tudi tega cepiva ne pripravljajo v sirarnah. Uporabljamo naplavino plesni, ki jo mleku po že izdelani grudi dodajamo pred oblikovanjem mehkega sira s plesnijo na površini, npr. pri kamamberju. Plesen *Penicillium candidum* najbolje uspeva pri temperaturi 15 °C. To plesen gojijo na čvrstih gojiščih. Zrele konidije, stare od tri do štiri tedne, hranijov sterilni, šibki solni raztopini. V enem mililitru suspenzije je do 30 milijonov konidijev. Na 1000 litrov mleka dodamo od 100 do 200 ml suspenzije.

c) Cepivo modre plesni

Pri izdelovanju sira s plesnijo v testu (rokfor, gorgonzola idr.) mleku dodajajo suspenzijo plesni *Penicillium roqueforti* (zelene) ali *Penicillium gorgonzola* (modre). Enako kot pri beli plesni dodamo na 1000 litrov mleka od 100 do 200 ml suspenzije cepiva.

10.5 Koagulacija mleka

Mleko koaguliramo s kislino pri tako imenovani kislinski koagulaciji ali pa z učinkovanjem sirišča, to je z usirjanjem mleka.

10.5.1 Potek usirjanja

Mlečna beljakovina kazein je poglavitna sestavina suhe snovi sira in je v mleku v obliki kazeinskih micel, ki so električno negativne, zato se ne morejo združevati in so v mleku enakomerno porazdeljene. Dodatek sirišča povzroči, da kazeinske micle izgubijo negativen naboj, zato nastaja koagulum. Ob delovanju elektrostatičnih sil in kalcija se izloči del sirotke; to označujemo z izrazom usirjanje mleka.

10.5.2 Mlečna beljakovina – kazein

Od povprečne količine beljakovin v mleku (3,3 %) je delež kazeina 2,8 odstotka, albuminov 0,44 odstotka in globulinov 0,06 odstotka. Kazein je v svežem mleku v obliki kazeinskih micel. V miceli srednje velikosti jepovezanih od 400 do 500 kazeinskih kompleksov. Kazeinski kompleks sestavljajo frakcije alfa- , beta- in kapakazein.

Polipeptidne verige so med seboj povezane s karboksilno skupino in z za reakcije občutljivimi stranskimi verigami, pri čemer igra pomembno vlogo kalcij. Veliko kazeinskih kompleksov se združuje ob delovanju kalcijevih ionov in kalcijevega fosfata v kazeinsko micelo okrogle oblike.

V kazeinski miceli je porazdeljenih od 7000 do 10.000 polipeptidnih verig. Člene teh verig sestavljajo aminokisline, ki so medsebojno povezane s peptidnimi vezmi. Ker se posamezne frakcije kazeina razlikujejo po topnosti, občutljivosti za kalcijeve ione in encime, je micela zgrajena po posebnem načelu.

Kapakazein je razvrščen večinoma okoli micle, njegov hidrofilni, za kalcijeve ione neobčutljivi del, imenovan tudi glikomakropeptid, je usmerjen proti zunanji strani micle, bližje prosti vodi (sirotki, serumu), hidrofobni, za kalcijeve ione občutljivi del pa je razporejen bližje jedru. Hidrofobna alfa- in betakazein pa sta nameščena v notranjosti micle.

Hidrofilni del kapakazeina (glikomakropeptid) veže hidratno opno – plašč, zaradi katerega je kazein topen v raztopini. Hidratni plašč je posledica prisotnosti ioniziranih karboksilnih skupin v hidrofilnem delu kapakazeina, zato je opna električno negativna. Nasproti negativno naelektreni površini kazeina je enakovredno število pozitivno naelektrenih kalcijevih ionov.

Tako se izoblikuje dvojna električna plast, pomembna za koloidno raztopino. Pomeni prehod med čvrstimi delci in vodno fazo.

10.5.3 Potek usirjanja

Usirjanje mleka s siriščem je kemično-fizikalni postopek, ki poteka v treh fazah:

1. *Primarna, encimska faza*

Sirišče povzroči odcepitev hidrofilnega dela kapakazeinaglikomakropeptida in hidratnega plašča, s tem pa tudi izgubi negativni električni naboj.

2. *Sekundarna ali koagulacijska faza*

Ob delovanju kalcijevih ionov se kazeinske micelle združujejo in spletajo v tridimenzionalno mrežo. Tako nastaja koagulum.

3. *Terciarna faza*

Mlečna kislina pospešuje krčenje koaguluma, posledica tega pa je izločanje sirotke.

10.5.4 Ravnanje pri usirjanju

Ko smo odbrali mleko za sir, presodili njegovo primernost za predelavo v sir in ga ustrezno toplotno obdelali, ga segrejemo na temperaturo usirjanja.

Ta se okvirno giblje med 28 in 35 °C. Mleku dodamo cepivo, če je treba, tudi kalcijev klorid in končno še sirišče. Količina sirišča je odvisna od lastnosti surovine, tipa sira, temperature usirjanja ter vrste in moči sirišča. Mleko koagulira v 30 do 40 minutah, kar je odvisno od tipa sira in tehnološkega postopka.

10.6 Obdelava koaguluma

Koagulum obdelujemo zato, da dobimo ustrezna sirna zrna in da odstranimo odvečno vodo – omogočimo izstopanje sirotke.

10.6.1 Sinereza

Pod vplivom sirišča, mlečne kisline in temperature se začne koagulum krčiti. Med krčenjem ali skrajševanjem polipeptidnih verižic kazein dehidratizira, pri čemer se iztiska sirotka.

S sinerezo označujemo hitrost iztekanja sirotke in količino iztisnjene sirotke v določenem času. Odvisna je od dispozicije mleka, kislosti, količine ionskega kalcija, temperature in časa usirjanja ter načina obdelave grude.

10.6.2 Predsirjenje

Ko dosežemo za določen sir ustrezno trdnost koaguluma, moramo odstraniti odvečno vodo, ki jo imenujemo sirotka. Zato razrežemo koagulum v večje ali

manjše kose in koščke, ki jih imenujemo sirna zrna. Na splošno velja, da za trdi sir oblikujemo manjša zrna, za mehki sir pa večja.

10.6.3 Dosirjenje

Dosirjenje obsega dve delovni fazi, in sicer dogrevanje in sušenje sirnega zrna. Primerno je pri izdelavi trdega in poltrdega sira. S tem postopkom pospešujemo izločanje sirotke in sirnih zrn.

Dogrevanje

Temperatura dogrevanja sirnih zrn v sirotki je pri različnih tipih sira različna. Odvisna je od kakovosti surovine in koaguluma ter predvsem od cepiva – kulture, ki smo jo dodali. Mezofilni mikroorganizmi potrebujejo nižjo temperaturo dogrevanja, termofilni pa višjo. Okvirno se temperatura giblje v takih razponih: od 34 do 36 °C, od 38 do 40 °C, od 42 do 44 °C, izjemoma do 55 °C. Na nižjo temperaturo načeloma dogrevamo zrna za poltrdi sir, na višjo pa zrna za trdi in zelo trdi sir. Zrn za mehki sir niti ne dogrevamo niti ne sušimo.

Sušenje

Na zahtevano temperaturo dogreta sirna zrna sušimo pri tej temperaturi določen čas. Kdaj bomo prenehali sušiti, je odvisno od kakovosti sirnega zrna. Doseči moramo ustrezno trdnost ali klenost zrna.

Zrna se morajo med stiskom v pesti sprijeti v svaljček. Preprečiti moramo oblikovanje velikih sirnih zrn in sirnega prahu. Pomembno je, da so sirna zrna glede na tip sira enakomerno velika.

10.7 Oblikovanje sira

Kleno – dovolj osušeno sirno zrno ločimo od sirotke in ga napolnimo v oblikovala različnih velikosti in oblik, prilagojenih zahtevam določenega tipa sira. Pri tradicionalni ali klasični izdelavi trdega sira pustimo, da se sirno zrno usede na dno kotla. Nato s sirarskim prtom, napetim na jekleni trak, sirno maso ob stenah kotla in njegovem dnu spodnesemo in zajamemo v culo. V sirarski prti zajeto sirnino dvignemo, odcedimo in prenesemo v oblikovala. Sirnino lahko na sirarski mizi tudi razrežemo na manjše enake dele in jih nato polagamo v oblikovala. Pri sodobnih, mehaniziranih sirarskih kotlih izpuščamo ali prečrpamo zrno obenem s sirotko naravnost v perforirana oblikovala ali prej v kadi za predstiskanje.

10.8 Stiskanje sira

Stiskanje sira je namenjeno odstranjevanju odvečne vode – sirotke iz zdaj že oblikovanega sira. Zgolj s stiskanjem lahko odstranimo le sirotko, ki ostaja med sirnim zrnom, kapilarno vodo, ki je v kapilarnem sistemu sirnine, pa lahko odstranimo iz mladega sira samo z naraščajočo kislino po načelu sinereze. Kislina v mladem siru lahko narašča le, če smo zagotovili vse, da mlečnokislinski mikroorganizmi intenzivno fermentirajo mlečni sladkor – laktozo v mlečno kislino.

Najdlje načeloma stiskamo trdi sir, ki ga tudi močnejše obtežimo, poltrdi sir obtežimo manj in za krajši čas, mehki sir pa običajno stiska že lastna teža. Običajno je obtežitev na začetku stiskanja manjša, nato pa jo postopoma povečujemo. Obračanje sira med stiskanjem je namenjeno hitrejšemu in enakomernejšemu odstranjevanju sirotke in enakomernejši porazdelitvi vode v siru.

10.9 Soljenje sira

Sir solimo iz več razlogov, predvsem zato, da je okusnejši, omogočimo in pospešimo nabrekanje beljakovin, da jih utrdimo, dokončno se oblikuje skorja, zmanjšamo vlago in podaljšamo obstojnost sira. Sol deluje selektivno na mikroorganizme, s čimer usmerja zorenje sira.

Poznamo tri načine soljenja: v testu, suho soljenje in soljenje v slanici. Sir najpogosteje solimo v slanici. Za pravilno soljenje v slanici, ki jo pripravimo v betonskih, plastičnih ali kombiniranih koritih, so pomembni naslednji dejavniki: koncentracija slanice se giblje med 16 in 22 odstotki natrijevega klorida, odvisno od tipa sira mora biti temperatura od 14 do 18 °C, kislost pa med 10 in 25 stopinj SH. Trajanje soljenja sira v slanici je odvisno od tipa sira, pri čemer so pomembne njegova velikost in zahteve glede senzoričnih lastnosti. Tako na primer kamamber solimo od dve do štiri ure, ementalški sir pa od tri do pet dni.

10.10 Zorenje sira

Po soljenju sir osušimo in ga prenesemo v zorilni prostor, kjer sta za ustrezno zorenje potrebni primerna temperatura in vlaga. Temperaturo prilagajamo vrsti mikroorganizmov, ki sodelujejo pri zorenju, oziroma tipu zorenja sira.

Z ustreznim temperaturnim režimom spodbujamo njihovo delovanje, da dosežemo ustrezne kemične, biokemične in fizikalne spremembe testa in oblikujemo značilno aromo. Mehki sir načeloma zori pri nižji temperaturi, trdi pa pri višji. Večina vrst sira zori v temperaturnem območju med 14 in 18 °C; le nekaj je izjem, med njimi tudi ementalški sir. Relativna vlaga v zorilnem prostoru se giblje med

85 in 95 odstotki. Po končanem zorenju sir skladiščimo pri nižji temperaturi, s čimer v ustreznem trenutku ustavimo fermentacijske procese.

10.10.1 Primarno zorenje

To zorenje je značilno za poltrde in trde vrste sira. Pod vplivom encimov in endoencimov mlečnokislinskih mikroorganizmov, pri poltrdemsiru pa tudi encimov sirišča, poteka razgraditev beljakovin – kazeina. Hidrolizo kazeina katalizirajo proteaze. Iz kalcijevega parakazeinata nastajajo proteoze, poptoni, polipeptidi in aminokisline. Vzporedno z razgraditvijo beljakovin poteka tudi razgraditev maščobe, vendar pri primarnem zorenju v manjšem obsegu. Med zorenjem se oblikuje aroma sira. Pripisujemo jo prisotnosti ali odsotnosti določenih aminokislin, maščobnih kislin, aldehydov, ketonov in estrov. Okus pa je poleg tega odvisen tudi od količine mlečne kisline, propionske kisline in kuhinjske soli.

10.10.2 Sekundarno zorenje

Ta vrsta zorenja poteka v mehkem siru, ki vsebujejo več vode in je bolj kisel. Sekundarno zorenje poteka od površine sira proti njegovi notranjosti; po tej značilnosti se razlikuje od primarnega zorenja, ki poteka sočasno v vseh plasteh sira. Jedro nezrelega mehkega siraja zato kredasto (skutasto). Med sekundarnim zorenjem nastajajo ob razgraditvi beljakovin poleg aminokislin še amonijak, metilamin, histidin, ketoni ter diacetil, indol in žveplovodik. Razgrajujejo se tudi maščobe, pri čemer sodelujejo plesni s svojimi lipazami. Maščobne kisline, ki so posledica razgraditve, so kaprinska, kaprilna, lavrinska, miristinska, palmitinska in stearinska. Neposredno nastajajo še glicerini, aldehydi, ketoni in estri. Od vrste in količine prisotnih razgradnih produktov, njihovega količinskega razmerja in njihove kombinacije je odvisna aroma sira.

10.11 Nega sira med zorenjem

Poltrdi in trdi siri s suho skorjo prepeljemo po osužitvi v zorilni prostor, kjer sir zori. Med zorenjem ga brišemo in obračamo. S tem utrjujemo skorjo, ohranjamo obliko in preprečujemo burnejši razvoj plesni na površini. Ročno čiščenje sira izpodriva ustrezna oprema, v sirarstvu pa uporabljamo vedno več raznih premazov in posebnih folij, ki zavarujejo površino sira in s te zmanjšajo delo pri negi sirov.

10.12 Napake v siru

Nepravilen potek primarnega zorenja lahko povzročijo koliformni mikroorganizmi, ki poleg ogljikovega dioksida proizvajajo tudi vodik. Posledica je nastajanje drobnih, gosto razporejenih očes prve ure (lahko že pod stiskalnico ali v slanici) ali prvih dni po izdelavi sira. Napako označujemo kot zgodnje napihovanje sira.

Clostridium tyrobutyricum povzroča pozno napihovanje. To je nepravilno zorenje predvsem trdega sira, in sicer v drugi fazi zorenja. Ta mikroorganizem povzroča maslenokislinsko fermentacijo s tem, da pretvarja laktate v masleno kislino, ogljikov dioksid in vodik. Nastajanje večjih količin plina povzroča nepravilna, raztrgana očesa, sir je dvignjen – napihnjen, testo pa žilavo. Zaradi prisotne maslene kisline in drugih vmesnih produktov presnove sta okus in vonj izjemno neprijetna in odbijajoča.

Krhko, kredasto testo trdega sira je posledica prevelike kislosti. Sirno testo ni prožno in se razpoči pod pritiskom ogljikovega dioksida ali vodika. Propionsko vrenje se zakasni, ker je pH-vrednost sira prenizka. Zaradi te napake je testo sira krhko, razpokano, pri rezanju razpada, je nekoliko kislo in greni.

Žilavo, gumijasto, čvrsto testo poltrdega in trdega sira je posledica slabotnega mlečnokislinskegavrenja. Pri ementalnem siru so očesa majhna, gosto posejana. Okus je še neizrazit in nečist. Dejavniki, ki zavirajo mlečnokislinsko fermentacijo, so lahko prisotnost zaviralnih snovi v mleku, antibiotiki, bakteriofagi, mastitis in nepravilna prehrana molznic.

Razmehčano in na površini raztečeno testo je napaka, ki se pojavlja pri mehkem siru z mažo ali s plesnijo na površini. Ta napaka nastane, če sir izdelamo preveč mehko, če smo usirili premalo zoreno mleko pri nizki temperaturi, če smo izdelali preveliko sirno zrno in sir premalo solili. Sir je pod skorjo tako zmehčan, da izteka kot gosta smetana, na sredini pa je krhek in kredast, zato ne more zoreti.

Divja plesen na mehkih sirihi je zelo pogosta napaka pri mehkem siru. Plesnijo na površini, kot sta kamamber in bri. Okužba nastane v zoričnem prostoru, če ne skrbimo za njegovo čiščenje in razkuževanje. Na površino sira se naseli divja plesen, ki hitro preraste plemenito kamambersko plesen.

Pogosto se pojavijo okužbe na siru, ki smo jih preveč solili in so s tem izgubili preveč vlage.

