

PROIZVODNJA POLUTVRDOG SIRA

Šimon, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic in Pozega / Veleučilište u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:923258>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



VELEUČILIŠTE U POŽEGI
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

Repository / Repozitorij:

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U POŽEGI



Dominik Šimon, 0113143868

PROIZVODNJA POLUTVRDOG SIRA

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2022. godine.

Veleučilište u Požegi

Poljoprivredni odjel

Preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija

PROIZVODNJA POLUTVRDOG SIRA

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA TEHNOLOGIJA AUTOHTONIH PREHRMBENIH
PROIZVODA

MENTOR: Ana Mrgan, dipl. ing.

STUDENT: Dominik Šimon

Matični broj studenta: 0113143868

Požega, 2022. godine

SAŽETAK

Sir je namirnica koja se u većini literature definira kao prirodni proizvod / namirnica koja se dobije zgrušavanjem mlijeka te se može jesti ili svjež ili u različitim stupnjevima svoje zrelosti. Polutvrđi sir spada u posebnu skupinu sireva koji se proizvode najčešće od kravljeg mlijeka, a tekstura im je kao što im samo ime govori polutvrda i čvrsta, ali mekša od tvrdih sireva. Oni mogu sadržavati od 54 % do 69 % vode u bezmasnoj suhoj tvari. Neke vrste polutvrđog sira su: gauda, edamer, emmentaler, trapist i mnogi drugi. U radu su prikazani parametri kontrole kvalitete osnovne sirovine, osnovnih faza u proizvodnom procesu, te kvalitete gotovog proizvoda. Rezultati prikazani u radu su: kvaliteta mlijeka na prijemu, tijekom tipizacije, kvaliteta salamure, temperature i vlage u komori za zrenje i kvaliteta gotovog proizvoda.

Ključne riječi: proizvodnja, polutvrđi sir, mlijeko, Gauda

SUMMARY

Cheese is a food that can be found in most literature under the definition that cheese is a natural product / food obtained by curdling milk and can be eaten either fresh or in different stages of maturity. Semi-hard cheese belongs to a special group of cheeses that are produced mostly from cow's milk, and their texture is, as the name suggests, semi-hard and firm, but softer than hard cheeses. They can contain from 54 % to 69 % water in the lean substance. Types of semi-hard cheese include Gouda, Edamer, Emmentaler, Trappist and many others. The paper presents the quality control parameters of the basic raw material, the basic stages in the production process, and the quality of the finished product. The results presented in the paper are: quality of milk at reception, during typing, quality of brine, temperature and humidity in the ripening chamber and quality of the finished product.

Keywords: production, semi-hard cheese, milk, Gouda

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Sir	2
2.1.1. Podjela sira	4
2.2. Polutvrđi sir	4
2.2.1. Obrada mlijeka za proizvodnju polutvrđog sira	7
2.2.2. Sirenje mlijeka za proizvodnju polutvrđog sira	9
2.2.3. Soljenje polutvrđog sira	11
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	14
3.1. Tehnološki proces proizvodnje polutvrđog sira	14
3.2. Laboratorijske analize mlijeka i polutvrđog sira	17
3.2.1. Određivanje gustoće mlijeka	17
3.2.2. Određivanje pH mlijeka	17
3.2.3. Određivanje kiselosti mlijeka	17
3.2.4. Određivanje mliječne masti u mlijeku po Gerberovoj metodi	17
3.2.5. Određivanje ukupne suhe tvari u mlijeku	18
3.2.6. Određivanje bjelančevina, laktoze i bezmasne suhe tvari	18
3.2.7. Određivanje aflatoksina i antibiotika	19
3.2.8. Određivanje leđišta	19
3.2.9. Određivanje temperature mlijeka	20
3.2.10. Određivanje koncentracije soli u salamuri	20
3.2.11. Određivanje vode i mliječne masti u gotovom proizvodu	20
4. RASPRAVA I REZULTATI	22
5. ZAKLJUČAK	26
LITERATURA	27

1. UVOD

Sir je namirnica koja se u većini literature može pronaći pod uvijek istom definicijom, a ta definicija većinom glasi da je sir prirodni proizvod / namirnica koja se dobije zgrušavanjem mlijeka te se može jesti ili svjež ili u različitim stupnjevima svoje zrelosti. „U proizvodnji sireva dozvoljeno je upotreba starter kultura, sirila i / ili drugih odgovarajućih koagulacijskih enzima i / ili dozvoljenih kiselina za koagulaciju, natrij-klorid, pitka voda i odgovarajući neškodljivi enzimi koji doprinose razvitku okusa“.

Najosnovnija podjela sira, podjela s obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira, je na ekstra tvrde sireve, tvrde sireve, polutvrde sireve, meke sireve i svježere sireve te je to i prva podjela sira koja se može pronaći u Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (NN 20/2009).

Proizvodnja sira ima vrlo dugu tradiciju kako u svijetu tako i u Hrvatskoj i razvijala se kroz mnogo stoljeća. Ljudi su prvotno koristili životinje zbog njihovog mesa no kasnije su shvatili da mogu dobiti i mlijeko od njih. Stvaranje sira došlo je sasvim slučajno. „Klimatski uvjeti i nomadski način života pogodovali su grušanju kazeina djelovanjem kiseline, nastale vrenjem mlijeka pod utjecajem bakterija mliječne kiseline prirodno prisutnih u mlijeku.“ U starome vijeku dolazi do širenja znanja o proizvodnji sira no drevne civilizacije Azije ga nisu konzumirale u tolikoj mjeri zbog pretpostavke o njihovoj intoleranciji na laktozu. U srednjem vijeku i drugi narodi započinj s proizvodnjom sira te su Rimljani i Grci prednjačili u proizvodnji. „Uglavnom su se proizvodili sirevi od kozjeg i ovčjeg mlijeka, koji su bili slični Feti. Brojni povijesni zapisi opisuju ove sireve kao jako slane, a čije kriške plutaju u slanoj vodi“. Otkrićem Amerike i proizvodnja sira se proširila na „novi svijet“. Nakon prve industrijske revolucije započinje suvremeno doba sirarstva. „Suvremeno sirarstvo karakterizira razvoj kemijskih metoda za kontrolu kvalitete mlijeka, ali i procesa proizvodnje sira što je olakšalo samo vođenje i praćenje proizvodnje“ (Matijević, 2015, URL).

Posljednjih godina u svijetu proizvodnja sira je najveća u Sjedinjenim Američkim Državama, ali su Švicarska, Danska, Nizozemska, Njemačka i Francuska najpoznatije po proizvodnji autohtonih sireva.

Kada se govori o proizvodnji sira u Hrvatskoj, na otocima se većinom rade ovčji sirevi, a najpoznatiji je „Paški sir“. U Hrvatskoj se u seoskim domaćinstvima najčešće proizvode meki / svježeri sirevi. Što se tiče industrijskih proizvođača, trenutno najpoznatiji proizvođač je Dukat, u čijem sastavu je i dobro poznata Sirela koja je posebna po svojoj

proizvodnji polutvrdih i tvrdih sireva, Vindija, te Zdenka koja je poznata po proizvodnji topljenog sira.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Sir

Sir je u većini stručne literature definiran kao prirodni proizvod koji se dobiva zgrušavanjem mlijeka i obradom sirnog zrna, a može se konzumirati ili svjež ili u raznim stupnjevima zrelosti. Prema Ivanković (2016, URL) sir je proizvod s različitim stupnjem zrelosti koji se dobiva odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka, vrhnja, sirutke ili njihovih mješavina.

