Primarna prerada mlijeka i proizvodnja svježeg sira u mljekarama srednjeg kapaciteta

Špoljarić, Maja

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:751264

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Maja Špoljarić

Primarna prerada mlijeka i proizvodnja svježeg sira u mljekarama srednjeg kapaciteta

završni rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Primarna prerada mlijeka i proizvodnja svježeg sira u mljekarama srednjeg kapaciteta

Nastavni predmet

Sirovine animalnog podrijetla

Predmetni nastavnik: Dr. sc. Vedran Slačanac, izv.prof.

Student/ica:	Maja Špoljarić	(MB: 3363/10)
Mentor:	Dr. sc. Vedran Slačanac, izv. prof.	
Predano (datum):		
Pregledano (datum):		

Ocjena: **Potpis mentora:**

Primarna prerada mlijeka i proizvodnja svježeg sira u mljekarama srednjeg kapaciteta

Sažetak:

U radu je prikazan kemijski sastav i osobine mlijeka, obrada mlijeka, dodaci koji se dodaju u mlijeko, osnovni procesi proizvodnje sira, te je opisan proces proizvodnje svježeg sira u mljekarama srednjeg kapaciteta. Proces proizvodnje svježeg sira započinje obradom i pripremom mlijeka. U pripremljeno mlijeko dodaju se mikrobne kulture (0,5 do 1% mezofilnih bakterija mliječne kiseline) i sirilo. Mlijeko se zatim puni u kade po Schulenburgu. Nakon toga slijedi proces sirenja i kontrola kiselosti. Kada se postigne kiselost gruša od 4,9-4,6 pH sirni gruš se cijedi do propisane suhe tvari i izdvaja sirutka.

Ključne riječi: mlijeko, svježi sir, proizvodnja sira

Primary processing of milk and production of fresh cheese dairies medium capacity

Summary:

The paper describes the chemical composition and properties of milk, milk processing, additives that are added to the milk, the basic processes of cheese production, and describes the process of production of fresh cheese in medium capacity dairies. The process of producing fresh cheese begins with processing and preparation of milk. In prepared milk are added microbial cultures (0.5 to 1% of mesophilic lactic acid bacteria) and rennet. The milk is then fed into the tub like in example of Schulenburg. This is followed by the expansion and control of acidity. When the acidity of the curd is from 4.9 to 4.6 pH cheese curd is drained to the proper solids and the whey is separating.

Keywords: milk, fresh cheese, cheese production

SADRŽAJ

1.Uvod 1
2. Kemijski sastav i osobine mlijeka 2
2.1. SASTAV MLIJEKA 2
2.2. OSNOVNE FIZIKALNO-KEMIJSKE KONSTANTE MLIJEKA 9
3. Prethodna obrada mlijeka u mljekari 10
3.1. MEHANIČKA OBRADA MLIJEKA 10
3.1.1. SEPARACIJA MLIJEČNE MASTI 10
3.1.2. BAKTOFUGACIJA 10
3.1.3. HOMOGENIZACIJA 11
3.2. TOPLINSKA OBRADA MLIJEKA 11
3.2.1. PASTERIZACIJA 11
4. Dodaci u mlijeku i njihova uloga 12
4.1. SIRILO 12
4.2. MIKROBNE KULTURE 12
4.3. KALCIJEV KLORID ($CaCl_2$) 12
4.4. BOJE 12
4.5. METALI 13
5. Osnovni procesi kod proizvodnje sira 13
5.1. SIRENJE MLIJEKA 13
5.2. OBRADA GRUŠA 14
5.3. OBLIKOVANJE SIRA 14
5.4. PREŠANJE SIRA 15
5.5. SOLJENJE SIRA 15
5.6. ZRENJE SIRA 16
5.7. ZAŠTITA SIREVA 16
6. Proces proizvodnje svježeg sira 17
6.1. DODACI U MLIJEKO I SIRENJE 19
6.2. KONTROLA KISELOSTI 20
6.3. CIJEĐENJE SIRNOG GRUŠA 20
6.4. PAKIRANJE 20
6.5. SKLADIŠTENJE SIRA 20
7. Pranje i sanitacija u mljekarstvu 22
8. Zaključak 23
9 . Literatura 24

1.Uvod

Mlijeko je hranjiva biološka koju izlučuje mliječna žlijezda ženki sisavaca. Nastaje iz specifičnih sastojaka krvi koji prelaze žlijezde u kojima se zbivaju vrlo biokemijski procesi. Ono je žućkaste boje i složena sastava. U sastav ulaze mliječna mast, mliječni šećer (laktoza), proteini, mineralne tvari, enzimi, vitamini, albumini i imunoglobulini.