10.13 Kinetika mikrobnih procesov med zorenjem sira

Mehanizmi, po katerih se sirnina (sveži sir) preoblikuje v sir določenega okusa, arome in teksture, so že desetletja tema številnih raziskav. Kljub temu so vrste sira, pri katerih je proces zorenja natančno poznan, prej izjema kot pravilo. Številne biokemične spremembe, ki nastanejo med zorenjem, so rezultat delovanja sirišča, bakterij starterske kulture, sekundarne mikroflore ali njihovih

encimov in nativnih encimov mleka. Osnova vseh procesov je mlečnokislinska fermentacija, od katere je v veliki meri odvisen potek vseh drugih mikrobioloških in encimatskih procesov. Mikroorganizmi, ki jih najpogosteje najdemo v siru, in njihova dejavnost, so prikazani v preglednici 10.

Proces zorenja vodijo medsebojno tesno povezani in prepleteni dejavniki, kot so vrednost pH, količina proste vode, ki ostane v sirnini, količina in način dodajanja in vrsta starterske kulture, ki se razvije v ali na siru, količina dodane soli (NaCl), temperatura zorenja, vlaga itd. Pri trdih in poltrdih tipih sira predstavljajo selekcijski pritisk na mikroorganizme nizka vrednost pH, visoka koncentracija mlečne kisline, koncentracija soli v vodni fazi (vendar je koncentracija v različnih sirih variabilna) in nizek redoksní potencial. Vodna aktivnost se giblje med 0,97 in 0,94 v poltrdem siru (gavdi) in nekaterih vrstah trdega sira, pri zelo trdem siru pa je celo nižja od 0,90. Kljub notranjim selektivnim dejavnikom lahko v teh vrstah siraraste širok spekter mikroorganizmov. Pogoji so dokaj neugodni za gramsko negativne bakterije, zato prevladujejo gramsko pozitivne bakterije, kvasovke in plesni. Mehki, nezoreni sir z visoko vsebnostjo kisline jekot podlaga za rast mikroorganizmov podoben fermentiranemu mleku, torej so pogoji inhibitorni za večino bakterij ter selektivni za kvasovke in plesni. V prvi fazi so pogoji podobni tudi pri mladem mehkem siru, ki zori na površini, vendar pa dvig vrednosti pH na površini sira med zorenjem omogoči rast širokemu spektru bakterij. Pri nekaterih vrstah je koncentracija soli zadostna, da prepreči rast gramsko negativnih bakterij.

Pri nezorenem siru (npr. skuti) je mlečnokislinski okus posledica fermentacije laktoze, proizvodnja arome pa je povezana z metabolizmom citrata. Mlečnokislinska fermentacija je tudi edina pomembna mikrobiološka dejavnost v teh vrstah sira. Starterske kulture sestavljajo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lac. lactis* subsp. *cremoris* in *Lac. lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis* ali (in) *Leuconostoc* spp.

Mlečnokislinska fermentacija pa je pomembna tudi pri zorenem siru, saj vpliva na celoten nadaljnji potek zorenja. Mlečna kislina zaradi protibakterijskih lastnosti, zniževanja redoksnega potenciala in vrednosti pH sira učinkuje stabilizacijsko. To zagotavlja postopen potek drugih encimatskih reakcij, ki vključujejo proteolizo in lipolizo. Pri siru, kot sta ementalški sir in grojer, je mlečna kislina substrat za sekundarno mikrofloro, ki jo predstavljajo propionske bakterije. Starterska kultura vsebuje predvsem termofilne MKB, saj se pri izdelavi teh vrst sira za obdelavo sirnega zrna (utrjevanje) uporablja razmeroma visoka temperatura (50–55 °C). Startersko kulturo sestavljajo laktobacili, *Str. thermophilus*, včasih tudi enterokoki in v manjši meri laktokoki. Sekundarno mikrofloro predstavljajo propionske bakterije, ki jih je običajno dovolj v mleku in sirarskih prostorih (opremi), da jih ni treba dodajati v obliki starterske kulture. Propionske bakterije fermentirajo laktat do CO₂, ki oblikuje očesa, ter propionske kisline in očetne kisline, ki dajeta skupaj z mlečno kislino osnovno aromo ementalškemu siru. Drug pomemben dejavnik, ki prispeva k oblikovanju okusa in zorenju sira, je proteoliza, ki je posledica delovanja naravno prisotnih proteolitičnih encimov, proteolitičnih encimov

nestarterske (nativne) mikroflore in tudi starterskih laktobacilov.

Od mlečnokislinske fermentacije je odvisna tudi rast površinske mikroflore na mehkem in poltrdem siru. Najprej se pojavijo kvasovke, ki razgrajujejo laktat na površini sira, kar povzroči dvig vrednosti pH do nevtralne ali celo alkalnih vrednosti in omogoči drugim mikroorganizmom (*Brevibacterium linens*, *Penicillium* spp. itd.) rast na površini.

10.14 Proteoliza

Proteoliza je hidrolitična razgraditev beljakovin pod vplivom proteolitičnih encimov – proteaz. Značilni predstavniki proteolitov so *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporegenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptococcus liquefaciens* in plesni. Mlečnokislinske bakterije cepiva, ki ga dodajamo pri izdelavi sira, so prav tako proteolično dejavne, vendar je ta zmožnost v primerjavi z dejavnostjo navedenih mikroorganizmov zelo šibka. Njihovo delovanje je odvisno tudi od razmer v mleku in pozneje v siru.

Proteolizo pospešujejo velika vsebnost vode, višja temperatura in višja pH-vrednost. Optimalen potek proteolize je pomemben za normalno oblikovanje sirnega testa in okusa.

10.15 Lipoliza

Lipoliza je encimska razgraditev mlečne maščobe. Lipaze razgrajujejo mlečno maščobo na maščobne kisline in glicerol. Lipolaze so v majhni količini prisotne v mleku. Količina se lahko poveča, če je mleko okuženo s proteolitičnimi psihotrofnimi mikroorganizmi, npr. *Pseudomonas*.

V večini mlečnih izdelkov je lipoliza nezaželen proces, razen v mehkem siru z modro plesnijo v testu. Delno je prisotna pri parmezanu, ki je med porabniki tako priljubljen prav zaradi nekoliko razgrajene maščobe. Lipoliza povzroči neprijetne in nezaželene spremembe mlečne maščobe. Prisotnost nižjih maščobnih kislin (predvsem kapronske) lahko deluje izjemno neprijetno, celo odbijajoče.

Za preprečevanje lipolize v mleku, ki povzroča žarek okus, moramo paziti na higieno pri pridobivanju mleka in poskrbeti za pravilne postopke pri skladiščenju in obdelavi mleka. Močna mehanična obremenitev mleka (posnemanje, prečrpavanje) poškoduje ovojnico maščobnih kroglic. Tako sproščena mlečna maščoba je bistveno dostopnejša lipolizam in izpostavljena razgraditvi.

LITERATURA IN VIRI

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

OPREMA IN ZAKONSKI PREDPISI ZA MAJHNE SIRARNE

Višnja Magdić

Mleko in mlečni proizvodi se uporabljajo v prehrani ljudi, zato se predelava mleka izvaja pod strogo kontrolo in v skladu s predpisi Evropske unije in vsake države članice posebej.

Na trgu se pojavi samo izdelek, ki izpolnjuje vse zdravstvene kriterije, za kar je odgovoren predvsem predelovalec mleka. Da bi bile izpolnjene zahteve glede izvirnosti proizvoda in zdravja potrošnika, so predpisana pravila za gradnjo in opremo objektov za proizvodnjo sira na kmetijah (hrv. OPG) zelo stroga.



Slika 11.1: Majhna sirana Jadanec Čutura, Kusanovec (vir: Udruga Sirek)



Slika 11.2: Majhna sirana OPG Miščević, Josipdol (vir: Udruga Korni)



Slika 11.3: Opremljenost majhne sirarne na kmetiji (vir: V. Magdić)



Slika 11.4: Opremljenost majhne sirarne na kmetiji (izvor: S. Kalit)

11.1 Vrste objektov

11.1.1 Vrste objektov na Hrvaškem

Hrvaška zakonodaja ureja proizvodnjo mlečnih izdelkov v treh vrstah različnih objektov (sirarnah).

1. Registrirani objekti

V registriranih objektih se odvija proizvodnja v stanovanjskih hišah. V tem primeru je dovoljena proizvodnja mlečnih izdelkov samo iz lastne surovine, in to samo izdelava svežega sira in smetane, izključno iz kravjega mleka.

Prodaja mlečnih proizvodov, proizvedenih v registriranih objektih, je dovoljena v domači in sosednjih županijah, in to na kmetiji, tržnici ali prodajni razstavi oz. sejmu, v gostilni in trgovini, kjer se proizvodi prodajajo končnemu potrošniku.



Slika 11.5: Prodaja sira na tržnici (vir: V. Magdić)



Slika 11.6: Prodaja sira na razstavi (vir: S. Kalit)

2. Objekti s posebnimi pogoji

Objekti s posebnimi pogoji so zasebne hiše z najmanj tremi prostori. V njih je dovoljena proizvodnja vseh vrst mlečnih proizvodov, izključno iz lastnih surovin.

Prodaja mlečnih proizvodov, proizvedenih v takih objektih, je dovoljena neposredno končnemu potrošniku, razen neposredno na mestu proizvodnje in na tržišču celotne Hrvaške, in to na tržnici ali prodajni razstavi oz. sejmu, v gostilni in trgovini, kjer se ti proizvodi prodajajo neposredno končnemu potrošniku.

Notranja kontrola nad proizvodnjo se izvaja po sistemu dobre higienske prakse (Vodnik dobre higienske prakse za predelavo mlečnih proizvodov na kmetiji).

3. Odobreni objekti

Odobreni objekt je zasebni objekt (sirarna), ki je zgrajen v skladu s predpisi. Število prostorov je odvisno od števila proizvodov in tehnologije proizvodnje. V takih objektih je dovoljena proizvodnja vseh vrst mlečnih proizvodov, tudi iz odkupljenega mleka.

Prodaja mlečnih izdelkov, proizvedenih v odobrenem objektu, se lahko izvaja na celotnem tržišču Evropske unije.

Kontrola in spremljanje notranjega nadzora v takih objektih se izvajata na podlagi elaborata HACCP.

Kmetija lahko brez posebne registracije proda do 12.000 litrov surovega mleka letno neposredno končnemu potrošniku, in to izključno na mestu proizvodnje.

11.1.2 Vrste objektov v Sloveniji

Slovenska zakonodaja ureja proizvodnjo mlečnih proizvodov v dveh različnih vrstah objektov, predstavljanih v nadaljevanju.

1. Registrirani objekti

Registrirani objekt je zasebni objekt, v katerem je dovoljena predelava lastnih surovin, iz največ šeststo litrov mleka na dan.

Za sistem spremljanja in kontrole notranjega nadzora proizvodnje se uporabljajo smernice dobre higienske prakse (vodnik).

Prodaja mlečnih izdelkov, proizvedenih v registriranih objektih, končnemu potrošniku se izvaja na tržišču celotne Slovenije. V drugih oblikah prodaje na malo pa je dovoljeno prodati do 25 odstotkov skupne količine izdelkov, proizvedenih v registriranih objektih.

2. Odobreni objekti

Če se na kmetiji predeluje več kot šeststo litrov lastnega mleka dnevno in če se proda več kot 25 odstotkov skupne količine proizvodov drugim prodajalcem na malo, je obvezna proizvodnja v odobrenih objektih. V njih se za predelavo sme uporabljati tudi kupljeno mleko.

Prodaja mlečnih proizvodov, proizvedenih v odobrenih objektih, je dovoljena na tržišču Evropske unije.

Sistem spremljanja in kontrole notranjega nadzora proizvodnje se izvaja na

osnovi elaborata HACCP.

Na kmetiji je brez posebne registracije dovoljena prodaja do 30 litrov surovega mleka neposredno končnemu potrošniku.

11.2 Pogoji za gradnjo in opremo sirarne

Da bi bila proizvodnja higiensko neoporečna in varna za prehrano ljudi, jo lahko izvajamo le v primerno in kakovostno zgrajenih in opremljenih objektih. Obseg proizvodnje in tudi vir surovine določata velikost objekta, število potrebnih prostorov in opremljenost majhne sirarne.

Mini sirarne so na kmetijah in v njih se predeluje mleko iz lastne proizvodnje. Tak objekt je mogoče urediti v stanovanjski hiši, vendar s posebnim vhodom in brez fizičnega stika s stanovanjskim delom hiše.

Vhod v objekt mora biti v odnosu na kmetijo postavljen tako, da ne pride do križanja poti dostave surovine s potmi dostave hrane za živino. Prav tako je treba zagotoviti, da se ne križajo poti dostave surovine v mlekarno in poti gotovih proizvodov. Najpreprostejši način je, da je v sirarni mogoč ločen vhod od izhoda. Če to ni mogoče, je treba izvajati časovno ločeno dostavo surovine, proizvodnje in odvoz gotovih izdelkov.

Površina okoli sirarne mora biti asfaltirana oziroma betonirana in ograjena.

Odpadke živalskega izvora, ki nastanejo med proizvodnjo, je treba zbirati v zato namenjenih zaprtih zabojnikih, odstranjevati iz proizvodnih prostorov po zaključku dela in zagotoviti predpisani način odvoza na deponijo.

Odpadne vode, ki nastanejo med proizvodnjo, je treba speljati v kanalizacijo ali septično jamo.

Velikost sirarne ni predpisana, toda če se gradi na novo, naj bi bila višina najmanj tri metre.



Slika 11.7: Vhod v majhno sirarno – prodaja proizvodov, zasebne sanitarije (vir: Udruga Korni)



Slika 11.8: Vhod v majhno sirarno – sprejem mleka (vir: Udruga Korni)



Slika 11.9: Majhna sirarna, urejena v obstoječem prostoru (vir: V. Magdić)



Slika 11.10: Majhna sirarna, urejena v novem prostoru (vir: V. Magdić)

Tla in zidovi v sirarnah morajo biti iz materiala, ki omogoča preprosto čiščenje, pranje in razkuževanje.

V sirarni mora biti na voljo prostor ali omara za ločeno hrambo sanitarnega pribora in sredstev za čiščenje.

Za skladiščenje materiala za pakiranje (kartonsko embalažo, papir za pakiranje, posodo, folije itd.) je treba zagotoviti tudi poseben prostor oziroma omaro. Material za pakiranje mora biti skladiščen na policah. Dovoljeno ga je zložiti tudi na tla, vendar mora biti material od tal dvignjen najmanj trideset centimetrov.

V sirarni je treba zagotoviti prezračevanje (naravno ali umetno) ter zaščito pred mrčesom, glodavci in neprijetnim vonjem.

V sirarni za predelavo mleka, odobreni pod posebnimi pogoji, morajo biti prostor za zbiranje in hrambo mleka (sprejem), prostor za proizvodnjo sira z opremo za hlajenje in skladiščenje, prostor za oblikovanje in odcejanje ter zorenje sira (zorilnica), prostor za pakiranje sira in garderobni prostor. Zaželeno je, da so v sirarni zasebni sanitarni prostori (ne v neposrednem stiku s prostorom za sprejem mleka).



Slika 11.11: Prostorija za predelavo (vir: S.Kalit)



Slika 11.12: Pogled z galerije v prostor za predelavo (vir: V. Magdić)

11.3 Prostori

11.3.1 Pogoji v prostorih za sprejem in predelavo mleka

Zidovi in tla morajo biti zgrajeni iz vodoodpornega pralnega materiala svetle barve, odpornega proti kislinam in lužinam.

V sirarni morata biti na voljo higiensko neoporečni hladna in topla voda ($> 83^{\circ}\text{C}$). Umivalnik mora biti opremljen s prostoročno pipo (npr. s pedalom, senzorsko pipo, s sistemom za odpiranje vode s komolcem). Talni sifon za neposredni odvod tehnološke vode mora biti večjega profila.

Razsvetljava mora biti dovolj močna, zaščitena pred mehanskimi poškodbami. Okna morajo biti zaščitena pred vdorom žuželk in glodavcev z mrežo.