Postoje mnoge razlike u proizvodnji raznih vrsta sireva. „U proizvodnji svježega mekog sira grušanje se provodi djelovanjem kiselina nastalih fermentacijom mliječnoga šećera (laktoze) s pomoću bakterija mliječno-kiseloga vrenja (što može trajati 12 do 16 sati) te se stvara kiseli gruš (pH \approx 4,6), a u proizvodnji ostalih sireva grušanje se provodi djelovanjem proteolitičkih enzima (sirišnih preparata mikrobnog ili životinjskoga podrijetla) u prisutnosti kalcijevih iona te se već nakon 40 do 60 min stvara slatki gruš“ (Hrvatska enciklopedija, URL). Gruš se odvaja od sirutke na način da se zagrijava na visokim temperaturama pri čemu se grušaju termolabilne bjelančevine, kako bi se stvorio slatki sirutkin gruš. Guševi se cijede i tada nastaju meki sirevi, koji su svježiji i imaju često kraći rok trajanja od drugih sireva.



Slika 1. Mladi kravljji sir (Dobra kuhinja, 2021, URL)

Da bi se dobili zreli sirevi koji su trajniji od mekih sireva potrebno je obraditi slatki mliječni gruš. Trajnost sira ovise i o udjelu vode kao i udjelu mliječne masti te soli, ali također i raznim čimbenicima kao što su uvjeti čuvanja sira i uvjeti zrenja. Obrada sira se sastoji od usitnjavanja, miješanja uz zagrijavanje, zatim cijedenja i oblikovanja, a na kraju prešanja i soljenja. Svaki sir ima svoja karakteristična svojstva po kojima je poznat, a ta svojstva sir poprima tijekom zrenja u zrionici, a samo zrenje može trajati do nekoliko godina, ovisno o vrsti. Tako primjerice zrenje ementalera može trajati čak i do godinu dana (Hrvatska enciklopedija, URL).

Mikrobne kulture koje se dodaju pri proizvodnji sira pogoduju nastanku sastojaka arome jer razgrađuju bjelančevine i laktozu, a neke kulture čak pogoduju i stvaranju plina zbog čega neke vrste sireva mogu imati veće ili manje rupice, kao primjerice trapist, ementaler i grojer.



Slika 2. Emmentaler (Rosi Stoyanova, n.d., URL)

Na okuse, boju, mirise, koru, teksturu, poroznost i ostale karakteristike sira uvelike utječu temperatura, vlažnost i protok zraka u prostoru u kojemu se sir čuva, te stoga postoji velika razlika u sirevima.

2.1.1. Podjela sira

Sirevi se mogu podijeliti prema raznim značajkama koje utječu na njegovu proizvodnju

kao što su: količina mliječne masti, vode, vrsti proteina, vrsti mlijeka, prema načinu grušanja mlijeka, konzistenciji sira, te na kraju prema vremenu zrenja.

Prema vrsti proteina sir se može podijeliti na albuminske sireve, kazeinske sireve i kazeinsko-albuminske sireve. Kazeinski sirevi su proizvedeni od mlijeka, albuminski od sirutke, a kazeinsko-albuminski sirevi od mlijeka i sirutke zajedno.

Nadalje prema vrsti mlijeka razlikuju se ovčji, kozji, kravli i bivolji sir. Količina masti u suhoj tvari sira varira u postotku te tako postoje vrlo masni sirevi čiji je postotak veći od 60 %, zatim punomasni sirevi kojima postotak varira između 45 – 60 %, nadalje polumasni sirevi čiji se postotak kreće između 25 – 45 %, postoje još i malomasni (12 – 25 %) i posni sirevi (< 50 %). Sir se može podijeliti i prema količini vode u siru i to na jako tvrde sireve koji imaju malu količinu vode, točnije manju od 34 %, na tvrde sireve koji sadrže srednju količinu vode 35 – 45 %, te na polutvrde (45 -55 %) i polumeke odnosno meke sireve koji sadrže najveću količinu vode od svih sireva, čak do 80 % (Šarić, 2020, URL).

Kako navodi Šarić (2020, URL) sir se može podijeliti i prema načinu grušanja mlijeka i to na kiseli, slatki i mješoviti sir. Kiseli sir nastaje djelovanjem kiseline kako i samo ime kaže, slatki djelovanjem enzimskih pripravaka, a mješoviti kombinacijom djelovanja kiseline i enzima sirila. Prema konzistenciji sira, sirevi se dijele na jako tvrde, tvrde, polutvrde, polumeke te na kraju meke ili svježje. Na kraju sirevi se mogu podijeliti i prema vremenu zrenja i to na sireve bez zrenja, sireve sa zrenjem, ali uz pomoć bakterija, te na sireve sa zrenjem uz pomoć plemenitih plijesni.

2.2. Polutvrđi sir

Polutvrđi sir spada u posebnu skupinu sireva koji se proizvode najčešće od kravljeg mlijeka, a tekstura im je kao što ime samo govori polutvrda i čvrsta, ali mekša od tvrdih sireva. Karakteristika polutvrđih sireva je i količina vode u bezmasnoj tvari koja se kreće od 54 – 69 %. “Kvaliteta polutvrđih sireva ovisi o aktivnosti starter kultura i temperature tijekom proizvodnje, te temperature zrenja koja je jako važna za kvalitetu konačnog proizvoda.” (Šarić, 2020, URL). Polutvrđi sirevi se proizvode od mlijeka, soli, sirila, mljekarske kulture, kalcijeva klorida i lizozima. Polutvrđi sirevi se ne preporučuju osobama koje su intolerantne

na laktozu i jaja upravo zbog toga što sadrže određene količine laktoze i lizozima (Šarić, 2020, URL).

Kao što se sirevi dijele prema raznim značajkama kao što je udio vode ili masnoće, tako se i unutar skupine sirevi mogu podijeliti. Pa tako u vrste polutvrdog sira spadaju: gauda, edamer, ementaler, trapist i mnogi drugi.

Gauda je vrsta polutvrdog sira koji se proizvodi od kravljeg mlijeka. Kolut gauda zna težiti do 20 kg te može zrijeti od 4 tjedna do 3 godine. „Postoji šest gradacija zrenja goude: mladi sir zrije 4 tjedna, mladi zreliji sir od 8 do 10 tjedana, zreli sir od 16 do 18 tjedana, ekstra zreli od 7 do 8 mjeseci, stari sir od 10 do 12 mjeseci, a kod vrlo starog sira zrenje traje više od godinu dana“ (Sirevi hr, 2017, URL).



Slika 3. Gouda (Sirevi hr, 2017, URL)

Edamer je vrsta polutvrdog sira koji je poznat po tome da nema veoma blagi neizraženi miris te je umjereno kiselkast. Također još jedna poznata karakteristika ovog sira je nizak postotak masti (Sve o siru: edamer: 2018, URL).