Sam sastav mlijeka ovisi o pasmini životinje, načinu i vrsti ishrane, vrsti mužnje (ručna,strojna) te broju mužnje.

Sirovo mlijeko osnovna je sirovina za proizvodnju sira uz dodatak nekih tvari i provedbom odgovarajućeg tehnološkog postupka.

Da bi mlijeko zadovoljilo kvalitetu mora zadovoljavati određene UVJETE propisane zakonom:

- Da je prirodni sekret mliječne žlijezde dobiven redovitom i neprekinutom mužnjom jedne ili više zdravih krava, kojemu ništa nije dodano ili oduzeto i nije zagrijano na temperaturu visu od 40 °C
- Da je pomuženo najmanje 30 dana prije i ne manje od 10 dana nakon teljenja (kolostralno mlijeko)
- Da ima karakterističnu okus, miris i boju
- Da ne sadrži štetne tvari (reziude, ostale kontaminante)
- Da točka ledišta nije viša od – 0,517 °C
- Da 1 ml mlijeka ne sadrži više od 400 000 somatskih stanica i ne više od 100 000 mikroorganizama

2. Kemijski sastav i osobine mlijeka

2.1. SASTAV MLIJEKA

- količina vode 86-89%
- količina suhe tvari 11-14%
- mliječna mast 3,2-5,5%
- proteini 2,6-4,2%
- laktoza 4,6-4,9%
- mineralne tvari 0,6-0,8%

Voda

Kao što je iz udjela sastava vidljivo najveći postotak otpada na vodu. Voda koja se nalazi u mlijeku može biti slobodna i vezana.

Vezana voda je vezana na :

- kazein (oko 50%).
- Albumine i globuline (oko 30%).
- Membrane masnih kapljica (oko 15%).
- Laktozu (oko 5%).

Najveću sposobnost vezanja vode imaju fosfolipidi mlijeka, albumini zatim proteini sirutke, kazein, laktoza

Slobodna voda čini disperznu sredinu u kojoj se nalazi otopljena laktoza, mineralne tvari i vitamini topivi u vodi.

Suha tvar

Suhu tvar mlijeka čini skup sastojaka: masti, bjelančevine, laktoze, vitamina, mineralnih tvari i dr.

Kravlje mlijeko sadrži od 11-14% suhe tvari a ako se oduzme mliječna mast dobije se tvar bez masti.

Mliječna mast

Udio mliječne masti u mlijeku kreče se od 3 - 6%. Utječe na ugodan okus mlijeka, aromu, konzistenciju i teksturu. Mliječna mast je kompleks različitih lipidnih tvari od kojih se neke nalaze u jezgri globule, neke u membrani globule, dok se jedan dio njih nalazi u plazmi mlijeka. Sadrži najviše triacilglicerola uz mali dio diacilglicerola i monoacilglicerola. Od ukupne količine masnih kiselina 70% zasićene, 27% mononezasićene i oko 3% polinezasićene.

Drugi sastojci mliječne masti nalaze se u malim koncentracijama ali su važni pri određivanju senzorskih svojstva i hranjive vrijednosti mlijeka:

- Vitamini topivi u mastima (A, D, E I K).
- Sastojci arome (aldehidi, ketoni, laktoni).
- Karotenoidni pigmenti.
- Glikoproteini.
- Proteini iz plazme mlijeka.
- Endogeni enzimi.
- Mineralne tvari.
- Vezana voda.

Promjer masnih globula u mlijeku najčešće je od 1-5 µm, no mogu biti i puno manje i puno veće (0,1-22µm) prosječni je promjer uglavnom 3-4 µm.

Nakon mužnje mlijeko je toplo pa se mliječna mast nalazi u tekućem stanju kao emulzija, nakon hlađenja mlijeka masne kapljice se skrućuju postaju „kuglice“, a emulzija postaje suspenzija. (Tratnik i Božanić, 2012.)

Laktoza

Mliječni šećer prisutan u mlijeku sisavaca u različitim količinama obično od 4,6 – 4,9%. Laktoza je disaharid sastavljen od α-D-glukoze i β-D-galaktoze. Promjenom temperature mjenja se i njihov omjer što znači da jedan oblik laktoze prelazi u drugi a ta pojava se naziva mutarotacija. Mutarotacija je od velike važnosti za proces kristalizacije laktoze (α-laktoza kristalizira brže od β-laktoze). Laktoza povećava energetsku vrijednost mlijeka (3,75kcal/g ili 16kJ/g), lako je probavljiva ali osobe s

nedostatkom enzima laktaze teško ju podnose (netolerantnost na laktozu). Utječe na točku tališta, ledišta i vrelišta mlijeka te je vrlo podložna promjenama pod utjecajem topline i nekih mikroorganizama. Procesom fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu.