Slika 11.13: Prostor za sprejem in hrambo mleka (vir: V. Magdić)



Slika 11.14: Umivalnik za roke z mehanizmom za odpiranje s kolenom (vir: V. Magdić)



Slika 11.15: Prostor za predelavo mleka (vir: V. Magdić)



Slika 11.16: Vhod iz prostora za sprejem mleka v prostor za predelavo (vir: V. Magdić)



Slika 11.17: Prostor za predelavo mleka (vir: V. Magdić)



Slika 11.18: Prostor za predelavo mleka (vir: V. Magdić)



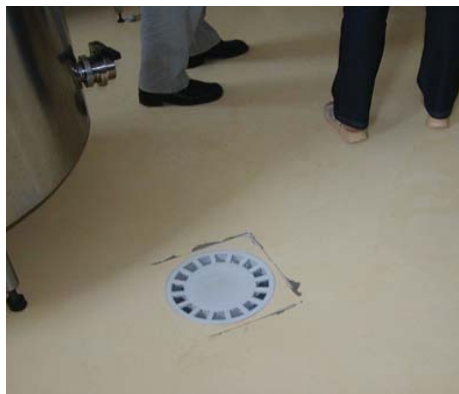
Slika 11.19: Prostor za predelavo mleka z odprtino za dostavo sira, ki ne zori v prostoru za iz prostora za prodajo pakiranje in prodajo (vir: V. Magdić)



Slika 11.20: Okno za pogled v prostor za predelavo iz prostora za prodajo (vir: V. Magdić)



Slika 11.21: Obvezna mrežica na oknu (vir: V. Magdić)



Slika 11.22: Talni sifon večjega profila (vir: V. Magdić)

11.3.2 Pogoji v prostorih za zorenje in pakiranje sira

Zidovi v prostorih za zorenje in pakiranje morajo biti obdelani z betonsko apneno malto, premazani z belo barvo, tla pa morajo biti obdelana z betonsko glazuro. V prostoru mora biti nameščena razsvetljava, omogočiti pa je treba tudi primerno gibanje zraka z umetnim oziroma naravnim prežračevanjem. Zagotoviti je treba optimalno mikroklimo.

Za zorenje sira so najprimernejše lesene police (iz bukovega ali pa lipovega lesa). Zagotoviti je treba neposreden prehod v prostor za predelavo, in če je mogoče, poseben izhod gotovih proizvodov (poti surovine in gotovih proizvodov se ne smejo križati) ali pa zagotoviti časovno razmejitev. Če ni na voljo posebnega prostora za pakiranje sira, se v prostor za zorenje smeta postaviti miza za pakiranje in posebna omara za embalažo.



Slika 11.23: Prostor za zorenje sira
(vir: V. Magdić)



Slika 11.24: Prostor za zorenje sira
(vir: V. Magdić)



Slika 11.25: Prostor za zorenje sira
(vir: V. Magdić)



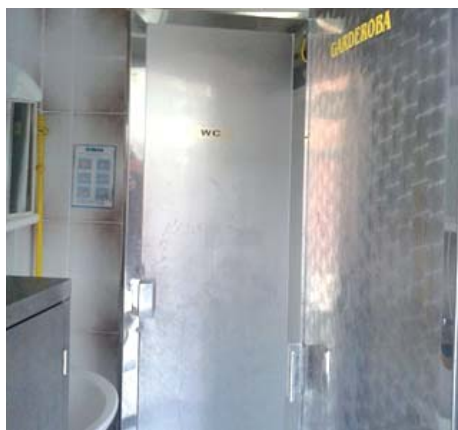
Slika 11.26: Računalniško opremljena zorilnica
(vir: V. Magdić)

11.3.3 Garderoba

Garderoba sme biti v zasebnih prostorih, v majhnih sirarnah pa je dovolj, da so blizu vhoda nameščene garderobne omare: posebej omare za delovno in posebej omare za zasebno obleko in obutev. Če omara ne sega do stropa, mora biti zgornja ploskev omare pod kotom, da se na njej ne nabira prah.



Slika 11.27: Garderobna omara s poševno zgornjo ploskvijo (vir: V. Magdić)



Slika 11.28: Vhod v garderobo (vir: V. Magdić)

11.3.4 Sanitarni prostor

Sanitarni prostor mora biti ločen od delovnega dela sirarne. Če je sirarna v neposredni bližini stanovanjske hiše in v njej delajo člani gospodinjstva, sme biti sanitarni prostor v stanovanjski hiši, vendar se sme uporabljati šele po zamenjavi delovne obleke in obutve.

11.4 Oprema v majhni sirarni

Oprema mora biti izdelana iz materiala, ki ne vpliva na proizvodnjo, je v skladu z zakonitostmi tehnologije, se preprosto čisti in razkužuje.



Slika 11.29: Dobro opremljena majhna sirarna (vir: V. Magdić)



Slika 11.30: Opremljenost majhne sirarne (vir: V. Magdić)

11.4.1 Osnovna oprema v sirarni

Laktofriz (hladilnik za mleko)

Laktofriz je naprava za hrambo in hlajenje mleka pri 4 °C s samodejnim mešalnikom. V laktofrizu se hrani mleko največ treh molž. Če se mleko predela v dveh urah po molži, laktofriz ni potreben.



Slike 11.31 in 11.32: Laktofrizi različnih proizvajalcev (vir: S. Kalit)



Slika 11.33: Sirarski kotel med delom (vir: S. Kalit)



Slika 11.34: Notranjost kotla s sirarsko harfo (vir: V. Magdič)

Sirarski kotel (duplikator)

Sirarski kotel je izdelan iz nerjavečega materiala in je lahko različnih zmogljivosti, oblik in tehničnih izvedb. Dvojne stene so napolnjene z vodo ali oljem, ki prenaša toploto na notranjo steno ter greje mleko. Grelniki so električni ali plinski, kotel pa je mogoče priključiti tudi na kotlovnico. Sodobni kotel je opremljen s termostatom, uporablja se tudi kot pasterizator, če je priključen na hladno vodo.

V dražji izvedbi sirarskega kotla se mešanje sirne mase izvaja ssamodejno sirarsko harfo. Pri manjših količinah mleka se namesto kotla lahko uporablja večji lonec, vsebina v njem pase segreje na plinskem ali električnem grelniku. Plin mora biti zunaj prostora za predelavo sira.



Slika 11.35: Lonec za sirjenje na plinskem podstavku (vir: S. Kalit)



Slika 11.36: Sirarska harfa (vir: S. Kalit)

Delovna miza

Delovna miza je lahko tehnološko izdelana v različnih izvedbah, odvisno od potreb v sirarni (navadna, premična s policami).



Slika 11.37: Delovna miza (vir: V. Magdić)



Slika 11.38: Pomivalno korito z omari-
co (vir: V. Magdić)

Pomivalno korito z omarico za kemična sredstva

Pomivalno korito mora biti dvojno. Če je le mogoče, v pomivalnem koritu namestimo omarico za kemična sredstva s ključavnico. Ta morajo biti vedno v omarici, ki omogoča zaklepanje s ključem. Na pipo priključimo prho in tako zagotovimo dostop vode do vseh kotov korita. S prho je delo med pranjem lažje.

Preše za sir

Preše za sir so lahko različne (na vijak, na vzvod, hidravlične). Pri tehnologiji proizvodnje sira s samoprešanjem preš ne potrebujemo.



Slika 11.39: Preša na vi-
jak (vir: S. Kalit)



11.40: Preša z vhodom
(vir: V. Magdić)



Slika 11.41: Pnevmatška
preša (vir: V. Magdić)

Kalupi za sir

Kalupi za sir so različnih velikosti in izvedb, kar je odvisno od tehnologije proizvodnje (lahko so plastični, kovinski, z mikroporami).



Slika 11.42: Kalupi za samoprešanje
(vir: S. Kalit)



Slika 11.43: Trodelni kalupi za prešo
(vir: V. Magdić)

Odcejalnik in hramba kalupov

Odcejalnik je najbolje postaviti nad pomivalno korito.

Hladilne omare za hranjenje proizvodov

Na tržišču je veliko naprav za hlajenje in hrambo različnih velikosti, ki so v glavnem steklene, da je sir viden. Najbolj poznani sta dve obliki: hladilniki oz. vitrine v vertikalnem ali pa horizontalnem položaju.



Slika 11.44: Vertikalna vitrina
(vir: A. Pejaković)



Slika 11.45: Različne vitrine, s horizontalno spredaj
(vir: V. Magdić)

Klimatska naprava v zorilnici

Naprava zagotavlja optimalno mikroklimo v zorilnici. Na trgu je veliko različnih oblik.



Slika 11.46: Klimatska naprava (vir: S. Kalit)



Slika 11.47: Posoda za odpadke (vir: S. Kalit)

Posoda za trde odpadke

Posoda je različnih izvedb in zmogljivosti, obvezno mora imeti pokrov.

11.4.2 Dodatna oprema

Glede na vrsto in velikost proizvodnje v majhni sirarni je mogoče imeti več delovnih miz, toplotnih kopeli, rezervoar hladne vode, predprešo, posodo za slanico, stroj za pomivanje kalupov, stroj za pranje sirnih krp in sušilnik zraka.

Od naprav je v sirarni obvezen termometer, pri uporabi slanice tudi bomeometer (aerometer) za kontrolo koncentracije soli. Koristen pripomoček je tudi pH-meter.



Slika 11.48: Posoda za soljenje sira (vir: S. Kalit)

11.5 Prodaja sira

Če se na kmetiji sir prodaja, mora biti urejen tudi prostor za prodajo. Najbolje je, da je vezan na izhod iz zorišnice sira. Če se v sirarni izdelujejo tudi mlečni proizvodi, ki ne zorijo, lahko prostora za predelavo in prodajo povežemo tako, da se slednji odpira samo ob dostavi proizvoda. V prostoru mora biti pomivalno korito za umivanje rok s toplo vodo.

11.5.1 Oprema v prodajalni

V prodajalni morajo biti nameščene delovna miza za pakiranje, vakuumirka, tehtnica, hladilna vitrina in omarica za pakirno embalažo.



Slika 11.49: Prostorija za pakiranje in prodajo sira (vir: V. Magdić)



Slika 11.50: Prostor za pakiranje in vakuumirka (vir: V. Magdić)



Slika 11.51: Prostor za prodajo sira (vir: V. Magdić)



Slika 11.52: Prostor za prodajo sira (izvor: V. Magdić)

Če se kmetija ukvarja s kmečkim turizmom, je dobro organizirati poseben degustacijski prostor, v katerem je mogoče organizirati tudi pokušno proizvodov.



Slika 11.53: Prostor za prodajo in pokušnje sira (vir: V. Magdić)



Slika 11.54: Razstavna miza s proizvodi (vir: V. Magdić)



Slika 11.55: Priročna kuhinja (vir: V. Magdić)



Slika 11.56: Ponudba wellnesa v sklopu sirarne (vir: V. Magdić)



Slika 11.57: Degustacijska dvorana (vir: V. Magdić)

11.6 Pravna ureditev

Proizvodnjo sira na kmetijah v Republiki Hrvaški in Republiki Sloveniji urejajo zakoni, uredbe in pravilniki obeh držav. Poleg temeljnih (npr. Zakon o hrani) urejajo celoten proces od pridobivanja surovine do predelave proizvodov v urejenih objektih ter prodaje gotovih proizvodov tudi drugi zakoni, uredbe in pravilniki. Poseben cilj je higiensko in mikrobiološko neoporečen, pravilno označen proizvod, ki štiti zdravje potrošnika.

Najpomembnejši predpisi, ki regulirajo način registriranja in gradnje objektov v Republiki Hrvaški:

- Pravilnik o vođenju upisnika registriranih i odobrenih objekata te o postupcima registriranja i odobravanja objekata u poslovanju s hranom, Narodne novine, št. 125/2008, 55/2009, 130/2010
- Pravilnik o posebnim uvjetima za objekte u poslovanju s hranom životinjskog podrijetla koji se odobravaju pod posebnim uvjetima, Narodne novine, št. 15/2010, 133/2010

Najpomembnejši predpisi, ki urejajo način registracije in gradnje objektov v Republiki Sloveniji:

- Pravilnik o sanitarno-zdravstvenih pogojih za predelavo živil rastlinskega izvora kot dopolnilno dejavnost na kmetiji, Uradni list RS, št. 93/2001
- Pravilnik o obratih na področju živil živalskega izvora, Uradni list RS, št. 51/2006
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratih na področju živil živalskega izvora, Uradni list RS, št. 66/2007

LITERATURA IN VIRI

1. Magdić, V., Pejaković, A., Janeš, P., Kaić, D., Kalit, S. (2014): *Vodič dobre higijenske prakse za proizvođače mliječnih 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*, št. 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*, št. 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.

SLEDLJIVOST IN KONTROLA KAKOVOSTI SIRA

Irena Barukčič

12.1 Pravna ureditev

Kontrola kakovosti siraje izjemno pomembna ne le za proizvajalce, temveč tudi za potrošnika. Poleg zagotavljanja dokaza o zadovoljitvi zakonskih določil (oziroma njihovem nedoseganju) pomeni kontrola kakovosti varno pot do vzpostavitve ustreznega in dolgoročnega odnosa med proizvajalcem in potrošnikom, ki temelji na zaupanju. S pojavom pristopa »od njive do mize« (angl. *from farm to fork*) se je pojavil tudi pojem sledljivosti. Vse države članice Evropske unije svoje nacionalne predpise usklajujejo z evropsko zakonodajo o varni in kakovostni hrani (Uredba (ES) št. 178/2002 o določitvi splošnih načel in zahtevah živilske zakonodaje, ustanovitvi Evropske agencije za varnost hrane in postopkih, ki zadevajo varnost hrane (v nadaljevanju Uredba (ES) št. 178/2002). Uredba v 28. členu zavezuje vse subjekte, ki opravljajo promet z živili tako v Republiki Hrvaški kot v Sloveniji, k vzpostavitvi sistema sledljivosti. Prva različica novega Zakona o hrani je bila objavljena leta 2003 (NN, št. 17/2003), štiri leta pozneje je bil zakon spremenjen (NN, št. 46/2007), leta 2013 pa je začel veljati novi Zakon o hrani (NN, št. 81/2013), ki je povsem usklajen z novimi določbami Evropske unije.

Sprejetje novega Zakona o hrani in hkrati uvajanje pristopa »od njive do mize« kot njegovega sestavnega dela in svojevrstnega temelja je povzročilo spremembo sistema zagotavljanja kakovosti, zdravstvene neoporečnosti in monitoringa prehranskih proizvodov. Pri tem je celotna odgovornost za zagotavljanje kakovosti naložena subjektom, ki opravljajo promet z živili in ki v vseh fazah proizvodnje, predelave in distribucije v okviru lastnega sistema kontrole skrbijo za to, da hrana izpolnjuje zahteve vseh predpisov, kar je izjemno pomembno tudi za njihovo poslovanje, to pa morajo biti sposobni tudi dokazati. Z druge strani je za upoštevanje predpisov in potrjevanje skladnosti vseh zakonskih zahtev, za katere je odgovoren subjekt, ki opravlja promet z živili, odgovoren državni organ (Ministrstvo za kmetijstvo Republike Hrvaške), ki je pristojen za odreditev kazni

v primeru kršenja določb uredbe. Sankcije morajo biti učinkovite, primerne in morajo učinkovati preventivno. Tako subjekti, ki opravljajo promet z živili, kot tudi odgovorni državni organi so usmerjeni k istemu cilju – da hrana ne bo škodila zdravju potrošnika, če bo pripravljena in uporabljena v skladu s svojim namenom. Gre za težnjo po oblikovanju fleksibilnejšega zakonskega okvira tako, da obstoječi predpisi ne biveč narekovali načinov za izpolnitev postavljenih kriterijev, ampak je odgovornost za varnost hrane prepuščena subjektom, ki opravljajo promet z živili in so pri tem dolžni uporabiti primerno orodje – izvajajo analize tveganja in uvajajo sisteme sledljivosti. Prav tako je namen nove zakonodajne ureditev popolnosti uvesti nov, integrirani pristop (glejtesliko 2.1), v okviru katerega so obravnavani in zaščiteni interesi potrošnika, zato je z novim zakonom na primer obvezna vzpostavitev v postopkov za umik proizvodov tržišča, medtem ko morajo biti vsi ukrepi povsem transparentni. Nič manj pomembno ni tudi dejstvo, da se edino z izpolnjevanjem vseh postavljenih pogojev lahko doseže prost pretok živil med državami članicami.

12.2 Sledljivost

12.2.1 Definicija

Pojem sledljivosti (angl. *traceability*) je pomemben element v proizvodnji hrane, ki je povezan z identificiranjem proizvodov, s sledenjem porekla materialov in surovin ter z zgodovinskim sledenjem procesov proizvodnje, predelave, distribucije in prodaje. Sistem sledljivosti je ena od neločljivih del mehanizma upravljanja varnosti in kakovosti hrane.