Slika 4. Edamer (Sirevi hr, 2018,URL)

Ementaler je vrsta polutvrdog sira kojeg karakteriziraju rupice te njegova žuta boja. Rupe na ementaleru nastaju oslobađanjem ugljikovog dioksida do kojeg dolazi zbog trošenja mliječne kiseline jedne od bakterija koje su potrebne za proizvodnju ementalera te se tada ugljikov dioksid skuplja u balončićima te tako nastaju karakteristične rupe (Sirevi hr, 2018, URL).



Slika 5. Ementaler (Sirevi hr, 2018, URL)

Trapist je vrsta polutvrđog sira koji se proizvodi od kravljeg mlijeka, kao i gauda. Trapist je malo masniji od ostalih polutvrđih sireva te je poznat po svojoj slamnato-žutoj boji te karakterističnom kiselkastom okusu (Sirevi hr, 2017, URL).



Slika 6. Trapist (Sirevi hr, 2017, URL)

2.2.1. Obrada mlijeka za proizvodnju polutvrđog sira

Tehnološki proces proizvodnje svakog sira kreće od prijema mlijeka. Mlijeko mora biti ispravno te se njegova kvaliteta prvo ispituje u laboratoriju, mora biti dobre mikrobiološke kvalitete i najvažnije bez antibiotika.

Sirovo mlijeko se sakuplja na farmama te se dovozi do mljekare u posebnim cisternama ili specijalnim vozilima. „Bez obzira proizvodi li se sir na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu ili u većem sirarskom pogonu, mlijeko prije prerade treba ohladiti na temperaturu do + 4°C i čuvati neko vrijeme (do 24 sata) kako bi završila baktericidna faza i kako bi mlijeko bilo prikladno za sireenje“ (Kalit, 2015, URL). Prijemni odjel se sastoji od centrifugalne pumpe, cijevnog filtera za filtriranje mlijeka, odvajača pjene i zraka, mjerača protoka i CIP sustava (Cleaning in space) koji omogućuje čišćenje i pranje u zatvorenom sustavu, tvornicama i sl. Kada mlijeko stigne u mljekaru na prijemni odjel, uzima se uzorak iz cisterne i radi se brza analiza mlijeka na antibiotike i aflatoksine. Ako su testovi negativni tada započinje pretakanje mlijeka iz cisterne u tank gdje se skladišti maksimalno 48

sati na + 4°C. Mlijeko u tanku se povremeno promiješa kako ne bi došlo do izdvajanja mliječne masti.

Sljedeći postupak u procesu proizvodnje polutvrđog sira je pasterizacija. „Cilj toplinske obrade mlijeka jest biološka standardizacija kvalitete mlijeka za sirenje“ (Kalit, 2015, URL). Cilj pasterizacije je minimaliziranje mogućih zdravstvenih rizika od strane patogenih mikroorganizama.

“U sirarstvu se najčešće koriste dvije vrste pasterizacije:

- niska pasterizacija od najmanje 63 °C u trajanju od najmanje 30 minuta (šaržna, diskontinuirana, kotlasta pasterizacija)
- srednja pasterizacija od najmanje 72 °C u trajanju od najmanje 15 sekundi (pločasta pasterizacija)
- visoka pasterizacija (85 °C u trajanju od najmanje 1 minute) rijetko se koristi u sirarstvu jer narušava sposobnost grušanja mlijeka” (Kalit, 2015, URL).

Baktofuge se koriste radi poboljšanja bakteriološke kvalitete mlijeka. Baktofugacija mlijeka se provodi na temperaturi od 55 do 60 °C. Baktofugacijom se može izdvojiti 80-90 % bakterija te 90-95 % spora. Pri višoj temperaturi baktofugacije dolazi i do odvajanja micela kazeina. Da bi se izbjegli gubici kazeina i mlijeka, baktofugat se sterilizira i vraća u baktofugirano mlijeko. Mlijeko nakon što izađe iz bakterofuga odlazi na separator gdje se obire masnoća (Ban, 2016, URL).

Separacija mliječne masti se provodi u separatorima koji rade na principu centrifugalne sile odnosno odvajaju tvari na bazi razlike njihove gustoće. Bakterije i razne nečistoće se uklone iz mlijeka jer su veće gustoće od mlijeka, a masnoća ima manju gustoću. Mliječna mast se iz mlijeka izdvaja u obliku vrhnja te se vrhnje sa posebnim cjevovodima odvaja i skladišti u tankovima za vrhnje (Ban, 2016, URL).



Slika 7. Bakterofug i separator (Izvor: autor)

Standardizacija mlijeka je postupak pripreme poluproizvoda ili sirovine za određeni proizvod. „Standardizacija mlijeka u sirarstvu provodi se kako bi se anulirale sezonske varijacije u kvaliteti mlijeka, odnosno kako bi se odnos između kazeina i masti u mlijeku za sirenje doveo u optimalni odnos od 0,7:1“ (Kalit, 2015, URL).

2.2.2. Sirenje mlijeka za proizvodnju polutvrđog sira

Transport mlijeka od tankova do sirane vrši se zatvorenim sistemom cjevovoda i prolazi kroz mjerač protoka kako bi se mogla pratiti količina zaprimljenog mlijeka nakon čega mlijeko ulazi u zgotovljače.



Slika 8. Zgotovljač (Izvor: autor)

„Od dodataka u proizvodnji sira najčešće se koristi kalcijev klorid (CaCl_2 ; za bolja svojstva grušanja mlijeka), enzim lizozim (za sprječavanje kasnog nadimanja sira), enzimi za ubrzanje zrenja sira (lipaze) i boje (anato/ β -karoten)“ (Kalit, 2015, URL).

Nakon toga dodaje se kultura mikroorganizama, kako bi se osigurao normalan tijek proizvodnje sira i spriječio razvoj nepoželjnih termorezistentnih mikroorganizama koji su preživjeli pasterizaciju. „Mljekarske kulture su prirodne bakterije mliječne kiseline izolirane iz najkvalitetnijih sireva ili drugih mliječnih proizvoda koje se u proizvodnji fermenti ranih

mliječnih proizvoda (gdje ubrajamo veliku većinu sireva) obvezno dodaju u koncentriranom obliku (velikom broju) ako je mlijeko prethodno pasteurizirano“ (Kalit, 2015, URL).

U proizvodnji sireva koriste se bakterije mliječne kiseline, a posebno imaju značaj mikroorganizmi iz roda *Streptococcus* i *Lactobacillus*. Kod proizvodnje polutvrdih sireva obično se dodaju 2 soja *Streptococcus*. Jednom soju je optimalni razvoj na temperaturi od 30 °C, a drugom na temperaturi od 20 °C. Fermentacija traje 25-30 min. 30 minuta nakon što se doda kultura mikroorganizama, zrijač se napuni mlijekom do kraja te se dodaje sirilo. “Sirilo je smjesa enzima koja vrši vrlo kontroliranu i specifičnu proteolizu (razgradnju proteina) na kazeinu (glavnom proteinu mlijeka) pri čemu mlijeko prelazi iz tekućeg u kruto agregatno stanje što je prvi korak u probavi majčina mlijeka u želucu mladunčadi sisavaca“ (Kalit, 2015, URL). Kod dodavanja sirila važna je kiselost, odnosno pH mlijeka u trenutku dodavanja sirila što je određeno recepturom proizvođača. Temperatura sirenja je između 30-35 °C, a grušenje mlijeka započinje već nakon 5-6 minuta nakon dodatka sirila. Obično se mlijeko miješa 3-5 minuta nakon što se doda sirilo. Nakon miješanja mlijeko treba mirovati 40 minuta kako bi došlo do pravilnog stvaranja gruš. „Gruš je prilično stabilna čvrsta faza nastala kemijsko-fizikalnim promjenama iz tekućeg mlijeka koja u sebi zadržava cjelokupnu količinu vodene faze mlijeka prilikom stajanja“ (Kalit, 2015, URL).