Topivost laktoze:

- Početna topljivost- trenutno otapanje laktoze u otopini određene temperature.
- Završna topivost- količina otopljene laktoze/ 24 sata.
- Točka topljivosti- ovisi o smjesi stereoizomernih oblika laktoze u otopini.

Biološko značenje laktoze:

- Sredstvo za slabo zaslađivanje.
- Jedini izvor galaktoze u normalnoj ljudskoj ishrani.
- Obavezan ugljikohidrat kod ishrane novorođenčadi.

Proteini

Čine oko 28% suhe tvari. Od 100 dušičnih tvari u mlijeku 95% otpada na proteine, a oko 5% na neproteinske dušične spojeve. Proteini su osnovni sastojci građe stanica. O macelarnom obliku proteina ovisi stabilnost mlijeka, imaju visoku bioiskoristivost u ljudskom organizmu te su nosioci imunoloških osobina mlijeka i krvi.

Dva glavna tipa:

- KAZEIN
- PROTEINI SIRUTKE

KAZEIN

Najzastupljeniji protein mlijeka, vrlo složene srukture i heterogenog sastava. U sirovom mlijeku kazein se nalazi u obliku malih koloidnih čestica koji sadrže mnogo vode i nazivaju se micele kazeina. Micele kazeina prvenstveno se sastoje od kazeinskih frakcija: α_{s1}-kazeina, α_{s2}-kazeina, β-kazeina i K-kazeina.

α_s frakcije kazeina- ovisne su o ionskoj snazi, a neovisne o temperaturi iznad 30°C.

β- kazein- ovisan o ionskoj snazi, te snažno ovisan o temperaturi (povećanjem temperature raste broj monomera u nakupinama).

K-kazein- najčešće asocijacijacija , disulfidno i daljnje hidrofobno povezivanje.

Micele kazeina u sirovom mlijeku sa koloidno dispergirane i vrlo stabilne. Pod utjecajem različitih čimbenika mogu nastati različite promjene; promjena stabilnosti kazeina, razgradnje kazeina, interakcije s drugim sastojcima te koagulacija kazeina.

Stabilnost kazeina ovisi o temperaturi i kiselosti miljeka te o količini soli u mlijeku. (Ako se poveća kiselost mlijeka smanjuje se stabilnost kazeina). Koagulacija kazeina u mlijeku može se zbivati pod djelovanjem kiseline ili djelovanjem proteolitičkih enzima sirila te pomoću Ca^{2+} iona.

PROTEINI SIRUTKE

Od ukupnih proteina sirutke u serumu mlijeka najviše je β-laktoglobulina (netopivi) i α-laktoalbumina (topivi). Proteini sirutke imaju višu biološku vrijednost od kazeina, sadrže esencijalne aminokiseline u visokim udjelima.

β-LAKTOGLOBULIN-50% od ukupnih proteina sirutke. Globularne građe u obliku β-nabrane ploče (10% α-uzvojne strukture i 45% nedefinirane strukture. Svaki lanac ima 162-166 aminokiselina, jednu SH skupinu i 2 (-S-S-) veze. Utjecajem topline koja uzrokuje denaturaciju proteina sirutke dolazi do interakcije s K-kazeinom na površini micela, što se potiće kod proizvodnje frmentrianog mlijeka radi postizanja viskoznosti i homogene konzistencije. (Tratnik i Božanić,2012.)

α- LAKTOALBUMINI-20% od ukupnih proteina sirutke . sastoje se od 123 aminokiseline ne sadrži slobodne SH skupine, već ima 4 stabilne disulfidne veze. Globularni protein sadrži 26% α-uzvojnice, 14% β-nabrane ploče, 60% nedefinirane strukture. Toplinski najstabilniji protein sirutke, a stabilnost opada vezivanjem Ca^{2+}iona. Dolazi u sastavu enzimskog kompleksa laktoza-sintetaze. Biološki jedan od najvrjednijih proteina iz hrane.

ALBUMINI KRVNOG SERUMA

Sastoje se od jednog polipeptidnog lanca sa 582 aminokiseline, 17 disulfidnih veza i 1 slobodna SH skupina. Ovalnog oblika te sadrže oko 60% α-uzvojnice.

IMUNOGLOBULINI

U mlijeku su prisutni u jako maloj količini, puno veći udio u kolostrumu. Najtermolabilnije protein sirutke, a sadrže i ugljikohidrate pa su to i glikoproteini.