Skladno z nacionalnim Zakonom o hrani (NN, št. 83/2013) in 18. členom evropske uredbe o varni in kakovostni hrani (Uredba (ES) št. 178/2002) so subjekti, ki opravljajo promet z živili, dolžni vzpostaviti sledljivost, da bi lahko ciljno in precizno umikali živila s tržišča ter obveščali potrošnike in nadzorne organe in se tako izognili morebitnim nepotrebnim zapletom, če bi se pojavile težave v zvezi z varnostjo živil. Pri tem je *sledljivost* opredeljena kot možnost zasledovanja in sledenja živilom, krmi za živali, živalim, ki se vzrejajo za proizvodnjo hrane, oziroma s novem, kiso namenjene dodajanju ali pa se pričakuje, da bodo dodane v živilo ali krmo za živali, kar velja za vse faze proizvodnje, predelave in distribucije. Pri tem je konkretna odgovornost vsakega subjekta, ki opravlja promet z živili, njegova sposobnost identificirati in dokumentirati podatke o svojem proizvodu po načeluen korak naprej in en korak nazaj v prehranski verigi. Z drugimi besedami, sledljivost, kijo subjekt, ki opravlja promet z živili, vzpostavlja, mora zagotoviti dostop do podatkov, vezanih na dobavitelje živil kot tudi na neposredne kupce oziroma distributerje. Zato razlikujemo nekaj vrst sledljivosti, ki jih posamezni subjekt, ki opravlja promet z živili, mora vzpostaviti, če so te pomembne:

- **sledljivost do dobaviteljev** (sledljivost do dobaviteljev surovin, pomožnega materiala, embalaže in prehranskih dodatkov);
- **notranja sledljivost** (sledljivost surovin, polproizvodov, embalaže in pomožnih materialov znotraj subjekta, ki opravlja promet z živili);
- **sledljivost do uporabnikov/kupcev** (sledljivost živil do kupcev/uporabnikov).

Čeprav sledljivost in sistem upravljanja z varnostjo živil temeljita na sistemu HACCP (ki vključuje analizo in identifikacijo potencialnega tveganja in nadzor kritičnih kontrolnih točk vdoločenem proizvodnem procesu), sta v praksi vezana tudi na zahteve veljavnega Zakona o hrani. To pomeni, da morajo zahtevani podatki slediti (kjer je treba) proizvodu, surovini in (ali) materialu za embaliranje skozi celoten proces proizvodnje oz. predelave, informacije morajo spremljati posamezno pošiljko do uporabnika oz. kupca. Vsi podatki so običajno zapisani v določenih evidencah in dokazujejo, da je bil izveden sistem nadzora nad vsemi pomembnimi fazami proizvodnje oz. predelave, kot so na primer nadzor nad prejemom zdravstveno neoporečnih in varnih surovin, ki vstopajo v proizvodni proces, nadzor nad specifičnimi procesi med predelavo, kot so izvajanje kontrole uporabljenih temperaturnih režimov, nadzor nad pogoji skladiščenja in (ali) transporta itd. Vzpostavitev nadzora nad procesi kot tudi vzpostavitev sistema vodenja potrebne dokumentacije, ki dokazuje, da so vsi sistemi nadzora vzpostavljeni in izvedeni, predstavljajo temeljni princip sistema HACCP. Pravzaprav je zato sistem sledljivosti najpogostejše vzpostavljen v okviru izvajanja sistema HACCP.

Na ta način najpreprosteje sočasno izpolnijo zahteve Zakona o hrani in hkrati omogoči izogibe kopičenju dokumentacije.

Glede na vrsto dejavnosti so subjekti, ki opravljajo promet z živili, dolžni vzpostaviti določene segmente predpisane sledljivosti. Tako so npr. gostinci dolžni vzpostaviti sledljivost samo do dobaviteljev, medtem ko so mali proizvajalci dolžni vzpostaviti sledljivost do dobaviteljev in tudi do kupcev.

12.2.2 Zahteve glede sledljivosti

Izvedbena Uredba Komisije (EU) št. 931/2011 o zahtevah glede sledljivosti iz Uredbe (ES) št. 178/2002 Evropskega parlamenta in Sveta za hrano živalskega izvora (v nadaljevanju Uredba (EU) št. 931/2011) opredeljuje minimalne zahteve sledljivosti, ki jih morajo zagotoviti proizvajalci živil živalskega porekla v državah članicah Evropske unije, med katere štejemo tudi predelovalce mleka oziroma sirarje. Spoštovanje določb te uredbe je zavezujoč tudi v okviru hrvaškega nacionalnega Zakona o hrani (NN, št. 81/2013).

Vsako pošiljko živil živalskega izvora v okviru sledljivosti morajo spremljati naslednje informacije:

- točen opis hrane/živila;

- volumen ali količina hrane/živila;
- naziv in naslov subjekta, ki opravlja promet z živili in ki odpremi živilo;
- naziv in naslov pošiljatelja (lastnika), če gre za drug subjekt, in ne za subjekt, ki odpremi živila (če gre za posrednika, npr. distributerja);
- naziv in naslov subjekta, ki opravlja promet z živili, ki se mu živila dobavijo;
- naziv in naslov prejemnika (lastnika), če gre za drug subjekt, in ne za subjekt, ki se mu živilo odpremi;
- referenca, s katero se identificira partija, serija oziroma pošiljka (npr. serija ali številka lot);
- datum odpreme.

Poleg teh informacij lahko odgovorni organ zahteva tudi vpogled v druge evidence in zapise, ki so predpisani drugimi zakonskim in podzakonskimi akti.

Prav tako jedoločeno, da se vse navedene informacije posodabljaajo dnevno, zahtevane evidence in zapisi pa se hranijo in morajo biti dostopni najmanj do trenutka, ko se lahko upravičeno ugotovi, da je živilo porabljeno (torej do preteka roka trajanja) (Uredba (EU) št. 931/2011). Vse to je mogoče doseči edino z izvajanjem sistema HACCP ali podobnega.

a) Sledljivost do dobavitelja

Varnost uporabe kot tudi kakovost končnega proizvoda stane posredno odvisni od surovin, ki vstopajo v določeni proizvodni proces, in od postopkov, ki se izvajajo med predelovanjem teh surovin. Zato je nujen nadzor, kar pa zahteva izvajanje procesa sledljivosti do dobaviteljev, ki zagotavljajo osnovne informacije o prejetih surovinah, vključno z embalažo.

Funkcionalna sledljivost do dobaviteljev, skladno s primeri izvajanja postopkov v praksi, vključuje zbiranje dokumentacije celotne dobave ter vodenje in hrambodoločenih evidenc, ki vsebujejo naslednje podatke:

- naziv dobavitelja;
- naslov dobavitelja;
- naravo in opis prejete pošiljke;
- dobaviteljeve oznake (če so na pošiljki);
- datum dobave;
- potrdilo o prevzemu;
- podatek o količini (številu in (ali)masi);
- podatke o masi posameznega pakiranja;
- oznako serije/lota – če obstaja;
- podatke o transportnem sredstvu;
- zapis o izvedeni kontroli kakovostidobavljenih proizvodov (čeobstaja). Če subjekt, ki opravlja promet z živili, ne izvaja analize kakovosti prejetih surovin sam, je priporočljivo, da od dobaviteljev zahteva periodična potrdi-

la o izvedenih analizah kakovosti/zdravstvene neoporečnosti proizvoda, ki ga dostavlja.

b) Sledljivost do kupcev

Ta vrsta sledljivosti pomeni, da mora vsak subjekt, ki opravlja promet z živili, zagotoviti sledljivost proizvodov od dobaviteljev do svojih kupcev – ne glede na to, ali gre za distributerja ali za maloprodajnega trgovca.

Priporočila za zagotavljanje sledljivosti do kupca pomenijo hrambo številnih podatkov:

- popisa kupcev, vrste proizvodov, ki se kupujejo, kontaktnih podatkov in narave poslovanja; zapisi morajo biti redno posodabljeni;
- priporočeno je, da se za vsako pošiljko pripravi spremljajoča dokumentacija, ki poveže kupca z dobavo in obsega podatke za vzpostavitev sledljivosti, kot sona primer ime in naslov kupca ter kontaktni podatki ali vsaj ime in naslov ter kontaktni podatki organizacije, ki izvaja distribucijo;
- oznako vozila, s katerim je izvedena dobava;
- datum dobave ali odpreme;
- popis proizvodov pri dobavi s spremljajočimi podatki o vsakem proizvodu v pošiljki (na primer: naziv, vrsta in opis proizvoda, oznaka sledljivosti, številka pakiranja, številka posameznega pakiranja).

Prav tako je, če je dostava pošiljke proizvodov v pristojnosti subjekta, ki opravlja promet z živili (to je konkretno sirar), priporočljivo voditi evidenco o nadzoru temperaturnega režima med transportom, še posebej, kadar gre za občutljivejše proizvode, kot so sveži sir, smetana in podobni, ki ne prenesejo temperature nad 6 °C. Take podatke je prav tako treba hraniti do trenutka, ko se predpostavlja, da so proizvodi že porabljeni ali pa da bodo porabljeni v kratkem časovnem obdobju.

c) Notranja sledljivost

Vsak proizvajalec bi moral vzpostaviti sistem notranje sledljivosti, ki omogoča identifikacijo vseh sestavin, uporabljenih v proizvodnji, kot tudi materiala, uporabljenega pri embaliranju. Pri tem so z identifikacijo mišljeni možnost prepoznavanja proizvodov z namenom preprečitve njihove napačne uporabe ali distribucije. Poleg tega se kupcu tako posreduje informacija, kaj natanko določeni proizvod vsebuje in kako je treba z njim ravnati.

Zazagotovitev interne sledljivosti je treba izpolniti nekaj osnovnih zahtev, in sicer:

- določitev lota ali serije;
- dodelitev edinstvene oznake lota/serije, ki mora biti navedena na vsaki prodajni enoti proizvoda (razen če je ta take velikosti, da uporaba ni mogoča) in

je v notranjih evidencah (npr. v evidencah o hrambi določene serije proizvoda v skladišču, v zapisih o transportu do kupca), ki vključuje označitev proizvodne serije/lota;

- vzpostavitev označbe, ki omogoča sledljivost (npr. skladiščne oznake, oznake lota, oznake s prejšnjih pakiranj ipd.) materiala, uporabljenega v proizvodnji in mora biti evidentiran v proizvodni dokumentaciji na način, da je zagotovljena povezava z oznako pošiljke, lota ali serije končnega proizvoda.

Da bi bile zahteve izpolnjene, morajo evidence, ki zagotavljajo notranjo sledljivost, vsebovati podatke, kot so:

- naziv proizvoda;
- oznaka serije/lota;
- datum proizvodnje, kjer je to mogoče, čas začetka in čas zaključka proizvodnje;
- podatek o posameznem pakiranju (o volumnu ali neto masi, načinu pakiranja ...);
- številka posameznega pakiranja;
- povezovanje oznake serije končnega proizvoda s serijami vhodnega materiala in embalaže, uporabljenih pri izdelavi končnega proizvoda (npr. povezovanje s katero koli evidenco za spremljanje procesa proizvodnje, z delovnimi nalogi, zapisi kontrole ipd.);
- postopki kontrole kakovosti (če ti obstajajo), ki jih izvajajo strokovni in (ali) odgovorni delavci (na primer vsa izvedena analitična preizkušanja, in sicer v internem laboratoriju ali s sodelovanjem zunanjega laboratorija).

Zelo pogosto se postavlja vprašanje, kako opredeliti, kaj je en lot ali serija, še posebej, kadar gre za proizvodev razsutem stanju, kot so na primer mleko, sveži sir in smetana, ki se prodajajo vrazsutem stanju. Skladno z nekaterimi splošnimi priporočili za proizvode v razsutem stanju, serij/lotov jih je možno določiti prek časovno določenih parametrov, kot je npr. datum proizvodnje ali rok trajanja. Vse druge vrste proizvodov, serije ali lotovpa so vezani na vsako posamezno proizvodnjo.

d) Interne evidence in druga dokumentacija

Predpisi o živilih ne določajo minimalnega obdobja hranjenja evidenc, ki omogočajo sledljivost, niti zapisov v sklopu sistema upravljanja varnosti hrane. Ustaljena praksa je, da se poslovna dokumentacija hrani pet let od datuma izdaje.

Tako prakso je v nekaterih primerih mogoče prilagoditi, in sicer:

- za proizvode z rokom trajanja, daljšim od petih let, je treba evidence hraniti v celotnem obdobju roka trajanja proizvodov in še dodatnih šest mes-

ecev;

- za lahko pokvarljive proizvode z rokom trajanja, krajšim od treh mesecev, ki so namenjeni takojšnjemu uživanju, je treba evidence hraniti šest mesecev po datumu proizvodnje ali dobave.

12.2.3 Kaj sledi po vzpostavitvi sledljivosti?

Potem ko je sistem sledljivosti vzpostavljen, ga je trebaza zagotovitev njegove funkcionalnosti vzdrževati in preverjati. Zato je priporočenov saj enkrat letno izvesti preverbo, ali se predvideni zapisi in evidence vodijo in hranijo, ter ugotoviti (v okviru preverbe različnih proizvodov), ali sledljivost do dobaviteljev oziroma do kupcev deluje.

Če se ugotovi, da določeni proizvod ali lot oz. serija ni ustrezen in se ne bi smel uživati, ga je treba vrniti iz distribucijskega/prodajnega kanala in izvesti postopek umika oziroma odpoklica iz prometa. Pri temu mik pomeni odstranitev zdravstveno oporečnega živila s tržišča, vključno zu mikom iz maloprodaje. Umik se izvede, ko se ugotovi, da je živilo zdravstveno oporečno in da je v verigi distribucije, a ni prišlo do končnega potrošnika. Z druge strani pomeni od poklici z vzem zdravstveno oporečnega živila s tržišča, in sicer za živila, ki so distribuirana do končnega potrošnika, zato ta vključuje komunikacijo s potrošniki.

Nujno je vzpostaviti tudi tapostopka, ki sta nerazdružljiva od sistema sledljivo-
sti.

12.2.4 Praktična uporaba v sirarstvu

Najpreprostejši proces pri izdelavi sira obsega naslednje korake:

- prejem mleka;
- skladiščenje vcisternah;
- pasterizacijo;
- dodajanje sirila in (ali) starterske kulture;
- zasirjenje;
- odcejanje sirotke;
- oblikovanje in soljenje sirne mase;
- pakiranje.

Tipični koraki, pri katerih prihaja do izvzetja informacij sledljivosti in jih je treba beležiti, izhajajo že iz prejema z identifikacijo serije prevzetega mleka. Vtem koraku je priporočeno beleženje količine mleka istega dobavitelja in, če je treba, dodelitev določene oznake. Prav tako je treba evidentirati in hraniti rezultate izdelanih analiz (ne glede na to, ali jih proizvajalec sira izdelava sam v internem laboratoriju ali pa jih prejme od dobavitelja v sklopu kontrole kakovosti), medtem ko sta obvezna test prisotnosti antibiotikov in analiza mikrobiološke

neoporečnosti itd.

Sledi naslednji procesni korak, ki je pomemben za sledljivost, in sicer beleženje podatkov (o količini, nazivu, lotuali seriji, proizvajalcu) glede prehrabnih dodatkov, kot so starterska kultura in (ali) sirilo, kalcijev klorid, sol, začimbe, barve in drugi dodatki).

Treba je evidentirati podatke o vrsti, količini, lotu ali serijski številki, proizvajalcu in dobavitelju, o embalažnem materialu, v katerega se sir oziroma kak drug proizvod embalira.

Dodatno je priporočeno voditi evidence o skladiščenju tako surovega kot tudi pasteriziranega mleka in tudi končnih izdelkov. Poleg tega je treba (če je transport končnih proizvodov do kupca v pristojnosti sirarja) voditi evidenco o temperaturnih režimih in drugih pogojih dostave. Če dostavo izvaja drug subjekt, ki opravlja promet z živili, je treba na odpremno dokumentacijo, ki jo sirarji hranijo v sklopu sledljivosti, vpisati podatke o transportnem sredstvu.

Vsi podatki se lahko za isto serijo proizvodov (sira) poenotijo in hranijo skupaj. Takim serijam se dodeli enaštevika lota ali številka serije proizvodnje, če pa so proizvodne zmogljivosti manjše, se lahko povežejo z datumom proizvodnje in rokom trajanja, ki je odtisnjen na embalaži sira določene serije. Pomembno je, da je sirar vzpostavil in implementiral funkcionalen sistem, ki omogoča hiter dostop do vseh potrebnih podatkov. Način, kako to doseže, pa je prepuščen njemu samemu.

12.3 Kontrola kakovosti sira

Tako kot velja za sledljivost, je tudi kontrola kakovosti sira predpisana s pravilniki in vezana na nacionalni Zakon o hrani (NN, št. 83/2013) ter Zakon o higieni hrane in mikrobioloških kriterijih za hrano (Zakon o higieni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu, NN, št. 81/2013), evropsko uredbo o varni in kakovostni hrani (Uredba (ES) št. 178/2002) ter pravilnike, druge uredbe in predpise, ki iz njih izhajajo. Pojem zdravstveno oporečnega živila ali iz kakega drugega vzroka neustreznega za prehrano (vključno s sirom) je zelo širok in je lahko povezan z nizom nepravilnosti, kot so na primer:

- nezadovoljivo postavljeni mikrobiološki kriteriji;
- vsebnost drugih patogenih mikroorganizmov, mikroorganizmov, ki niso patogeni, ter parazitov, ki predstavljajo tveganje za zdravje ljudi;
- obstoj dokazov, da je prišlo do zastrupitve ljudi s to hrano;
- vsebnost onesnaževalcev, ki presegajo največje dovoljene količine, predpisane s posebnimi predpisi (npr. aflatoksin M1);
- vsebnost nedovoljenih prehrabnih dodatkov in arom ali tistih, ki so dovoljene, a presegajo največje dopustne količine;
- oznaka roka uporabnosti, a je rok trajanja žepotekel;
- spremenjenost določenih vsebnosti (npr. okus, vonj ali videz kaže na procese gnitja, kvarjenja in razpadanja), kar ni sprejemljivo za prehrano ljudi, itd.