Gruš je spreman za rezanje 40 minuta nakon dodatka sirila. „Najčešća metoda, koju sirari obično koriste za određivanje svršetka zgrušavanja, jest uranjanje ruke ili štapa u gruš i podizanje gruš pri čemu on puca. Jasna pukotina sa zelenom sirutkom u bazi je pokazatelj da je gruš spreman za rezanje“ (Kalit, 2015, URL). Nakon rezanja gruš i ispuštanja dijela sirutke radi se dogrijavanje gruš vodom temperature 56-60 °C (30 % manje vode od količine oduzete sirutke) uz konstantno miješanje. Dogrijavanje gruš ima svrhu da se iz gruš iscijedi što više sirutke za vrijeme dok se još nalazi u zgotovljaču te je veoma važan postupak kod sirenja polutvrdih sireva jer o tome ovisi sam tok zrenja.

Gruš i sirutka se transportiraju cjevovodom iz zgotovljača u predprešu. Predprešanje gruš se vrši u mehaniziranim kadama koje na dnu imaju odvod koji odvodi sirutku iz predpreše, a gruš ostaje na površini. Nakon što se završi sa predprešanjem gruš se sa posebnim metalnim lopatama ravnomjerno rasporedi po bazenu te započinje prešanje.

„Svrha prešanja je:

- stapanje sirnih zrna u sirnu masu i oblikovanje kompaktnog (koluta) sira kojim je omogućena laka manipulacija
- izdvajanje suvišne sirutke

- „peglanje kore sira“ koja uvjetuje nastajanje glatke zatvorene površine što omogućuje jednostavnu njegu sira tijekom zrenja“ (Kalit, 2015, URL).

Dužina prešanja ovisi o vrsti sira, a polutvrđi sirevi se prešaju 25-30 minuta pri tlaku od 2 bara. Nakon prešanja stvori se kompaktna masa koja linijom dolazi na čelične noževe koji režu masu na podjednake blokove, veličine 320x268 mm. Blokovi sira linijom dalje upadaju u plastične kalupe koji se automatski zatvaraju plastičnim poklopcem te odlaze na prešanje. Prešanje se odvija u 4 faze pod različitim tlakovima. Prva faza traje 5 minuta pod tlakom od 1 bara, druga faza traje 10 minuta pod tlakom od 1,7 bara, treća faza traje 15 minuta pod tlakom od 2,9 bari i četvrta faza traje 30 minuta pod tlakom od 5 bara. Nakon što se završi prešanje, plastični kalupi se automatski okreću kako bi sir ispao na traku koja ga odvodi do kade na salamurenje (Interni podaci mljekare).



Slika 9. Predpreša (Izvor: autor)

2.2.3. Soljenje polutvrđog sira

Soljenje polutvrđog sira se radi u pripremljenoj salamuri. „Soljenje je postupak kojim se zaustavlja daljnji tijek fermentacije (zakiseljavanja sirnog tijesta), osobito u proizvodnji tvrdih sireva kod kojih se koriste termofilne, na sol netolerantne bakterije mliječne kiseline“

(Kalit, 2015, URL). Salamura se dobije tako što se doda oko 30 kg soli na 100 L vode, nakon čega se otopina pasteurizira na 72 °C. Nakon toga salamura se ohladi na 10-20 °C i spremna je za uranjanje sira. Sir koji dolazi trakom slaže se na drvene kašete te se uranja u bazen sa salamutom, te mora odstojati minimalno 48 sati. Tijekom salamutenja potrebno je dodavati sol, jer se njena koncentracija prelaskom u sir smanjuje u salamuri. Isto tako koncentracija soli se smanjuje i radi otpuštanja sirutke iz sira i time se stvaraju uvjeti za kvarenje sira. Zbog toga je potrebna stalna kontrola kvalitete salamure, i mora se mijenjati svakih 10-15 dana (Čuklić, 2014, URL). Uloga salamutenja sira je ta da se otpusti višak sirutke koji je zaostao u siru nakon prešanja te kako bi se smanjila njegova kiselost radi boljeg okusa. Također, sol utječe na mikrobiološku ispravnost sira jer sol inhibira rast mikroorganizama (Ivanković, 2016, URL).

Nakon što se sir izvadi iz salamure, odvozi se u zriionu koja mora biti suha, čista i mora imati stalnu temperaturu od +4 do +10 °C. U zriionu ne smije biti drugih proizvoda kako sir ne bi pokupio strane mirise. Sir se slaže na police od drveta tako što se najmlađi sir slaže na donje etaže, a što je sir stariji premješta se prema vrhu etaže. Tijekom zrenja sira dolazi do čitavog niza fizikalnih, kemijskih i biokemijskih procesa u siru. Npr. djelovanjem bakterija mliječne kiseline, mliječni šećer se tijekom zrenja pretvara u mliječnu kiselinu. Niska temperatura u zriionu usporava rast i razmnožavanje mikroorganizama i samim time stvaranje pora u siru. Polutvrđi sirevi zriju 3-4 tjedna, nakon čega se provjerava njegova kvaliteta i mogućnost pakiranja i slanja na tržište (Ivanković, 2016, URL).



Slika 10. Sir u komori za zrenje (Izvor: autor)

Blokovi sira koji se vade iz zrone, sa malim noževima se očiste po površini od raznih nečistoća ili komada drveta. Nakon toga se sir stavlja na automatsku liniju kojom dolazi do čeličnih noževa koji režu blok sira na 3 jednaka dijela, veličine 320x90 mm i odlaze na vakumiranje. Upakirani sir tada odlazi na pakericu gdje se lijepo deklaracije, te se slaže u kutije na palete i šalje u skladište na temperaturu čuvanja od +8 do +16 °C do odlaska u prodaju. „Neki su sirevi vrlo osjetljivi na potresanje i gnječenje te se tome mora prilagoditi ambalaža u kojoj se prevoze. U suprotnom, zbog vanjskih i unutarnjih deformacija i oštećenja, kvaliteta sira bila bi umanjena“ (Kalit, 2015, URL).