Mineralne tvari

U mlijeku se nalazi oko 40 različitih mineralnih tvari.

Mikroelementi- u mlijeku ih je puno više od makroelemenata, većinom su prisutni u tragovima (Zn, Si, J, Br, Mn, Se, Al, Fe…). Njihov udio u mlijeku ima fiziološku, biokemijsku i hranjivu važnost.

Makroelementi- nalaze se u obliku topivih i netopivih anorganskih i organskih soli (K, Ca, Na, Mg, P, Cl…). Najznačajni su kalcij i fosfor.

KALCIJ

Dolazi u ne topivom stanju. 75% Ca u ljudskoj prehrani potječe iz mlijeka. Fosfolipidi povisuju koncentraciju topivog kalcija u probavnom taktu i olakšavaju njegovu apsorpciju.

FOSFOR

Prisutan u 5 različitih topivih spojeva u obliku anorganskih soli i organskih estera.

Omjer Ca: P u mlijeku 1,2:1

KALIJ, NATRIJ I KLORIDI

Mlijeko je veoma bogato ovim spojevima. 1 litra mlijeka pokriva 7% ljudskih potreba za Na i 22% za K.

Omjer Na:K u mlijeku 0,31: 1,8.

ŽELJEZO, MANGAN, BAKAR

Mlijeko je siromašno ovim elementima. Manje od 7% potreba za ovim elementom iz 1 litre mlijeka, te je male bioiskoristivosti.

CINK I JOD

Mlijeko je bogat izvor cinka, njegova iskoristivost povezana je s unosom kazeina i proteina sirutke. 36% dnevnih ljudskih potreba za jodom iz 1 litre mlijeka.

Vitamini

Količina vitamina topivih u mastima (A,D,E I K) ovisi o njihovom udjelu u prehrani muzne životinje. Uz vitamine topive u mastima mlijeko je bogato vitaminima B_2 i $B_{12.}$ B_2 (riboflavin) odgovoran je za žutu-zelenu boju sirutke.

VITAMIN C-količinski najviše sadržava svježe pomuzeno mlijeko, no tehnološkom obradom se gubi.

VITAMIN A- dolazi u obliku vitamina A i provitamina β-karotena, u omjeru 3:1 te utječe na svjetlo žutu boju .

VITAMIN D- mlijeko je vrlo siromašno ovim vitaminom, te uglavnom dolazi u obliku provitamina.

VITAMINI E I K- vrlo mala koncentracija ovih vitamina u mlijeku.

Enzimi

Endogeni- u mlijeko ih je definirano oko 60, a potječu iz mliječne žlijezde, nativni enzimi mlijeka.

Egzogeni- potiču od mikroorganizama i ne smatraju se normalnim sastojkom mlijeka.

Enzimi su po sastavu proteini, vrlo složene strukture na koji se veže neproteinski dio (prostetska skupina) ili koenzim. Aktivnost enzima ovisi o: temperaturi, pH vrijednosti, prisutnosti vitamina (katalizatori) i mineralne tvari (dijelovi prostetskih skupina).

Enzimi u mlijeku:

1. LIPAZE
2. FOSFATAZE
3. ALKALNA FOSFATAZA

4. PEROKSIDAZE
5. KATALAZE
6. REDUKTAZE

LIPAZE

Lipaze su esteraze koje kataliziraju hidrolizu mliječne masti uz oslobađaju m.k.. Uzročnici su lipolitičke užeglosti mlijeka i proizvoda. Aktiviraju se mehaničkom obradom mlijeka, a osobito homogenizacijom (povećanjem specifične površine za njihovo djelovanje). Termolabilne su i najlakše se inaktiviraju tjekom pasterizacije 63° C / 7 minuta.

FOSFATAZE

Esteraze koje kataliziraju hidrolizu organskih fosfata. Mogu hidrolizirati fosfate vezane na kazein, čime utječu na stabilnost kazeina te poremećuju sposobnost koagulacije.

ALKALNA FOSFATAZA

Najpoznatiji enzim mlijeka u većoj koncentraciji prisutan u kolostrumu. Inaktivira ju toplinska obrada pri 62° / 30 min (mijenja prisutnost u pasteriziranom mlijeku dokaz je neispravne pasterizacije).

PEROKSIDAZE

Endogeni enzimi najviše ga ima u mlijeku tijekom laktacije. Kataliziraju hidrolizu H_2O_2 na vodu i kisik, kataliziraju oksidaciju n.m.k uz tvorbu oksidativne užeglosti mlijeka.