Prav zato obstajajo številne analize kontrole kakovosti hrane. Kadar gre za sir, je najpomembnejša prav analiza primernosti inustreznosti prejetega mleka, saj je njegova kakovost osnova kakovosti sira. Pri tem je posebno pozornost treba nameniti izpolnjevanju postavljenih mikrobioloških kriterijev, skladno z veljavnim Zakonom o higieni hrane in mikrobioloških kriterijih za hrano ter tudi drugih kriterijev, skladno s Pravilnikom o kakovosti svežega surovega mleka (Pravilnik o kakvoči svežeg sirovog mlijeka, NN, št. 102/2000, 48/2008). Tako mleko je namenjeno nadaljnji predelavi v sir, zato mora zadovoljiti naslednje kriterije (Pravilnik o kakvoči svežeg sirovog mlijeka, NN, št. 102/2000):

- vsebuje najmanj 3,2 odstotka mlečne maščobe, tri odstotke beljakovin in 8,5 odstotka suhe snovi brez maščob;
- njegova gostota je od 1,028 do 1,034 g/cm³ pri temperaturi 20 °C;
- raven kisline je od 6,60 do 6,80 °SH, pH-vrednost pa od 6,5 do 6,7;
- njegova točka ledišča ni višja od -0,5170 °C;
- rezultat alkoholnega preizkusa z 72-odstotnim etilnim alkoholom je negativen.

Mejne vrednosti za kozje in ovčje mleko so nekoliko drugačne, saj je tudi njuna sestava drugačna.

Poleg tega surovo mleko ne glede na vrsto ne sme vsebovati nikakršne mehanske nečistoče ali dodane vode oziroma drugih onesnaževalcev (kot so aflatoksin M1, druge toksične snovi, ostanki antibiotikov), ki morajo biti v predpisanih mejah. Mleko, namenjeno nadaljnji predelavi, ne sme vsebovati več kot 400.000 somatskih celic na mililiter, medtem ko povprečno skupno število mikroorganizmov v kravjem mleku ne sme preseči 100.000 na mililiter, v kozjem in ovčjem mleku pa 1.500.000 na mililiter.

Nekatere od omenjenih parametrov (kislost, alkoholni preizkus, test na antibiotike) lahko sirarji sami preverjajo internih laboratorijih, znotraj svojih predelovalnih objektov, kar je tudi priporočeno, kajti to omogoča kontinuirani nadzor nad osnovnimi vhodnimi surovinami. Tako dobljeni rezultati analiz so lahko orientacijskavrednost kakovosti, vsekakor pa je vdoločenih časovnih razmikih treba vzorce poslati na analizo po oblaščenemu laboratoriju. Proizvajalci sira lahko svoje kooperante oz. dobavitelje dodatno zaprosijo, da jim dostavijo kopije periodičnih analitičnih analizserij mleka. Na ta način se zagotovi največji nadzor nad kakovostjo vhodnih surovin in se hkrati zagotovijo ustrezni predpogoji za proizvodnjo varnega, zdravstveno neoporečnega in kakovostnega sira.

Analize končnega proizvoda oziroma sira je prav tako treba izvajati kar se da pogosto, kajti le tako je mogoče dokazati njegovo kakovost inustreznost za uživanje. Po veljavnem hrvaškem zakonu so proizvajalci sira in podobnih mlečnih proizvodov dolžni izvajati ukrepe zagotavljanja higiene hrane živalskega izvora, kar določa Uredba (ES) št. 853/2004. Vse zahteve so prikazane v tabeli 12.1.

Tabela 12.1: Zakonsko predpisani kriteriji za proizvajalce mlečnih proizvodov (Uredbe (ES) št. 178/2002, 852/2004, 853/2004 in 2073/2005; Zakon, NN, št. 81/2013 in 83/2013; Pravilnik, NN, št. 102/00; Pravilnik, NN, št. 20/2009)

Vrsta kriterija	Zahteve
Mleko	Surovo kravje mleko neposredno pred predelavo ne sme vsebovati več kot 300.000 mikroorganizmov na mililiter, kozje in ovčje mleko pa ne več kot 1.500.000 na mililiter. Predelano kravje mleko ne sme vsebovati več kot 100.000 mikroorganizmov na mililiter, mleko drugih vrst pa ne več kot 300.000 na mililiter. Število somatskih celic v kravjem mleku ne sme preseči 400.000 na mililiter.
Temperaturni režimi	Po prihodu v objekt za predelavo, se mora mleko hitro ohladiti do temperature največ 6 °C in pri tej temperaturi hraniti do trenutka predelave. Izjeme: višje temperature so dovoljene samo, če se mleko predela takoj po molzenju oziroma v treh do štirih urah od prejema v objekt za predelavo oziroma če to pooblaščen organ dopušča. Končne proizvode je treba skladiščiti pri nizki temperaturi (do 7 °C).
Toplotna obdelava	Treba je izvajati ustrezne režime (pasterizacijo, toplotno obdelavo itd.) skladno z mednarodno sprejetimi normami. Režime je treba za potrditev njihove ustreznosti in učinkovitosti večkrat preverjati (temperaturo, čas, učinek – mikrobiološko neoporečnost proizvoda).
Mikrobiološka neoporečnost končnih proizvodov	
Sir iz surovega mleka	- Odsotnost <i>Salmonella</i> spp. in enterotoksinov, koagulaza pozitivni stafilokoki v 25 g. - Kriterij je vezan na celoten rok trajanja proizvoda. - Koagulaza pozitivni stafilokoki 10^4–10^5 cfu/g. - Vzorci, odvzeti v trenutku predelave, ko se pričakuje, da bi število moralo biti največje.
Sir iz toplotno obdelanega mleka ali sirotke	<i>E. coli</i> 10^2 – 10^3 cfu/g Vzorci, odvzeti v trenutku predelave, ko se pričakuje, da bi število <i>E. coli</i> moralo biti največje.
Sir iz mleka ali sirotke, obdelan s termizacijo ali z drugim režimom toplotne obdelave, ki je blažji od pasterizacije. Zreli sir iz mleka, obdelanega z običajno ali visoko pasterizacijo	- Koagulaza pozitivni stafilokoki 10^2 – 10^3 cfu/g - Vzorci, odvzeti v trenutku predelave, ko se pričakuje, da bi moralo biti število koagulaza pozitivnih stafilokokov največje.
Sveži sir iz mleka ali sirotke, obdelan s pasterizacijo ali z močnejšo toplotno obdelavo	- Koagulaza pozitivni stafilokoki 10^1 – 10^2 cfu/g - Vzorci, odvzeti v trenutku predelave, ko se pričakuje, da bi moralo biti število koagulaza pozitivnih stafilokokov največje

Vrsta kriterija	Zahteve
Drugi kriteriji	
Največja dopustna količina aflatoksina M1	• trdi sir 450 µg/kg • sveži sir, namazi in poltrdi sir – 0,250 µg/kg
Sestava po kategorijah	
Delež vode v nemastni snovi sira (%)	Delež mlečne maščobe v suhi snovi (%)
ekstratrdi sir < 51	ekstramastni ≥60
trdi sir 49–56	polnomastni ≥45 i <60
poltrdi sir 54–69	mastni ≥25 i <45
mehki sir > 67	polmastni ≥10 i <25
sveži sir 69–85	postni <10

Poleg zakonsko obveznega sistema upravljanja zagotovitve varnosti hrane, ki temelji na sistemu HACCP, je treba določiti načrt vzorčenja, ki ga odobri odgovorni organ in na osnovi katerega se analize izvajajo.

Poleg tega, kar je predpisano z zakonskimi določili, smejo sirarji po lastni presoji izvajati tudi dodatne analize, da bi preverili kakovost svojih proizvodov. Običajno gre za občasno senzorično ocenjevanje sira, ki ga izvedejo posebej izobraženi strokovnjaki, ali pa gre za ocenjevanje sirana strani potrošnikov z namenom pridobitve jasne slike glede kakovosti. Edino na tak način je mogoče pridobiti povratno informacijo o elementih, kijih je treba izboljšati, da bi dosegli končni cilj – zadovoljstvo potrošnika.

LITERATURA IN VIRI

1. Bažok, R.; Đugum, J.; Grbeša, D.; Hadžiosmanović, M.; Havranek, J.; Ivanković, A.; Jakopović, I.; Orešković, S.; Rupiće, V.; Samaržija, D.; Tudor Kalit, M.: *Sigurnost hrane - od polja do stola* (ur: Havranek, J., Tudor Kalit, M.), M.E.P. d.o.o., 2014, Zagreb.
2. EC 178/2002: Uredba (EZ) br. 178/2002 Evropskega 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*, št. 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*, št. 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*, št. 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*, št. 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 prehrambenih proizvoda hrvatskih poduzeća*, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, str. 43–65.
10. Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka, *Narodne novine*, št. 102/2000, br. 48/2008.
11. Pravilnik o sirevima 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*, št. 81/2013.
16. Zakon o hrani, *Narodne novine*, št. 83/2013.

PAKIRANJE IN DEKLARIRANJE SIRA

Katarina Lisak Jakopović

13.1 Pakiranje sira

Zapakirani sir je vsak posamezni izdelek sira v embalaži, v katero se sir zavije, preden je dan v prodajo. Embalaža lahko v popolnosti ali samo delno zapre sir. Zaprta je tako, da se označene sestavine in količina pakiranega sira ne morejo spremeniti brez odpiranja ali očitnih poškodb embalaže.

Različne vrste sira se pakirajo v različni embalažni material. Tako se potrjuje ali trdi sir lahko prelije s parafinom ali sintetičnim premazom ali pa se zavije v polivinil (PVC) oziroma v polistirensko folijo (PS). Mehki sir se najpogosteje zavija v pergamentni papir, celofan ali aluminijasto folijo, zatem pa se zapakira v kartonske ali lesene zabojnike. Sveži sir se pakira v zelo različno embalažo, od plastične folije do posode različnih oblik.

Premaz sira s parafinom oziroma parafiniranje se danes zelo redko uporablja kot postopek zaščite sira, razen pri tradicionalni proizvodnji sira. Obarvani parafin prispeva k značilnostim določene vrste sira, tako je npr. edamec z rdečim parafinom, gavda pa zrumenim (slika 13.1).

Premazi, ki se uporabljajo v sirarstvu, najpogosteje vsebujejo snovi s protibakterijskim delovanjem, kot so sorbinska, propionska ali benzojeva kislina in njihove soli. Obdelovanje sira s premazi je lahko ustrezna zaščita pred rastjo plesni in kvasovk med zorenjem oziroma skladiščenjem sira.



Slika 13.1: Parafinirana gavda (levo) in edamec (desno) (vir: Harbutt, 2000)

Kosi sira se zavijejev obarvano ali brezbarvno plastično folijo. Če se za prodajo pripravljajo manjši koščki sira, se ti pakirajo v prozorno folijo (slika 13.3). Sir mehkejše konsistence se najpogosteje zavija v aluminijasto folijo, sir trde konsistence pa premažejo s premazi različnih barv.

Mehki in polmehki sirse običajno zavijav pergamentni papir, plastično ali aluminijasto folijo, pri transportu pa se dodatno zapakira v plastično ali leseno embalažo. Na ta način se zaščiti oblika sira, gre pa tudi za zaščito pred poškodbami zaščitnega papirja in sira. Aluminijasta folija, v katero se sir zavija, mora biti zaščitena s papirjem ali z lakom, da ne bi prišlo do reakcije s sirom (slika 13.2).

Sir v salamuri se pakira v trdo folijo ter plastične alikovinske posode. Tradicionalno se ponudi v lesenih sodih, v katerih zori v salamuri. Prav tako se lahko pakira v steklene posode in prelije z oljem z različnimi dodatki (z začimbnimi zelmi, s papriko).



a)



b)



c)

Slika 13.2: Ovijanje mehkih sirov v a) pergamentni papir, b) aluminijasto folijo in c) lesen zaboj (vir: Calec, 2002)

13.1.1 Material za pakiranje sira

Material, ki se uporablja pri pakiranju sira, mora izpolniti določene kriterije, saj ne sme vplivati na okus in vonj sira ter ne sme rjaveti. Plastične folije morajo prepuščati pline iz notranjosti sira in biti neprepustne za pline iz okolice. Pakiranje sira v plastično folijo se običajno izvaja pod vakuumom, da se preprečita dotok kisika in kontaminacija sira.

Na tržišču sme biti samo zdravstveno neoporečna embalaža, ki pride v stik s sirom, kar pomeni, da mora biti neoporečna glede senzoričnih lastnosti, vrste in vsebnosti nevarnih snovi terne sme povzročati negativnih vplivov na zdravje ljudi in okolja.

13.2 Deklariranje sira

Da bi dosegli visoko stopnjo zaščite potrošnika in upoštevali njegovo pravico do obveščenosti, je treba poskrbeti za primerno obveščanje potrošnika v zvezi s hrano, ki jo uživa. Skladno s tem je treba vse vrste sira, ki se prodajajo in prihajajo v stik s potrošnikom, opremiti z ustrezno deklaracijo, ki potrošnika obvešča. Osnovni razlog zahtevanega obveznega obveščanja je omogočiti potrošniku, da prepozna in pravilno uporabi in sprejme odločitve, ki je skladna z njegovimi prehranskimi potrebami. Deklaracije na siru bi morale biti jasne in razumljive ter bi bile potrošniku, ki želi biti bolj obveščen, v pomoč pri odločitvi za nakup. Znanstvene študije so pokazale, da je lahka čitljivost pomemben dejavnik, ki povečuje verjetnost, da določena informacija vpliva na potrošnike, ki deklaracijo preberejo, in še, da so nečitljive informacije o proizvodu eden glavnih razlogov nezadovoljstva potrošnikov z deklaracijami.

Pri pripravi deklaracije je treba poskrbeti za čitljivost ter za ustrezno izbiro velikosti in vrste črk, barv in kontrastov.

Sir brez deklaracije ali pa z deklaracijo, ki ne vsebuje obveznih podatkov, ne sme v promet. Deklariranje oziroma označevanje obsega vse trgovske podatke, trgovske nazive, nazive trgovskih znamk, slikovnega materiala oziroma simbolov, vezanih na določeno vrsto sira. Navedeni so na embalaži, dokumentu, obvestilu, etiketi ali obročku, ki spremlja določen sir. Etiketa je vsaka oznaka, trgovska znamka, žig, znak, slikovni ali drugi opisni prikaz, napisan, tiskan, odtisnjen, označen, reliefno nanesen ali vtisnjen na embalažo ali pričvrščen nanjo.

Deklaracija mora biti opazna, splošno razumljiva, nedvoumna, čitljiva, ne sme se zlahka izbrisati in ne sme biti prekrita z drugim besedilom ali slikovnim materialom.

Za deklariranje zapakiranega sira je odgovoren poslovni subjekt, ki opravlja promet z živili in ki hrano prvi da na tržišče (to je lahko proizvajalec, oseba, ki sir zapakira, uvoznik ali pakar trgovec).

13.2.1 Praksa poštenega obveščanja

Način deklariranja sira mora biti tak, da informacije na deklaraciji potrošnika ne zavajajo, to pa je še posebej povezano:

- z lastnostmi sira, njegovo naravo, vrsto mleka, iz katerega je proizveden, identiteto, lastnostmi, s sestavo, količino, z rokom trajanja, s poreklom, z metodo izdelave oziroma proizvodnje;
- s pripisovanjem učinkov inlastnosti, ki ne obstajajo;
- z zavajanjem, da so njegove značilnosti posebne, če tudi gre za značilnosti, ki so skupne vsem tovrstnim sirom;
- s prikazovanjem zgleda, opisa ali slikovnega materiala, da je prisotna določena sestavina, ki je sicer naravno prisotna, zamenjana z drugo sestavino ali drugimi sestavinami.

Informacije o siru morajo biti točne, jasne in za potrošnika razumljive.

13.2.2 Odgovornosti

Poslovni subjekt, ki opravlja promet z živili, je odgovoren za informacije, navedene na siru, in je subjekt, pod čigaršnim imenom oziroma nazivom družbe se ta sir daje na tržišče. Prav tako je to subjekt, ki je odgovoren za zagotovitev točnih informacij o proizvedenem siru.