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

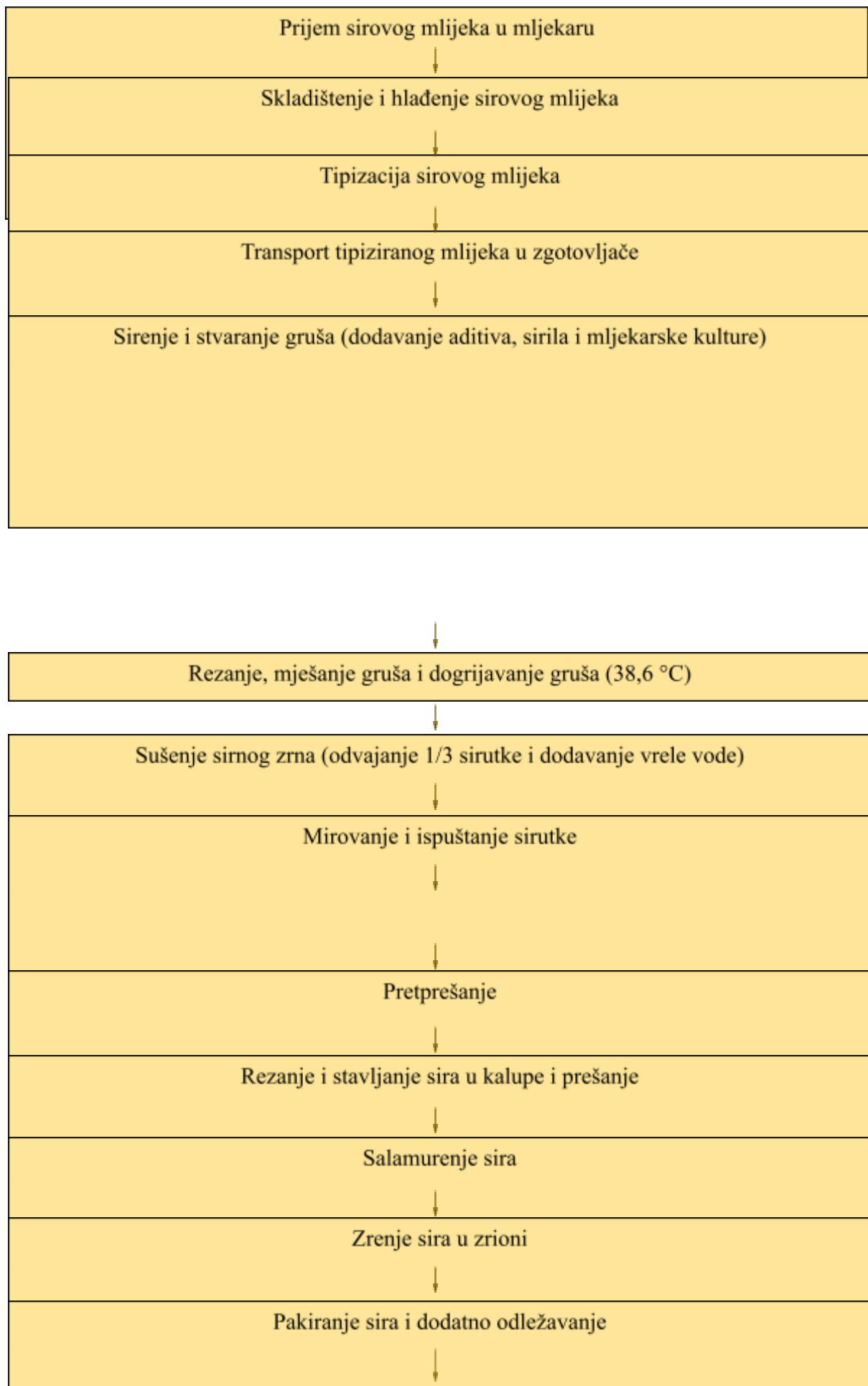
3.1. Tehnološki proces proizvodnje polutvrdog sira

Sve mlijeko koje se doprema u mljekaru na preradu mora proći provjeru kvalitete. Uzorci se uzimaju iz cisterni i ukoliko osnovni ispitivani parametri zadovoljavaju, mlijeko se može zaprimiti. Tijekom istakanja uzima se uzorak mlijeka iz protoka za daljnju analizu. Analizirani parametri su: antibiotici, aflatoksini, pH, temperatura, gustoća, bjelančevine, suha tvar i mliječna mast. Ukoliko ne ide odmah u preradu mlijeko se skladišti na + 4 °C.

Mlijeko koje odmah ide u preradu za proizvodnju plutvrdog sira podvrgava se postupku pasterizacije na 74 °C i obiranju na separatoru, odnosno pripremi tipiziranog mlijeka. Za proizvodnju polutvrdog sira mlijeko se tipizira na 2,90 -3,10 % mliječne masti. Mlijeko prolazi kroz bakterofugu kako bi se uklonili neželjeni mikroorganizmi.

Mlijeko nakon tipizacije ulazi u zgotovljače ili sirne kade (spremnici za fermentaciju i rezanje sirne mase), zagrijava se na 32,6 °C te se mlijeku dodaje: bojilo (CHY-MAX Powder Extra NB) koje daje siru zlatno-žutu boju, CaCl₂ (pospješuje stvaranje gruša), mikroba kultura (Lyofast MT 096 FEN) radi fermentacije mlijeka i sprječavanje rasta patogenih mikroorganizama, te prirodno sirilo (Caglifacio clerici) koje dodatno potiče zgrušavanje mlijeka. Fermentacija mlijeka je na temperaturi od 38,6 °C. Gruš je spreman za rezanje 40 minuta nakon dodatka sirila. Nakon što se gruš izreže s čeličnim noževima na veličinu od 6-15 mm, 1/3 sirutke se ispusti iz zgotovljača te se dodaje topla voda temperature 56-59 °C. Dogrijavanje gruša ima svrhu da se iz gruša iscijedi što više sirutke za vrijeme dok se još nalazi u zgotovljaču, to je veoma važan postupak kod sirenja polutvrdih sireva jer o tome ovisi sam tijek zrenja. Gruš i ostatak sirutke se šalje u pretprešu gdje se gruš preša kako bi se stvorila kompaktna masa i kako bi se zaostala sirutka iscijedila iz gruša. Kompaktna masa se zatim čeličnim noževima reže na blokove jednake veličine koji ulaze u posebne kalupe te se tako sve zajedno ponovno šalje na prešanje s 4 različita tlaka: prvih 5 minuta tlakom od 1 bara, sljedećih 10 minuta tlakom od 1,7 bara, zatim 15 minuta tlakom od 2,9 bara i 30 minuta tlakom od 5 bara. Nakon toga sir se stavlja na drvene police i odlazi na salamurenje 48 sati. Tijekom salamurenja sir otpušta višak sirutke te sol iz salamure utječe na njegovu mikrobiološku ispravnost. Nakon 2 dana salamurenja, sir se premješta u komoru za zrenje gdje ostaje minimalno 24 sata te se nakon toga šalje na pakiranje gdje se pakira u predviđenu ambalažu. Tako upakirani sir se slaže natrag u komoru za zrenje te se nakon 20 dana

analizira. Ako je sir zadovoljio sve parametre i kriterije šalje se u prodaju (Interni podaci proizvođača).



Slika 11. Shematski prikaz tehnološkog procesa proizvodnje polutvrdog sira (Interni podaci mljekare)

3.2. Laboratorijske analize mlijeka i polutvrdog sira

3.2.1. Određivanje gustoće mlijeka

Gustoća se određuje pomoću uređaja koji se zove laktodenzimetar pri temperaturi mlijeka od 15 °C, te preračunava na vrijednost od 20 °C. Laktodenzimetar se sastoji od 2 skale (jedna pokazuje temperaturu, a druga gustoću). Laktodenzimetar se stavlja u menzuru od 1000 mL koja je do vrha napunjena mlijekom. Rezultati se pokazuju već nakon 2 minute kada se laktodenzimetar u potpunosti smiri. Rezultati se iskazuju u g/cm³. Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, NN 27/2017, sirovo mlijeko ne smije imati gustoću nižu od 1,028 g/cm³ na temperaturi od 20 °C.

3.2.2. Određivanje pH mlijeka

pH predstavlja je negativan logaritam koncentracije vodikovih iona ($\text{pH} = -\log \text{H}^+$). pH mlijeka mjeri se pH-metrom. pH-metar se uranja u čašu s mlijekom te se lagano miješa dok se na zaslonu ne pojavi pH vrijednost. Važno je prije uranja pH-metra u mlijeko vrlo dobro oprati elektrodu destiliranom vodom. Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka vrijednost pH za sirovo mlijeko može se kretati od 6,5 do 6,7 (NN 27/2017).

3.2.3. Određivanje kiselosti mlijeka

Kiselost se određuje posebnom titracijskom metodom koja se zove metoda po Soxhlet-Henkeli, te se kiselost izražava u °SH stupnjevima. Odpipetira se 20 mL mlijeka u prozirnju čašu te se doda nekoliko kapi fenolftaleina i titrira s 0,1M NaOH do prve promijene boje mlijeka u blago ružičastu boju. Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, dozvoljena kiselost je od 6,0 do 6,8 °SH (NN 27/2017, URL).

3.2.4. Određivanje mliječne masti u mlijeku po Gerberovoj metodi

U butirometar se odmjeri 10 mL sulfatne kiseline, odpipetira se 5 mL mlijeka i 1 mL izoamilnog alkohola te se zatvori gumenim čepom. Amilni alkohol dodaje se kako bi se napravila razlika između mliječne masti i sulfatne kiseline. Sve zajedno se dobro promiješa pazeći da čep ostane na mjestu kako se ne bi sve prosipalo. Mučka se do promijene boje u tamnije smeđu. Prilikom mućkanja dolazi do zagrijavanja butirometra i tada se stavlja u centrifugu na 5 minuta na temperaturu od 65 °C. Nakon toga butirometar se stavlja na svjetlo te se na taj način očitava sadržaj masti.

3.2.5. Određivanje ukupne suhe tvari u mlijeku

Suha tvar u mlijeku određuje se sušenjem u sušioniku (isparavanje vode iz uzorka pri temperaturi od 102 °C). Mlijeko se zagrijava i dobro promiješa s ciljem da se mast jednako raširi po cijelom uzorku. Nakon toga posudice i poklopac se zagrijavaju na jednakoj temperaturi koja se koristi pri sušenju u sušioniku te se nakon 30 minuta prebacuju u eksikator kako bi se ohladili. Odpipetira se 10 mL mlijeka te se stavlja u posudu, posudica s mlijekom se suši 2 sata na temperaturi od 102 °C. Posudica zajedno s poklopcem stavi se 30 minuta u eksikator, nakon što se ohlade, važu se s točnošću od $\pm 0,1$ mg.

3.2.6. Određivanje bjelančevina, laktoze i bezmasne suhe tvari

Bjelančevine, laktoza i bezmasna suha tvar određuju se putem uređaja koji se naziva Milkoscan FT1. Milkoscan je uređaj koji daje točne rezultate sirovog mlijeka unutar 30 sekundi. Kod analiziranja dovoljno je uzeti 1 mililitar sirovog mlijeka kako bi se očitani svi potrebni parametri. Prema pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, mlijeko mora imati najmanje 2,5 %, a najviše 4 % bjelančevina, bezmasna suha tvar ne smije biti niža od 8,5 %, a laktoza mora biti između 4,5-5 % (NN 27/2017).



Slika 12. Milkoscan (Dairy foods, 2014, URL)

3.2.7. Određivanje aflatoksina i antibiotika

Aflatoksini i antibiotici određuju se putem uređaja koji se naziva Readsensor, ali različitim testovima. Aflatoksini se određuju testom MRL aflatoksin, a antibiotici testom Quad RUS. Antibiotici i aflatoksini mogu se određivati istovremeno. Kod određivanja antibiotika test traka se stavi u inkubator, preko test trake postavi se pipeta uz stjenku jažice za uzorak te se u jažicu odpipetira 300 μ L mlijeka, poklopac se zatvori i nakon 6 minuta se dobiju rezultati. Mlijeko ne smije sadržavati antibiotike kako bi se smatralo ispravnim.



Slika 13. Readsensor 2 (Noack group, n.d., URL)

3.2.8. Određivanje leđišta

Ledište mlijeka određuje se krioskopskom metodom na uređaju Cryoscope 4C3. Mlijeko se stavlja u kivete veličine 2,5 mL te se zatim kivete s mlijekom stavljaju u Cryoscope 4C3 i nakon 5 minuta dobiju se rezultati koji su iskazani u °C. Prema pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka sirovo mlijeko ne smije imati točku ledišta višu od -0,517 °C (NN 27/2017).



Slika 14. Cryoscope 4C3 (Labodidactica, n.d., URL)

3.2.9. Određivanje temperature mlijeka

Za kontrolu temperature mlijeka koriste se termometri, a temperatura se provjerava odmah pri dolasku mlijeka u mljekaru. Rezultati su prikazani u °C i temperatura mora biti između 4 °C i 10 °C.

3.2.10. Određivanje koncentracije soli u salamuri

Određivanje soli u salamuri se određuje uređajem koji se zove bometar. Bometar se stavi u salamuru na način da pluta po površini. Nakon 5-7 minuta na bometru se prikažu rezultati koncentracije soli u salamuri te se rezultati izražavaju u °Be. Koncentracija soli mora biti između 17 °Be i 20 °Be.

3.2.11. Određivanje vode i mliječne masti u gotovom proizvodu

Voda i mliječna mast gotovog proizvoda odnosno sira određuje se putem uređaja koji se zove FoodScan. FoodScan je jednostavan uređaj u koji se stavi Petrijeva zdjelica do vrha napunjena naribanim sirom. Uređaj se bazira na infracrvenoj tehnologiji pomoću koje se

mjere svi parametri s minimalnim odstupanjima te rezultati budu gotovi već nakon 50 sekundi i pokazuju se na zaslonu uređaja. Jedan uzorak testira se 3 puta uzastopno te se za rezultat uzima srednja vrijednost parametara. Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva udio vode u bezmasnoj tvari sira kod polutvrdih sireva mora biti između 54 % i 69 %, a mliječna mast između 45 % i 60 % (NN 20/2009).



Slika 15. FoodScan (Daiery reporter. com, n.d., URL)

4. RASPRAVA I REZULTATI

Prilikom proizvodnje polutvrdog sira važno je voditi kontrolu i evidenciju parametrima kako sirovog mlijeka, poluproizvoda, gotovog proizvoda, ali i ostalih vanjskih utjecaja koji utječu na kvalitetu gotovog proizvoda.