13.2.3 Vsebina deklaracije

Deklaracija zapakiranega sira mora vsebovati naslednje obvezne podatke:

- imesira;
- popis sestavin;
- vse sestavine ali pomožne snovi, uporabljene med proizvodnjo ali pripravo, ki lahko povzročijo alergije ali netoleranco in ki so prisotne v končnem proizvodu, čeprav v spremenjeni obliki;
- količino določenih sestavin ali kategorije sestavin;
- neto količino;
- navedbo datuma uporabnosti;
- posebne pogoje shranjevanja in (ali) uporabe;
- ime oziroma naziv in naslov subjekta, ki opravlja promet z živili;
- državo ali mesto porekla;
- deklaracijo o hranilni vrednosti.

Navedene obvezne informacije morajo biti na voljo ter dovolj opazne in čitljive, ne smejo se z lahkoto izbrisati. Prav tako se ne smejo lahko odstraniti z embalaže. Te informacije v nobenem primeru ne smejo biti skrite, prikrite ali prekinjene z drugim pisanim ali slikovnim gradivom oziroma kakim drugim materialom.

Obvezne informacije, navedene na embalaži ali etiketi, ki je pričvrščena na embalažo, morajo biti odtisnjene tako, da so dovolj čitljive, in to s črkami, katerih višina je enaka ali večja od 1,2 mm. Obvezne informacije na embalaži, katere največja površina je manjša od 80 cm², pa morajo biti izpisane tako, da so črke enake ali večje od 0,9 mm.

Na deklaraciji zapakiranega sira v istem vidnem polju oziroma na predelu, kjer je vse navedeno in istočasno vidno (najpogosteje je to sprednja stran proizvoda), morata biti vsaj podatka o imenu sira in neto količini.

Obvezne informacije morajo biti napisane v uradnem jeziku države. Prav tako je dovoljena večjezična navedba sestavin.

Če je površina na embalaži manjša od 10 cm², je treba na embalažali na etiketi obvezno navesti vsaj naslednje podatke:

- ime sira;
- vse sestavine ali pomožne snovi v procesu proizvodnje, ki lahko povzročajo alergije ali netoleranco in ki so bile uporabljene med proizvodnjo ali pripravo, ter tiste, ki so prisotne v končnem proizvodu, čeprav lahko tudi v spremenjeni obliki;
- neto količino;
- datum uporabnosti.

V primeru takega popisa sestavin se navedejo tudi drugi možni načini obveščanja ali pa sedajo na v pogled potrošniku, če jih zahteva.

Poimenovanje sira

Postopek poimenovanja sira je določen s posebnimi predpisi, ki so povezani z določeno vrsto sira. Če takega poimenovanja ni, mora biti poimenovanje sira skladno z njegovim običajnim imenom. Če tudi takega imena ni oziroma se ne uporablja, je treba navesti opisno ime sira (npr. poltrdi sir, proizveden iz ovčjega mleka).

V državah članicah Evropske unije, v katerih se sir daje na tržišče, je dovoljena uporaba imena sira, pod katero se ta zakonito proizvaja in daje na tržišče v državi članici, v kateri je proizveden. V izjemnih primerih je ime sira iz države članice, kjer je ta proizveden, ne sme pa se uporabljati pri lansiranju na tržišče v državi članici, v kateri se sir z istim imenom razlikuje po svojih sestavinah ali tehnologiji proizvodnje sira, poznanega pod takim imenom.

Ime sira se ne sme zamenjati z zaščitenim imenom na osnovi pravil intelektualne lastnine, z imenom trgovske znamke ali izmišljenim imenom.

Ime sira mora vsebovati podatke o fizikalnih lastnostih sira ali posebni obdelavi (npr. dimljeni sir, sir iz pasteriziranega mleka) ali pa morajo biti ti podatki zapisani, in to v vseh primerih, ko bi izpuščanje takih informacij lahko zavedlo potrošnika.

Popis sestavin

Posamezna sestavina sira je vsaka snov ali proizvod, vključno z aromami, prehrabnimi dodatki in s prehrabnimi encimi, kot tudi kateri koli del sestavljenih sestavin, ki se uporabljajo med njegovo proizvodnjo ali pripravo in ki so v končnem proizvodu, čeprav v spremenjeni obliki, oziroma ki so uporabljeni med proizvodnjo ali pripravo sira in so še vedno prisotni v končnem proizvodu, čeprav v spremenjeni obliki.

Tabela 13.1: Prikaz popisa sestavin različnih vrst sira (škripavca, albuminskega sira)

Škripavec	Albuminski sir
Sestavine: • pasterizirano kravje mleko • kultura • sirilo • sol • E 235	Sestavine: • pasterizirana sirotka iz kravjega mleka • sol • alkoholni kis • E 235 • E 234
najm. 45 % m.m. vs. s.	najm. 33 % m.m. vs. s.
najm. 40 % s.s.	najm. 30 % s.s.
Poltrdi polnomastni sir	Mehki mastni sir

Popis sestavin mora biti izrecno zapisan oziroma mora biti zapisana navedba, ki vsebuje besedo sestavine. Popis sestavin mora vključevati vse sestavine in te morajo biti navedene po padajočem vrstnem redu glede na maso, formirano v času njihove uporabe v proizvodnji živila. Če je sir proizveden iz druge vrste mleka (ovčjega, kozjega), mora popis sestavin vsebovati navedbo o tem, katero mleko je bilo uporabljeno. Sestavine sira, ki lahko izzovejo alergijske reakcije, se ne smejo navesti posebej, ampak morajo biti navedene v okviru popisa sestavin, in to tako, da so posebej poudarjene (podčrtane ali zapisane polkrepko). Če gre npr. za albuminski sir, ki se izdeluje iz sirotke, mora biti v popisu sestavin sirotka posebej navedena. Za mleko velja, da je alergeno, kljub temu pa v popisu sestavin ni treba posebej poudariti vsebnosti mleka, kajti samoumevno je, da je sir proizveden iz mleka. Sestavine sira, ki jih je treba navesti, so prikazane ob primeru škripavca in albuminskega sirav tabeli 13.1.

Izpustitev popisa sestavin

Popis sestavin se sme izpustiti, če siru niso bile dodane druge sestavine razen mlečnih sestavin, prehrabnih encimov (siril) in mikrobnih kultur, ki so pri njihovi proizvodnji neizogibni, kar pa ne izvzema svežega sira in topljenega sira, če sta potrebna za proizvodnjo določene vrste sira. Če se med proizvodnjo sira doda šekaka sestavina razen navedenih (prehrabne barve, arome ipd.), je treba obvezno navesti popis vseh sestavin, ki se uporabljajo med proizvodnjo sira.

Navedba količine sestavin

Navedba količine sestavin oziroma kategorije sestavin, ki se uporabljajo med proizvodnjo ali pripravo sira, je obvezna, če so sestavine ali kategorije sestavin

navedenev imenu sira ali jih potrošnik običajno povezuje s tem imenom ali če so posebej poudarjene na etiketi z besedo, s sliko ali z grafičnim prikazom.

Neto količina

Neto količina sira mora biti prikazana v kilogramih ali gramih. Če je sir (sir vrste feta) v tekočem stanju, je treba navesti tudi neto odcejeno maso sira.

Datum minimalne trajnosti in datum uporabnosti

Živila, ki so z mikrobiološkega stališča hitro pokvarljiva (v to kategorijo spadajo nekatere vrste svežega sira) in zato obstaja velika verjetnost, da bodo po preteku krajšega časovnega obdobja predstavljala določeno tveganje za zdravje ljudi, je treba označiti z datumom minimalne trajnosti tako, da se zapiše datum uporabnosti.

Pred navedbo Uporabiti do se navede besedilo uporabiti do..., temu pa sledi datum ali podatek, kje na embalaži je naveden ta datum. Poleg teh podatkov se navede tudi opis shranjevanja živila, kiga je treba upoštevati. Oznaka datuma je sestavljena iz dneva, meseca in po možnosti tudi leta, in to v nekodirani obliki.

Pogoji shranjevanja živil oziroma pogoji uporabe

Če sir zahteva posebne pogoje shranjevanja in (ali) uporabe pod posebnimi pogoji, je treba te pogoje navesti. Da bi se zagotovilo ustrezno shranjevanje oziroma uporaba sira po odprtju embalaže, je treba navesti pogoje shranjevanja in (ali) rok uporabe.

Država oziroma mesto porekla

Navedba države oziroma mesta porekla je obvezna, če bi izpustitev takega podatka lahko zavedla potrošnikav smislu dejanske države porekla. Če je država porekla proizvoda različna od države porekla glavne sestavine, je prav tako treba navesti tudi državo porekla glavne sestavine. Če se na primer za proizvodnjo sira, ki je proizveden v matični državi, uporabiuvoženo mleko iz neke druge države, mora biti na deklaraciji navedena država porekla mleka.

Deklaracija o hranilni vrednosti

Obvezna deklaracija o hranilni vrednosti mora vsebovati naslednje podatke:

- energijsko vrednost;
- količino maščobe in nasičenih maščob;

- količino ogljikovih hidratov;
- količino sladkorja;
- sol.

Vsebina obvezne deklaracije o hranilni vrednosti je lahko dopolnjena z navedbo količine mononenasičenih maščobnih kislin, polinenasičenih maščobnih kislin, poliolov, škroba, vlaknin ter tudi količine vitaminov in mineralnih snovi. Dodatno lahko deklaracija o hranilni vrednosti vsebuje eno ali več navedenih hranljivih snovi.

Energijska vrednost in količina hranljivih snovi se prikažeta za 100 g ali 100 ml. Pri izračunu energijske vrednosti se navedejo povprečne vrednosti, analiza pa je lahko proizvajalčeva ali pa se odredi na podlagi strokovne oziroma znanstvene literature.

Poleg tegase lahko energijska vrednost in količina hranljivih snovi izrazita za obrok in (ali) enoto porabe (konzumacije), ki jo lahko potrošnik prepozna, in to pod pogojem, da so obroki (ali enota porabe) kvantificirani na etiketi in da je na embalaži navedeno število obrokov in (ali) enota porabe.

Najpomembneje je, da so vse informacije na deklaraciji ali etiketi točne in redno ažurirane, kajti v nasprotnem primeru lahko sledijo denarne kazni, ki jih določa Zakon o informiranju potrošnikov o hrani (Zakon o informiranju potrošača o hrani, NN, št. 56/2013).

Sir, kijedan na tržišče ali označen pred 13. decembrom 2014 in ki ne izpolnjujejo vseh zahtev glede pravilnega označevanja, se lahko prodaja do porabe zalog. Prav tako sir, ki je dan na tržišče ali je označen pred 13. decembrom 2016 in ki ne izpolnjujejo zahtev glede deklaracije o hranilni vrednosti, se lahko prodaja do porabe zalog.

13.2.4 Delitev vrst sira

Sir, ki jedan na tržišče, mora izpolnjevati določene kriterije kakovosti. Skladno z definicijo je sir sveži proizvod oziroma proizvod z različno stopnjo zrelosti. Proizvaja se z ločevanjem sirotke po koagulaciji mleka, smetane, sirotke ali v kombinaciji navedenih surovin (Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva, NN, št. 20/2009). Pri izdelavi sira je dovoljena uporaba mlekarских kultur, sirila ter tudi drugih potrebnih encimov in dovoljenih kislin za koagulacijo.

Sir lahko delimo glede na delež vode v nemastni suhi snovi, kar pomeni glede na konsistenco in teksturo ter glede na delež mlečne maščobe v siru. Po tej klasifikaciji se sir daje na tržišče. V tabeli 13.2 je prikazana klasifikacija sira glede na delež vode v nemastni suhi snovi sira.

Tabela 13.2: Klasifikacija vrst sira glede na delež vode v nemastni suhi snovi (Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva, NN, št. 20/2009)

Vrsta sira	Delež vode (%)
Ekstratrdi sir	<51
Trdi sir	49-56
Poltrdi sir	54-69
Mehki sir	>67
Sveži sir	69-85

Pri označevanju sira je obvezna navedba minimalnega deleža mlečne maščobe v suhi snovi. Pri označevanju sira se poleg imena sira lahko navede tudi informacija o vrsti sira glede na delež mlečne maščobe v suhi snovi. Klasifikacija sira glede na delež mlečne maščobe v suhi snovi sira je prikazana v tabeli 13.3.

Tabela 13.3: Vrste sira glede na delež mlečne maščobe v suhi snovi (Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva, NN, št. 20/2009)

Vrsta sira	Delež mlečne maščobe (%)
Ekstramastni	≥60
Polnomastni	≥45 i <60
Mastni	≥25 i <45
Polmastni	≥10 i <25
Postni	<10

LITERATURA IN VIRI

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 sirevima i proizvodima od sireva, *Narodne Novine*, št. 20/09.
4. Pravilnik o izmjenama pravilnika o sirevima i proizvodima od sireva, *Narodne novine*, št. 141/13.
5. Tratnik, Lj., Božanić, R.: *Mlijeko i mliječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.
6. Uredba Europske unije št. 1169/2011 Europskog Parlamenta i Vijeća o informiranju potrošača o hrani.

7. Zakon o informiranju potrošača o hrani, *Narodne novine*, št. 56/13.
8. Zakon o hrani, *Narodne novine*, št. 81/13, št. 14/14.

POVEČANJE TRŽNE VREDNOSTI SIRA

Rajka Božanić

Znano je, da je na trgu velika konkurenca za umestitev prehranskih proizvodov, tako tudi sira. V boju za konkurenčnost so vse bolj cenjeni avtohtoni proizvodi, ki jih odlikuje posebna kakovost. So odraz kulturne dediščine, ki se prenaša iz roda v rod. Take prehranske proizvode, katerih posebne lastnosti izhajajo iz vrednosti njihovih sestavin, načina proizvodnje in predelave ter podnebja, iz katerega izvirajo in so zaradi tega na dobrem glasu, ne samo na domačem, tem več tudi na medna-rodnem trgu, bi bilo zato treba zaščititi z označbo porekla, označbo zaščitenege geografskega porekla in z označbo zajamčene tradicionalne posebnosti, da bi jih ohranili za prihodnje generacije. Zanje je značilna dodatna vrednost, še posebej za območje, na katerem jih izdelujejo. Običajno se proizvajajo v manjših serijah in so dragocen segment v turistični ponudbi. Mnogi od njih so pozabljeni, veliko pa jih je tudi premalo prepoznavnih.

14.1 Prednosti uvajanja zaščitnih označb

Prednosti registracije označbe porekla, zaščitenege geografskega porekla ali zajamčene tradicionalne posebnosti so lahko raznolike. Sir, ki je označen z eno od registriranih označb, spada na trgu med proizvode višje cenovne kategorije. Doseženi sta identiteta in prepoznavnost takega sira na domačem in mednarodnem trgu. Neposredna povezava sira z določenim geografskim območjem daje dodatno vrednost in prepoznavnost na tem področju ter prispeva k razvoju podeželja, še posebej bolj oddaljenih in dislociranih območij. Možne so ustanovitve interesnih združenj (če še ne obstajajo) s ciljem skupnega nastopanja na trgu oziroma skupne promocije sira. Vsi proizvajalci, ki so na določenem geografskem območju in ki izpolnjujejo pogoje, navedene v specifikaciji, imajo pravico do uporabe registrirane označbe. Registrirana označba je zaščitena pred uporabo na kakršen koli način, ki bi pri potrošniku lahko vzbudil dvom glede resničnega

porekla sira.

Avtohtoni (tradicionalni) sir se v glavnem proizvaja iz surovega mleka, z uporabo naravne in (ali) avtohtone mikrobne kulture ob naravnih pogojih zorenja, ki se po okusu in teksturi bistveno razlikujejo od vrst sira, proizvedenih iz pastereziranega mleka. Razlog so spremembe v delni denaturaciji alfalaktalbumina in betalaktoglobulina ter njune interakcije s kazeinom, v denaturaciji naravnih encimov in v destruktiji toplotno neobstoječnih membran naravne mikrobne populacije, ki nastaja s toplotno obdelavo mleka. Sir, proizveden iz surovega mleka, zori krajši čas, tekstura je drugačna, okus pa bolj izražen. Tekstura in okus avtohtonih vrst sira sta rezultat zelo zapletenega sistema biokemičnih reakcij, pogojenih s skupnim delovanjem definirane in (ali) nedefinirane populacije bakterij, encimov mleka in siri ter sekundarne mikrobne populacije med izdelavo in zorenjem sira. Tako sta proteoliza in lipoliza kot posledici vpliva avtohtone mikrobne populacije na okus in teksturo najpomembnejša objektivna parametra v prepoznavanju porekla tradicionalnih vrst sira, proizvedenih iz surovega mleka. V večini primerov avtohtono mikrobno populacijo sestavljajo heterogene vrste bakterij mlečne kisline, dominantnost določene vrste pa je pogojena z vrsto mleka in poreklom. Zaradi tega dejstva lahko govorimo o pristnosti, lastnostih določene vrste sira, ki se razlikuje od iste vrste sira drugih geografskih regij. Nasprotno pa z dodajanjem komercialne kulture lahko povzročimo popolno izgubo pristnosti sira. Značilen okus posamezne vrste avtohtonega sira je posledica sezonskega vpliva (paše ali sena), a tudi geografskega območja, na katerem se proizvaja. Tako je mogoče natančno določiti poreklo nekaterih vrst sira tudi glede na okus.