Tablica 1. Parametri kvalitete sirovog mlijeka prilikom prijema u mljekari

	mliječna mast	bjelančevine	laktoza	bezmasna suha tvar	ukupna suha tvar	aflato ksini	antibiotici
1. kamion	4,29 %	3,51 %	4,59 %	8,88 %	13,17 %	< 20 $\mu\text{g/kg}$	-
2. kamion	4,16 %	3,48 %	4,65 %	8,89 %	13,05 %	< 20 $\mu\text{g/kg}$	-
3. kamion	3,67 %	3,45 %	4,66 %	8,85 %	12,52 %	21 $\mu\text{g/kg}$	-
4. kamion	3,69 %	3,17 %	4,49 %	8,35 %	12,04 %	< 20 $\mu\text{g/kg}$	-
5. kamion	3,89 %	3,37 %	4,51 %	8,66 %	12,55 %	22 $\mu\text{g/kg}$	-
MDK vrijednosti	3 – 5,5 %	2,5 – 4 %	4,5-5%	$\geq 8,5 \%$	$\geq 11,5 \%$	< 30 $\mu\text{g/kg}$	ne smije sadržavati antibiotike

U tablici 1 prikazani su parametri kvalitete sirovog mlijeka prilikom prijema u mljekari, tijekom jednog dana iz ukupno 5 kamiona. Praćenjem rezultata može se vidjeti da se radi o malim razlikama između analiziranih parametara. Vrijednosti za mliječnu mast

varirale su od 3,67 % (3. kamionu) do 4,29 % (1. kamionu), bjelančevine od 3,17 % do 3,51 %, laktoza od 4,49 % do 4,66 %, bezmasna suha tvar od 8,35 % do 8,89 %, ukupna suha tvar varira od 12,04 % do 13,17 %, aflatoksini u koncentraciji manjoj od 20 µg/kg se ne evidentiraju pojedinačno, već kod vrijednosti većih od 20 µg/kg mora se točno evidentirati koncentracija (primjer u tablici 3. kamion). Antibiotici ne smiju biti prisutni u mlijeku.

Tablica 2. Parametri kvalitete sirovog mlijeka iz protoka mlijeka

	kiselost	gustoća	točka ledišta	pH	°C
1. kamion	6,4 °SH	1,0302 g/cm ³	-0,525 °C	6,69	5 °C
2. kamion	6,4 °SH	1,0306 g/cm ³	-0,525 °C	6,65	5 °C
3. kamion	6,2 °SH	1,0300 g/cm ³	-0,528 °C	6,64	5 °C
4. kamion	6,0 °SH	1,0294 g/cm ³	-0,516 °C	6,70	6 °C
5. kamion	6,0 °SH	1,0300 g/cm ³	-0,519 °C	6,68	6 °C
MDK vrijednosti	6 – 6,8 °SH	> 1,028 g/cm ³	< -0,517	6,5 – 6,7	<10 °C

U tablici 2 prikazani su parametri kvalitete sirovog mlijeka prilikom istovara iz kamiona odnosno iz protoka na primjeru istih 5. kamiona kao u tablice 1. Kao i kod prethodnih analiza razlike između određenih parametara su minimalne. Tako se kiselost kreće od 6,0 °SH do 6,4 °SH, gustoća se kreće od 1,0294 g/cm³ do 1,0306 g/cm³, točka ledišta od -0,516 °C do -0,528 °C, pH od 6,64 do 6,70, a temperatura od 5 do 6 °C. Svi analizirani parametri nalaze se u okviru vrijednosti zadanih važećim Pravilnikom odnosno nisu izvan MDK vrijednosti.

Tablica 3. Parametri tipiziranog mlijeka za proizvodnju polutvrdog sira

	mliječna mast	bjelančevine	bezmasna suha tvar	pH	kiselost	gustoća
1. šarža	2,97 %	3,48 %	9,10 %	6,56	6,4 °SH	1,0294 g/cm ³
2. šarža	2,94 %	3,51 %	9,11 %	6,61	6,4 °SH	1,0292 g/cm ³
3. šarža	2,95 %	3,45 %	9,01 %	6,56	6,4 °SH	1,0292 g/cm ³

4. šarža	2,98 %	3,49 %	9,08 %	6,63	6,4 °SH	1,0293 g/cm ³
5. šarža	3,04 %	3,49 %	9,07 %	6,57	6,4 °SH	1,0294 g/cm ³
MDK vrijednosti	2,90 - 3,10 %	2,5 – 4 %	≥ 8,3 %	6,3 – 6,75	6–6,8 °SH	>1,028 g/cm ³

U tablici 3 prikazani su parametri kvalitete tipiziranog mlijeka za proizvodnju polutvrdog sira. Praćenje parametara se je na primjeru 5 šarži. U tablici 3 se mogu vidjeti razlike u odnosu na tablicu 1. Mliječna mast je manja nego što je bila u sirovom mlijeku te se kreće od 2,94 % do 3,04 %, bjelančevine su većinom ostale nepromijenjene s manjim odstupanjima, bezmasna suha tvar se povećala te se kreće od 9,01 do 9,11 %, pH, gustoća i kiselost su također minimalno izmijenjeni.

Tablica 4. Koncentracije soli i pH vrijednosti u salamuri

	konc. soli prije uranjanja sira u salamuru	konc. soli nakon 24 sata salamurenja sira	konc. soli za vrijeme vađenja sira iz salamure	pH salamure prije uranjanja sira	pH salamure nakon 24 sata salamurenja	pH salamure za vrijeme vađenja sira
1. šarža	18,5 °Be	18 °Be	17,5 °Be	5,04	5,08	5,10
2. šarža	18,5 °Be	18 °Be	17,5 °Be	5,02	5,08	5,10
3. šarža	18,5 °Be	18 °Be	17,5 °Be	5,01	5,09	5,11
4. šarža	18,5 °Be	18 °Be	17,5 °Be	5,01	5,09	5,11
Interno zadane vrijednosti	17,5 -19 °Be	17,5 -19 °Be	17,5 -19 °Be	5 – 5,5	5 – 5,5	5 – 5,5

U tablici 4 su prikazani parametri koncentracije soli i vrijednosti pH u salamuri na primjeru 4 šarže prije uranjanja sira u salamuru i nakon 24 sata salamurenja sira. Koncentracija soli je najveća prije uranjanja sira u salamuru te se postepeno smanjuje tijekom salamurenja sira, a najniža nakon vađenja sira iz salamure. Ovaj podatak pokazuje da sir tijekom odležavanja u salamuri upija određenu količinu soli, ali i da otpušta određenu

količinu sirutke. Što se tiče pH vrijednosti ona je najmanji prije uranjanja sira u salamuru te se postepeno povećava i najveća je za vrijeme vađenja sira iz salamure.

Tablica 5. Kontrola relativne vlage i temperature u komori za zrenje

	temperatura	vlaga
1. dan	13,0 °C	70 %
2. dan	12,8 °C	73 %
3. dan	12,6 °C	70 %
4. dan	12,4 °C	76 %
5. dan	12,1 °C	73 %
6. dan	12,0 °C	74 %
7. dan	11,9 °C	75 %
Interno zadane vrijednosti	+8 – +16 °C	70 – 85 %

U tablici 5 prikazane su vrijednosti za relativnu vlagu i temperaturu u komori za zrenje sira tijekom 7 dana. Temperatura mora biti između +8 i +16 °C dok vlaga mora varirati između 70 % – 85 %. Tijekom sedam dana praćenja parametara temperature i vlage izmjerene vrijednosti su bile u granicama zadanih.