Glavni namen zaščite politike kakovosti, ki temelji na zaščitnih označbah, je bilo in ostaja širjenje ponudbe prehranskih proizvodov za potrošnike, še pomembneje pa je, da se majhnim in srednje velikim podjetjem zagotovi višji zaslužek in se na ta način položi temelj za hitrejši ekonomski razvoj podeželja. S tako kmetijsko politiko se želi stimulirati določeno obliko ekstenzivne kmetijske proizvodnje, ki prispeva k ohranjanju okolja, varuje biološko raznovrstnost in podeželje. Zaščitene označbe potrošnikom jamčijo varnost in kakovost, proizvajalcem pa dajejo tržno priložnost za povečanje komercialne vrednosti proizvoda. Splošno je znano, da zaščitene označbe spodbujajo trajnostni razvoj podeželja, ker so proizvajalcem v pomoč za doseg najvišje cene izdelkov in za zaščito tradicionalnih proizvodov pred zlorabo imena, povečujejo stopnjo prepoznavnosti tradicionalnih proizvodov na svetovnem trgu, prispevajo k pozitivni podobi območja proizvodnje – regije, povečujejo proizvodnjo, omogočajo odpiranje lokalnih delovnih mest in preprečujejo propadanje podeželja.

Odvisno od stopnje zaščite so možne tri različne označbe: porekla, zaščitenegega geografskega porekla in zajamčene tradicionalne posebnosti.

14.2 Označba porekla

Za sir označba porekla pomeni povezanost zgodovinske in geografske razsežnosti, zato je treba sir proizvajati na točno določenem geografskem območju. Razlog za to je, da podnebje, vrsta tal, lega, naravna vegetacija, vrste kultiviranih rastlin, način vzreje in pasme živali pogojujejo izvirnost in enotnost sira. Ob teh fizikalnih dejavnikih so tradicija in izkušnje, ki se prenašajo iz roda v rod, ključnega pomena v priznavanju porekla sira.

Označba porekla je naziv regije, določenega kraja ali v izjemnih primerih države, ki se uporablja za označevanje sira, ki izhaja iz te regije, oziroma kraja iz te države in katerega kakovost ali lastnosti v bistvenem ali izključno nastajajo pod vplivom posebnih naravnih in človeških dejavnikov določenega geografskega okolja. Tako se njegova proizvodnja, predelava in priprava v celoti odvijajo v tem geografskem okolju. Pri označbi porekla so kakovost oziroma lastnosti izdelka predvsem ali izključno določene z geografskim območjem, zato je pogoj, da proizvodnja, priprava in predelava potekajo v opredeljenem geografskem območju. Označba porekla se glede na to lahko registrira samo za proizvode, ki se v navedenem geografskem okolju res tudi proizvajajo.

Kakovost teh vrst sira je pogojena s tradicijo proizvodnje v določenem zgodovinskem obdobju v točno določeni geografski regiji in (ali) v kraju. Nanjo pomembno vplivajo klima, vrsta tal, lega, naravna vegetacija, vrsta gojenih rastlin določene regije (kraja) ter način reje in pasma živali, kajti te pogojujejo razlike med siri iste vrste. V priznavanju zaščite porekla so odločilnega pomena tudi tradicija in izkušnje, ki se prenašajo iz roda v rod. Gre za sir, ki se je proizvajal v preteklosti in se tudi danes proizvaja na enak način, spretnost izdelave in znanje pa se prenašata iz roda v rod. Proizvodnja mleka in sira mora biti organizirana v točno določeni regiji ali kraju (omejene velikosti). Sir mora biti tipičen za regijo oziroma kraj, v katerem se proizvaja, ter mora biti izviren in pristen oziroma so lahko posebne (tipične) lastnosti pogojene z avtohtonostjo pasme. Okus takega sira je določen z naravnim načinom shranjevanja, s poraščenostjo pašnika, mleko za proizvodnjo mora biti od lastnih živali in (ali) mora biti znanega porekla. V vsakem primeru morajo biti za sir značilne lastnosti, po katerih se sir razlikuje od podobnih vrst sira, proizvedenih v drugih geografskih regijah.

14.3 Označba zaščenega geografskega porekla

Z označbo zaščenega geografskega porekla je sir mogoče zaščititi pod pogojem, da postopek proizvodnje, predelave in priprave proizvoda poteka v kraju porekla. S tem so lastnosti proizvoda pogojene s podnebjem, tlemi, z vegetacijo in delovanjem človeka na enoten načina proizvodnje ter z uporabo tradicionalnih postopkov in spretnosti.

Označba geografskega porekla je naziv regije, določenega mesta ali v izjemnih primerih države, ki se uporablja za označevanje sira, ki izhaja iz te regije oziroma mesta ali iz te države in so zanj značilni posebna kakovost, cenjenost ali druge lastnosti, ki jih je mogoče pripisati njegovemu geografskemu poreklu ter njegova proizvodnja in (ali) predelava in (ali) priprava poteka na tem geografskem območju. Pri označbi geografskega porekla se zahtevajo določena kakovost, cenjenost ali kaka druga lastnost, povezana z geografskim območjem. Zato mora na omejenem območju potekati samo proizvodnja, predelava ali priprava.

14.4 Označba zajamčene tradicionalne posebnosti

Za sir, zaščiten z označbo zajamčene tradicionalne posebnosti, so značilne posebne lastnosti zaradi načina izdelave ali tradicionalne sestave, neodvisno od opredeljenega območja. Gre za sir s posebnimi lastnostmi, po katerih se razlikuje od drugih podobnih vrst sira. Te posebne lastnosti niso posledica vpliva geografskega območja, pač pa so posledica uporabe tradicionalnih surovin, tradicionalne proizvodnje ali pa so tradicionalne sestavine. Sir se mora tradicionalno proizvajati in mora biti na trgu najmanj 25 let, da lahko dobi označbo zajamčene tradicionalne posebnosti.

14.5 Registracija in zaščita

Označbe zaščite so zavarovane kot intelektualna lastnina, da bi se preprečila njihova zloraba ali nepooblaščen uporaba. Označba zaščite prispeva k višji tržni vrednosti izdelkov in storitev, ki ustrezajo njihovim posebnim lastnostim in s tem pridobljenemu ugledu. Zaščita označb kot intelektualne lastnine se doseže z izvajanjem ustreznega postopka registracije označbe, ki ga opravi pristojni organ. Ko je označba zaščite registrirana, jo lahko uporabljajo vsi proizvajalci z navedenih območij, ki izpolnjujejo predpisane pogoje.

Registracijo in zaščito proizvodov v Evropski uniji predpisuje Uredba (EU) št. 1151/2012 z dne 21. 11. 2012 Evropskega parlamenta in Sveta o shemah kakovosti kmetijskih proizvodov in živil. Poleg tega veljajo na Hrvaškem tudi drugi predpisi. To so Zakono zaščičenim oznakama izvornosti, zaščičenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (NN, št. 80/2013) (Zakon o zaščičenih označbah porekla, zaščičenih označbah geografskega porekla in zajamčeno tradicionalnih posebnostih kmetijskih in prehrambnih proizvodov) ter Pravilnik o zaščičenim oznakama izvornosti, zaščičenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (NN, št. 86/2013) (Pravilnik o zaščičenih označbah porekla, zaščičenih označbah geograf-

skega porekla in zajamčeno tradicionalnih posebnosti kmetijskih in prehrambnih proizvodov).

Postopek registracije je sestavljen iz treh korakov. V prvem koraku, pred registracijo, so vključeni skupina proizvajalcev, lokalna samouprava, fakultete, inštituti in agencije. Sledi registracija na nacionalni ravni, ki jo izvede Ministrstvo za kmetijstvo Republike Hrvaške. Zaključni korak, registracijo na evropski ravni, izvede Evropska komisija.

14.5.1 Dejavnosti pred registracijo

Dejavnosti pred registracijo vključujejo analizo potencialov, upravičenost registracije in izbor označbe.

Potem sledi združitev proizvajalcev v skupino proizvajalcev. To je pomembno, kajti samo proizvajalci, ki so organizirani v skupino, lahko začnejo postopek zaščite označbe (postopek le izjemoma lahko začne le en proizvajalec).

Potem sledi izdelava specifikacije proizvoda. Specifikacija proizvoda je temeljni dokument v postopku zaščite označbe proizvoda na nacionalni ravni. Pripravlja jo skupina proizvajalcev (najpogosteje v sodelovanju s predstavniki znanstvenih ustanov in drugih strokovnjakov). Na osnovi specifikacije proizvoda se izdelata načrt kontrole (za izvedbo postopka certificiranja) in enotni dokument (za postopek registracije označbe na ravni Evropske unije). V ta postopek so vključeni skupina proizvajalcev, lokalna samouprava, fakultete, inštituti in agencije.

Specifikacija proizvoda mora vsebovati:

- a) ime sira, vključno z označbo porekla ali geografsko označbo;
- b) opis sira, vključno s surovinami in z glavnimi fizikalnimi, kemičnimi, mikrobiološkimi ali organoleptičnimi lastnostmi;
- c) opredelitev geografskega območja proizvodnje oziroma predelave;
- d) dokumentacijo, ki dokazuje, da sir izvira s tega geografskega območja;
- e) dokumentacijo, ki dokazuje neposredno povezanost sira s tem geografskim območjem ali geografskim poreklom;
- f) opis postopka proizvodnje sira in, če je treba, tudi opis pristnih in nespremenljivih lokalnih metod kot tudi podatke o pakiranju, če združenje, ki vloži zahtevek, določi in utemelji, da je treba pakiranje opraviti na opredeljenem geografskem območju zaradi zaščite kakovosti, sledljivosti ali preverjanja;
- g) podatke o certifikacijskem organu iz 23. člena 1. odstavka Pravilnika o oznakama izvornosti i oznakama zemljopisnog podrijetla hrane (NN, št. 80/2005) (Pravilnika o označbah porekla in označbah geografskega porekla hrane);
- h) posebne podrobnosti v zvezi z označevanjem vrst sira, ki se nanašajo na označbo porekla ali označbo geografskega porekla, ki se uporablja, in tudi ustrezne nacionalne označbe;
- i) izjavo o skladnosti z določbami predpisov, ki se nanašajo na hrano.

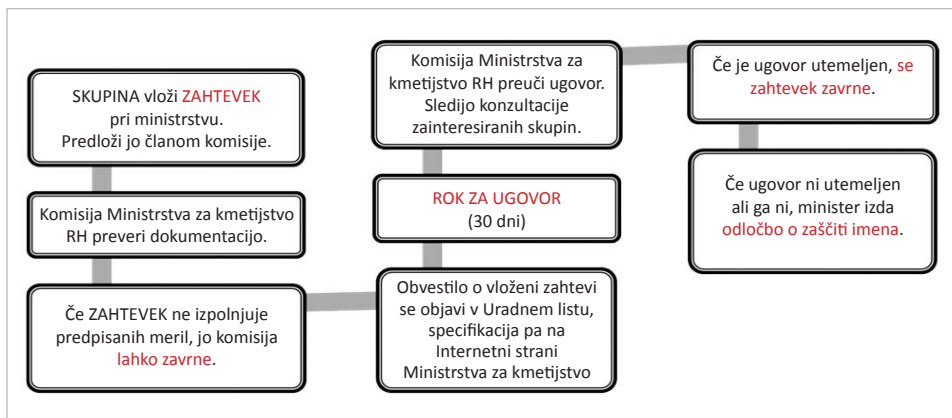
14.5.2 Postopek registracije na nacionalni ravni

Postopek registracije na ravni Republike Hrvaške se začne s predložitvijo vloge na predpisanem obrazcu pristojnemu Ministrstvu za kmetijstvo Republike Hrvaške, ki se nato predloži članom komisije.

Komisija je dolžna skrbno preveriti prispelo dokumentacijo. Če ni popolna ali ni v skladu s predpisanimi zahtevami, lahko komisija zahtevek zavrne. Ta korak postopka vključuje pisno komunikacijo in sestanke z vlagatelji zahtevka (z izdelovalcem specifikacije), da bi se zahtevek dopolnilin zadovoljil pogoje pozitivne sodne prakse.

Če je dokumentacija popolna, se obvestilo o vloženem zahtevku objavi v uradnem listu, specifikacija pa na spletni strani ministrstva. Od trenutka objave informacije začne teči rok za ugovor, v katerem lahko vsaka fizična ali pravna oseba, ki ima pravni interes in sedež ali prebivališče v Republiki Hrvaški, pri Ministrstvu za kmetijstvo Republike Hrvaške v roku tridesetih dni vloži ugovor na zahtevek.

Če ugovor prispe v zakonskem roku, ga komisija preuči in se posvetuje z zainteresiranimi stranmi. Na zahtevo vlagatelja ugovora se lahko za največ trideset dni podaljša rok za dopolnitev ugovora, ki vključuje predložitev dodatnih dokazov in dokumentacije. Če je ugovor utemeljen, se zahtevek zavrne. Če ugovor ni utemeljen ali ga ni, minister izda odločbo o zaščiti imena (slika 14.1).



Slika 14.1: Postopek registracije na ravni Republike Hrvaške

Po tem postopku proizvodi dobijo označbo zaščite, ki veljajo samo na območju Republike Hrvaške (slika 14.2).

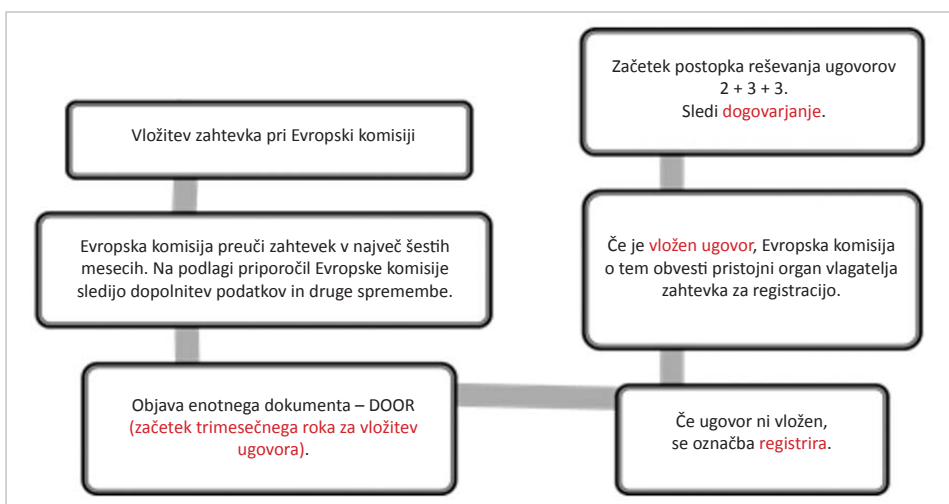


Slika 14.2: Označbe zaštite

14.5.3 Postopek registracije na ravni Evropske unije

Postopek registracije na ravni Evropske unije izvaja Evropska komisija, ki ji zahtevek pošlje Ministrstvo za kmetijstvo Republike Hrvaške. Zahtevek je enotni dokument z vsemi ustreznimi prilogami oziroma dokazili, s podatki o skupini, ki je zahtevek vložila, in s podatkom o mestu objave specifikacije.

Ko se zahtevek predloži na evropski ravni, se začne obdobje prehodne nacionalne zaštite. V tem obdobju je zaščita veljavna le do končne odločitve Evropske komisije o registraciji in velja samo za območje Republike Hrvaške, ne velja pa v Evropski uniji in na mednarodnem trgu.



Slika 14.3: Postopek registracije na ravni Evropske unije

Evropska komisija preuči prispeli zahtevek. Najdaljši zakonski rok za to je šest mesecev. Komisija poda komentarje, če je treba, zahteva dopolnitev podatkov in mogoče so tudi nekatere spremembe. Ko je dokumentacija popolna, se enotni dokument predmetne označbe objavi v Uradnem listu Evropske unije.

V roku treh mesecev od objave lahko vsaka fizična ali pravna oseba zunaj Republike Hrvaške vloži ugovor na objavljeni zahtevek za registracijo označbe. Če je ugovor z obrazloženo izjavo v roku dveh mesecev vložen pri Evropski komisiji, ta preveri upravičenost obrazloženega ugovora. V okviru postopka reševanja ugovora Evropska komisija pozove vlagatelja ugovora in vlagatelja zahtevka, da bi se vključila v doseganje dogovora. Postopek reševanja ugovora traja dva meseca z možnim podaljšanjem dvakrat po tri mesece. V tem obdobju se prizadeva doseči sporazum med obema stranema. Če ugovor ni vložen, če stranke dosežejo dogovor ali Evropska komisija zavrne ugovor oziroma se označba registrira, se vpiše v register Evropske unije.