Tablica 6. Parametri kvalitete gotovog proizvoda

	udio vode u bezmasnoj suhoj tvari	udio mliječne masti u ukupnoj suhoj tvari	voda
Gauda 1	58,32 %	45,51 %	43,25 %
Gauda 2	57,48 %	45,04 %	42,62 %
Gauda 3	57,89 %	45,92 %	42,65 %

Gauda 4	58,00 %	45,99 %	42,72 %
MDK	54 % - 69 %,	45 % – 60 %	

U tablici 6 prate se parametri kvalitete gotovog proizvoda na primjeru 4 uzorka Gauda sira. Udio vode u bezmasnoj suhoj tvari se kreće od 57,48 % do 58,00 %, udio mliječne masti u ukupnoj suhoj tvari od 45,04 % do 45,99 % te voda u siru od 42,62 % do 43,25 %.

5. ZAKLJUČAK

Iz provedenih analiza određenih parametara pri proizvodnji polutvrdog sira može se zaključiti:

- kvaliteta sirovog mlijeka je zadovoljavajuća i svi analizirani parametri zadovoljavaju vrijednosti propisane važećim pravilnikom i kod uzoraka uzetih iz cisterni kao iz protoka prilikom zaprimanja mlijeka
- parametri poluproizvoda ili tipiziranog mlijeka određeni su dobrom proizvođačkom praksom, jer gotovi proizvod mora zadovoljavati uvjete propisane važećim pravilnikom, i sve izmjerene vrijednosti su u granicama zadanih koncentracija
- koncentracije soli i pH vrijednosti u salamuri odgovaraju interno zadanim vrijednostima
- kontrola relativne vlage i temperature u komori za zrenje u granicama su interno zadanih vrijednosti
- parametri kvalitete gotovog proizvoda odgovaraju vrijednostima određenim važećim pravilnikom.

LITERATURA

1. Ban, D. (2016) *Toplinska obrada mlijeka*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Agronomski fakultet. URL: <https://repozitorij.agr.unizg.hr/islandora/object/agr:117/preview> [pristup 25.08.2022.]
2. Borovac, D. (2018) *Proizvodnja domaćeg kuhanog sira*. Završni rad. Požega: Veleučilište u Požegi. URL: <https://repozitorij.vup.hr/islandora/object/vup:1235> [pristup 25.08.2022.]
3. Čuklić, D. (2014) *Mlijeko i mliječni proizvodi: interna skripta*. URL: https://www.vguk.hr/upload/E_skripte/D_Cuklic/SKRIPTA_IZ_MLJEKARSTVA_I_SIRARSTVA [pristup 25.08.2022.]
4. Dairy reporter. com (n.d.) URL: <https://www.dairyreporter.com/Article/2018/05/07/New-NIR-analyzer-from-FOSS-enables-faster-dairy-analysis> [pristup 05.09.2022.]
5. Dairy foods (2014) URL: <https://www.dairyfoods.com/articles/90573-adulteration-screening-made-easier-with-new-models-for-the-foss-milkoscan-ft1> [pristup 05.09.2022]
6. Dobra kuhinja (2021) Mladi kravlji sir. URL: <https://www.dobra kuhinja.com/post/mladi-kravlji-sir-kako-napraviti-mladi-sir-bez-puno-muke> [pristup 05.07.2022.]
7. Hrvatska enciklopedija (n.d.) Sir. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=56200> [pristup 01.07.2022.]
8. Ivanković, A. (2016) *Proizvodnja polutvrđog i tvrdog sira*. Završni rad. Osijek: Sveučilište J.J. Strossmayera. URL: <https://repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:1077>
9. Kalit, S. (2015) *Sirarstvo u teoriji i praksi: Opće sirarstvo*. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu. URL: http://napredak.vuka.hr/fileadmin/napredakrepozitorij/prirucnik/Sirarstvo_u_teoriji_i_praksi_net.pdf#page=10 [pristup 18.08.2022]
10. Labodidactica (n.d.) URL: <http://www.labodidactica.pt/produto/4c3-multi-sample-cryoscope/> [pristup 05.09.2022]
11. Matijević, B. (2015) *Sirarstvo u teoriji i praksi*. Veleučilište u Karlovcu, URL: http://napredak.vuka.hr/fileadmin/napredak-repozitorij/prirucnik/Sirarstvo_u_teoriji_i_praksi_net.pdf#page=10 [pristup 18.08.2022]

12. Narodne novine (2009) *Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 20/2009.
13. Narodne novine (2017) *Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 27/2017.
14. Noack group (n.d.) Readsensar 2. URL: <https://noackgroup.com/product/readensar-2/> [pristup 05.09.2022]
15. Rosi Stoyanova, n.d., URL: <https://tastycraze.com/n-34340-Emmental>
16. Sirevi hr (2018) Sve o siru: edamer. URL: <https://www.sirevi.hr/sve-o-siru/sve-o-siru-edamer/> [pristup 05.07.2022.]
17. Sirevi hr (2018) Sve o siru: ementaler. URL: <https://www.sirevi.hr/sve-o-siru/sve-o-siru-ementaler/> [pristup 05.07.2022]
18. Sirevi hr (2017) Sve o siru: gouda. URL: <https://www.sirevi.hr/sve-o-siru/sve-o-siru-gouda/> [pristup 05.07.2022.]
19. Sirevi hr (2017) Sve o siru: trapist. URL: <https://www.sirevi.hr/sve-o-siru/sve-o-siru-trapist/> [pristup 05.07.2022.]
20. Šarić, M. (2020) Primjena sustava sigurnosti hrane kod proizvodnje polutvrdih sireva. Završni rad. Split: Sveučilište u Splitu, URL: <https://repozitorij.ktf-split.hr/islandora/object/ktfst%3A882/datastream/PDF/view> [pristup 05.07.2022.]

POPIS TABLICA, SLIKA, KRATICA, JEDNADŽBI I FORMULA

POPIS SLIKA

Slika 1. Mladi kravlji sir

Slika 2. Ementaler

Slika 3. Gouda

Slika 4. Edamer

Slika 5. Ementaler

Slika 6. Trapist

Slika 7. Bakterofug i separator

Slika 8. Zgotovljač

Slika 9. Predpreša

Slika 10. Sir u komori za zrenje

Slika 11. Shematski prikaz tehnološkog procesa proizvodnje polutvrdog sira

Slika 12. Milkoscan

Slika 13. Readsensor

Slika 14. Cryoscope 4C3

Slika 15. FoodScan

POPIS TABLICA

Tablica 1. Praćenje parametara sirovog mlijeka prilikom dolaska u mljekaru

Tablica 2. Praćenje parametara sirovog mlijeka prilikom protoka mlijeka

Tablica 3. Praćenje parametara tipiziranog mlijeka za proizvodnju polutvrdog sira

Tablica 4. Praćenje koncentracije soli i pH u salamuri

Tablica 5. Kontrola relativne vlage i temperature u komori za zrenje

Tablica 6. Parametri kvalitete gotovog proizvoda

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Dominik Šimon**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Proizvodnja polutvrdog sira** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 19. rujna 2022.

Dominik Šimon