Po registraciji imena na ravni Evropske unije se ime proizvoda vpiše v zbirko podatkov ter postane zaščiteno pred zlorabo in nepooblaščen uporabo.

Registrirano ime proizvoda ter pripadajoči znak EU in navedbo lahko uporabljajo samo certificirani proizvajalci. Slika 14.4 prikazuje evropske označbe zaščite.



Slika 14.4: Evropske označbe zaščite

LITERATURA IN VIRI

1. Mesić, Ž., Cerjak, M. (2011): Očekivanja proizvođača o utjecaju zemljopisnih oznaka na povećanje konkurentnosti paškog sira, *Mljekarstvo*, 61(3), 252 –259.
2. Pravilnik o oznakama izvornosti i oznakama zemljopisnog podrijetla hrane, *Narodne novine*, št. 80/05.
3. Pravilnik o zaštićenim oznakama izvornosti, zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, *Narodne novine*, št. 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, *Mljekarstvo*, 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*, št. 80/13.

Zapisi o avtorjih



dr. **Irena Rogelj**, redna profesorica

Prof. dr. Irena Rogelj proučuje biokemijo in mikrobiologijo mleka in mlečnih izdelkov že od leta 1978, ko je diplomirala s področja živilske tehnologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Doktorirala je leta 1990 in pridobila znanstveni naziv doktorica živilskih znanosti. Raziskovalno delo je nato usmerila predvsem v proučevanje mikrobnih združb fermentiranih mlečnih izdelkov, prebavnega trakta, humanega mleka ter vpliva prehrane na razvoj in

sestavo črevesnega mikrobioma. Raziskuje bakteriocinogene mlečnokislinske bakterije in možnost njihove uporabe v zaščitnih starterskih kulturah ter probiotične bakterije in mehanizme njihove delovanja.

Od leta 2003 je redna profesorica pri predmetih s področij mlekarstva in prehrane. Od leta 2001 do 2010 je bila predstojnica Katedre za mlekarstvo in od leta 2010 naprej je vodja Inštituta za mlekarstvo in probiotike na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Od leta 2001 do 2009 je bila članica Komisije za znanstvenoraziskovalno delo Biotehniške fakultete in od leta 2005 do 2009 članica Komisije za raziskovalno in razvojno delo Univerze v Ljubljani ter podpredsednica Znanstvenega sveta za biotehniko pri Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Vključena je v različne nacionalne in mednarodne projekte. V priznanih znanstvenih revijah je objavila 83 znanstvenih člankov. Leta 2012 je prejela Jesenkovo nagrado Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani za življenjsko delo.



dr. **Rajka Božanić**, redna profesorica

Dr. Rajka Božanić je redna profesorica na Prehrambno-biotehnološki fakulteti Univerze v Zagrebu. Dela kot vodja Laboratorija za tehnologijo mleka in mlečnih proizvodov ter predava o mlekarstvu na dodiplomskem, diplomskem in doktorskem študiju.

Do zdaj je objavila 60 znanstvenih in 18 strokovnih del ter aktivno sodelovala na več kot 50 znanstvenih konferencah. Bila je mentorica pri šestinpetdesetih diplomskih, šestih magistrskih in treh doktorskih delih.

Je soavtorica univerzitetnega priročnika *Analiza mleka in mlečnih izdelkov* ter univerzitetnega učbenika *Mleko in mlečni izdelki*. Je članica uredniškega odbora strokovne revije s področja mlekarstva (*Mljekarstvo*) ter *Hrvaškega časopisa za prehrambno tehnologijo, biotehnologijo in nutricizem*.

Je članica Hrvaškega mikrobiološkega društva, upravnega odbora Hrvaške mlekarske zadruge in Društva prehrambnih tehnologov, biotehnologov in nutricionistov. Sodelovala je pri izdelavi petih pravilnikov za področje mlekarstva.

Leta 1988 se je znanstveno in strokovno izpopolnjevala na Inštitutu za mlekarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Izpopolnjevala se je tudi na Kraljevi veterinarski in kmetijski univerzi v Københavnu leta 2001 ter na Univerzi Varmije in Mazurije v Olstzynu leta 2006. Kot gostujoča profesorica je predavala o mlekarški problematiki na Kemijsko-tehnološki fakulteti v Splitu, Veleučilišču v Karlovcu, Biotehniški fakulteti v Bihaću, na Poljedelsko-prehrambni fakulteti v Sarajevu ter na Agronomski in prehrambno-tehnološki fakulteti v Mostarju.

Za zasluge je bila nagrajena z državno nagrado za znanost v letu 2012 v kategoriji *pomemben znanstveni dosežek* pri razvoju tehnologije predelave mleka in izboljšanju mlečnih izdelkov.



dr. **Bogdan Perko**, izredni profesor

Rodil se je 16. avgusta 1948 v Ljubljani. Je poročen in oče dveh otrok. Leta 1967 je maturiral v gimnaziji v Šentvidu nad Ljubljano.

Na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani je leta 1975 diplomiral na Oddelku za živilsko tehnologijo. Leta 1989 je zaključil specialistični študij Tehnologija mleka in si pridobil naziv specialist kmetijskih znanosti. Na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani si je pridobil akademski naziv doktor

živilskih znanosti z zagovorom doktorske disertacije *Vpliv fizikalno-kemičnih parametrov na kakovost sira parmezana*.

Leta 1977 se je zaposlil na Inštitutu za mlekarstvo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani kot strokovni sodelavec. Od leta 1980 do leta 1990 je bil asistent za področje predelave mleka na Katedri za mlekarstvo. Od leta 1990 do leta 2006 je bil docent na isti katedri. Tega leta je bil izvoljen v izrednega profesorja, ponovno pa je bil izvoljen v isti naziv leta 2011. Med službovanjem na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani je objavil 65 del s področja znanstvenoraziskovalne dejavnosti, 50 del iz pedagoške dejavnosti in 68 del s strokovno pospeševalnega področja. Študentom živilske tehnologije in zootehniko predava predmet Tehnologija predelave mleka.



dr. **Samir Kalit**, izredni profesor

Dr. Samir Kalit se je rodil 22. februarja 1969 v Zagrebu. Prvih pet let osnovne šole je končal v Bagdadu (v Iraku) v arabščini, preostalo osnovnošolsko in srednješolsko izobraževanje pa v Zagrebu.

Leta 1995 je diplomiral na Agronomski fakulteti Univerze v Zagrebu, smer živinoreja. Od takrat dela na Zavodu za mlekarstvo na isti fakulteti. Najprej je delal kot mladi raziskovalec, danes pa je kot izredni profesor predavatelj pri šestih modulih različnih študijskih

smereh. Znanstveno in strokovno usposabljanje je začel na Nizozemskem v študijskem središču IPC Livestock (Oenkerk), v švicarski državni visoki tehniški šoli v Zürichu (ETH Zürich) in na Univerzi v Guelphu v Kanadi.

Kot vodja ali sodelavec je bil dejaven pritrinajstih znanstvenih in strokovnih projektih. Je član Hrvaške mlekarske zadruge in urednik odbora revije s področja mlekarstva (*Mlekarstvo*). Do zdaj je recenziral več kot dvajset znanstvenih del in univerzitetni učbenik ter sodeloval pri dveh domačih in dveh evropskih projektih. Je strokovni svetovalec Zveze zadrug malih sirarjev Hrvaške (*SirCro*).

Do zdaj je objavil več kot sto znanstvenih in strokovnih del. Izdelal je več kot sto petdeset tehnično-tehnoloških elaboratov za gradnjo in opremo mlekarn in sirarn na Hrvaškem. Sodeloval je na več kot tridesetih znanstvenih in strokovnih konferencah, izvedel je štiri predavanja s povabilom (dvakrat na Kitajskem, enkrat v Indiji in na Hrvaškem).

Predaval je na treh tujih univerzah: na Univerzi v Mostarju v Bosni in Hercegovini, na Univerzi Wisconsin – Madison v ZDA in na Univerzi Mehmet Akif Ersoy v Burdurju v Turčiji. Je član strokovnega odbora za organoleptično ocenjevanje sira na Hrvaškem, v Sloveniji ter Bosni in Hercegovini. Dvakrat je bil sodnik na svetovnem prvenstvu sirarjev v Madisonu v Wisconsinu. Kot soavtor je objavil univerzitetni učbenik z naslovom *Sirarstvo*.



dr. **Bojan Matijević**, visokošolski profesor

Dr. Bojan Matijević se je rodil 15. januarja 1977 v Karlovcu. Leta 2000 je diplomiral je na Prehrambno-biotehnološki fakulteti Univerze v Zagrebu. Na isti fakulteti je leta 2004 magistriral in 2009 doktoriral. Od leta 2000 do 2005 je delal v družbi KIM Mljekara Karlovac kot tehnolog.

Od leta 2004 je sodeloval na Veleučilišču v Karlovcu kot asistent, od 1. avgusta 2005 pa je kot asistent redno zaposlen. Na Veleučilišču v Karlovcu mu je bil leta

2006 podeljen naziv predavatelja, leta 2009 pa naziv višjega predavatelja.

Za naziv visokošolskega profesorja je bil imenovan leta 2013. Predava in izvaja vaje s predmetnih področij splošne mikrobiologije, fizikalno-kemičnih lastnosti mleka, mikrobiologije mleka, opreme in procesov predelave mleka ter senzoričnega ocenjevanja prehrabnih proizvodov. Izdelal je Biološko-mikrobiološki praktikum in Sirarski praktikum Veleučilišča v Karlovcu, ki sta v redni uporabi veleučilišča od leta 2007. Bil je mentor pri petindvajsetih diplomskih in zaključnih delih.

Objavil je sedemnajst znanstvenih in enajst strokovnih del ter sodeloval na več znanstvenih in strokovnih kongresih. Je član Hrvaške mlekarske zadruge, Hrvaškega mikrobiološkega društva in Društva prehrabnih tehnologov, biotehnologov in nutricionistov. Prav tako je član matičnega odbora za področje biotehniških znanosti Sveta veleučilišč in visokih šol.



dr. **Irena Barukčić**, višja asistentka

Dr. Irena Barukčić se je rodila 18. maja 1981 v Dobroju (v BiH). Leta 2006 je diplomirala iz nutricizma na Prehrambno-biotehnološki fakulteti Univerze v Zagrebu. Leta 2007 se je vpisala na podiplomski doktorski študij prehranske tehnologije in 12. aprila 2013 doktorirala.

V obdobju od maja 2006 do julija 2007 je bila zaposlena kot sodelavkapri projektih implementacije sistema upravljanja, varnosti in kakovosti hrane. Dodatno se je

usposobila za uvajanje normativov, kot so ISO, HACCP, sistemov za certificiranje proizvodov zaščitene označbe porekla oz. geografske označbe.

V študijskem letu 2009/2010 je prejela štipendiji Hrvaškega sklada za znanost in Katoliške štipendijske organizacije (KAAD) iz Zvezne republike Nemčije.

Dodatno se je izobraževala na Tehniški univerzi v Münchnu, kjer je študirala en semester. Do zdaj je objavila enajst znanstvenih, dve strokovni in osem poljudnih del.

Sodelovala je tudi na številnih znanstvenih in strokovnih kongresih.

Je soavtorica univerzitetnega priročnika *Analiza mleka in mlečnih izdelkov*. Za dosežene rezultate je prejela tudi podporo Biotehniškega sklada za področje biotehniških znanosti z uporabo v gospodarstvu za leto 2010. Je stalna članica Hrvaške mlekarske zadruge, kjer sodeluje v uredništvu znanstvene revije s področja mlekarstva (*Mljekarstvo*), od leta 2008 pa je članica Hrvaškega društva prehrabnih tehnologov, biotehnologov in nutricistov.



dr. **Katarina Lisak Jakopović**, višja asistentka

Dr. Katarina Lisak Jakopović se je rodila 27. januarja 1985 v Zagrebu. Po končani Naravoslovno-matematični gimnaziji v Zaboku se je leta 2003 vpisala na Prehrambno-biotehnološko fakulteto Univerze v Zagrebu.

Leta 2008 je diplomirala iz prehrabnega inženirstva Prehrambno-biotehnološke fakultete Univerze v Zagrebu. Med študijem je prejela nagrado dekana za najboljše rezultate svoje generacije in nagrado dekana

za najboljše študentsko delo. Leta 2009 je na isti fakulteti diplomirala tudi iz nutricizma.

Od leta 2009 dela kot mlada raziskovalka v Laboratoriju za tehnologijo mleka in mlečnih izdelkov. Doktorirala je leta 2013. Prejela je štipendiji Hrvaškega sklada za znanost Republike Hrvaške in službe za izmenjavo študentov in znanstvenikov iz Zvezne republike Nemčije ter bila sprejeta na enoletno strokovno usposabljanje na Tehniški univerzi v Münchnu.

Objavila je enajst znanstvenih in šest strokovnih del. Z enajstimi referatje sodelovala na dvajsetih domačih in mednarodnih kongresih ter v delavnicah.

Kot strokovna sodelavka ali vodja projekta je sodelovala pri sedmih znanstvenih ter strokovnih domačih in mednarodnih projektih.

Poleg znanstvenoraziskovalne dejavnosti sodeluje pri laboratorijskih vajah in seminarjih na dodiplomski in diplomski ravni vseh smeri mlekarske stroke. Je članica Hrvaške mlekarske zadruge ter Društva prehrabnih tehnologov, biotehnologov in nutricistov.



Višnja Magdić, dipl. inž. agr.

Višnja Magdić se je rodila 9. januarja 1965 v Sisku, kjer je končala osnovno šolo in srednjo medicinsko šolo. Po končani srednji šoli se je vpisala na Agronomsko fakulteto Univerze v Zagrebu, na Oddelek za živinorejo. Diplomirala je leta 1989. Leta 1997 se je vpisala na podiplomski študij na Agronomski fakulteti Univerze v Zagrebu, kjer je specializirala sirarstvo in kozjerejo. Pripravlja prijavo teme disertacije.

Zaposlena je v kmetijski svetovalni službi kot višja strokovna svetovalka v izpostavi Slunj, v podružnici Karlovške županije. Njeni ožji področjista sirarstvo kot dopolnilna dejavnost družinskih kmetij in razvoj podeželja. Je članica in strokovna tajnica Zveze zadrug malih sirarjev Hrvaške (SirCro) in tajnica Zadruga malih sirarjev Karlovške županije (KORNI). Je idejni vodja projekta Cesta sira Karlovške županije. Objavila je tri znanstvena in dve strokovni deli ter sodelovala na številnih domačih in mednarodnih kongresih ter v delavnicah.



Danijela Stručić, dipl. inž. agr.

Danijela Stručić se je rodila v Koprivnici. Osnovo šolo in srednjo veterinarsko šolo je končala v Križevcih. Po končani srednji šoli se je vpisala v Višjo kmetijsko šolo, smer živinoreja, v Visoki kmetijski šoli (VGUK) v Križevcih.

Po končanju višje kmetijske šole in pridobitvi naziva inženir kmetijstva, smer živinoreja, se je vpisala v tretji letnik Agronomske fakultete Univerze v Zagrebu, smer živinoreja, kjer je diplomirala leta 2002 in pridobila

naziv diplomirana inženirka agronomije.

Od leta 2002 je zaposlena v Hrvaški kmetijski agenciji. Pripravnništvo je končala v Živinorejski službi Križevci, od leta 2004 pa dela v Osrednjem laboratoriju za kontrolo kakovosti mleka. Zadolžena je za poslovne stike s kupci in dejavno vključena v pripravo dokumentacije za laboratorije po standardih HRN, EEM, ISO/IEC 17025. Od leta 2009 je vodja laboratorija za kakovost mleka, od leta 2013 pa pomočnica direktorja Službe za kontrolo kakovosti kmetijskih pridelkov, znotraj katere so Osrednji laboratorij za kontrolo kakovosti mleka, Oddelek za kontrolo kakovosti hrane za živino, Oddelek za kontrolo kakovosti medu in Oddelek za kontrolo ocenjevanja zakola živine.

Naložba v vašo prihodnost
Operacijo delno financira Evropska unija
Evropski sklad za regionalni razvoj



Ulaganje u vašu budućnost
Operaciju dijelomično financira Europska unija
Europski 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

Ta publikacija je bila izdelana s finančno pomočjo Evropske unije.
Za vsebino publikacije je izključno odgovorno Veleučilište u Karlovcu
in v nobenem premeru ne izraža uradnega stališča Evropske unije.