KATALAZE

Su oksidoreduktaze koje dolaze u mlijeko putem somatskih stanica. Hidroliziraju H_2O_2 na vodu i molekularni kisik na osnovi čega se provodi test na količinu katalaze u mlijeku.

REDUKTAZE

Znak su loše mikrobiološke kakvoće mlijeka. Imaju sposobnost redukcije metilenskog plavila u leukometilensko plavilo.

2.2. OSNOVNE FIZIKALNO-KEMIJSKE KONSTANTE MLIJEKA

KISELOST MLIJEKA

Prirodna kiselost mlijeka potječe od kiselih svojstava proteina, kiselih soli fosfata i citrata, a manje od albumina, globulina i CO_2.

Kiselost mlijeka može se odrediti kao titracijska kiselost i kao aktivna kiselost. Rezultat velike titracijske kiselosti je najčešće i rezultat većeg udjela proteina, fosfata i kalcija u mlijeku što ne utječe na smanjenje pH vrijednosti mlijeka.

Titracijska kiselost kod nas se označuje u stupnjevima Soxhlet – Henkela (°SH). Stupnjevi označuju ml utrošene 0,25 M NaOH koja je potrebna da se neutralizira 100 ml mlijeka uz indikator fenolftalein. Najčešće je titracijska kiselost između 6,4 i 7,2 °SH. Aktivna kiselost izražava se kao koncentracija vodikovih iona odnosno kao pH vrijednost. Mjeri se pH – metrom, najčešće je u rasponu od 6,5 do 6,7. (Tratnik,1998.)

VISKOZNOST

Viskoznost je sposobnost tekućine da pruži otpor razmjernom kretanju susjednih slojeva tekućine. Smatramo ga unutrašnjim trenjem (trenjem dviju susjednih ploha tekućine). Viskoznost se određuje uz pomoć viskozimetra.

Mjeri se na određenoj temperaturi, obično je to 20°C.

Za normalno mlijeko kod 20 ˚C viskozitet iznosi 1,3 do $2,2x10^{-3}$ Pas.

Na viskoznost najčešće utječe : stanje bjelančevina,masti,temperatura i zrelost mlijeka.

GUSTOĆA

Gustoća neke tvari u mlijeku je omjer mase tvari i volumena, a izražava se u g/cm^3 Za mlijeko pojedinih krava kreće se u granicama od 1,015 do 1,045 g/cm^3 ,a za skupno mlijeko u granicama od 1,028 do 1,034 g/cm^3 kod 10 ˚C.

LEDIŠTE

Ledište mlijeka je temperatura zamrzavanja mlijeka koja ovisi o koncentraciji otopljenih tvari parametar je ispravnosti mlijeka.

VRELIŠTE

Vrelište mlijeka je temperatura ključanja mlijeka koja iznosi 100,6°C zbog otopljenih tvari u mlijeku.

3. Prethodna obrada mlijeka u mljekari

3.1. MEHANIČKA OBRADA MLIJEKA

3.1.1. SEPARACIJA MLIJEČNE MASTI

Separacija je proces odvajanja mliječne masti iz mlijeka na temelju različitih gustoća mliječne masti i seruma mlijeka, primjenom centrifugalne sile. Time dobivamo dva produkta: standardizirano mlijeko i standardizirano vrhnje.

Separacija se provodi u uređajima (separatorima) u kojima se načelu centrifugalne sile odvajaju tri različite gustoće.

3.1.2. BAKTOFUGACIJA

Baktofugacija je odvajanje bakterija i njihovih spora iz mlijeka pomoću centrifugalne sile.
Baktofuge su uređaji slični separatorima pomoću koji se provodi baktofugacija. Sporogene bakterije su najteže pa se i najlakše odstranjuju što se posebno koristi kod proizvodnje sira, zbog poželjne niže toplinske brade.

Upotrebom baktofugacije iz mlijeka se može ukloniti i više od 99% sporogenih bakterija.

3.1.3. HOMOGENIZACIJA

Homogenizacija postupak smanjivanja i izjednačavanja veličina globula mliječne masti u mlijeku djelovanjem visokog.

U sirarstvu se rijetko primjenjuje jer se gruš od takvog mlijeka teže obrađuje, loše se odvaja sirutka i znatan je gubitak proteina, ali homogenizirano mlijeko se brže gruša i veće je zadržavanje masti u mlijeku, a time i veći prinos sira.

Homogenizirano mlijeko se koristi samo u proizvodnji svježih i kremastih sireva te mekih sireva s plemenitim plijesnima.(Tratnik, 1998.)

3.2. TOPLINSKA OBRADA MLIJEKA

3.2.1. PASTERIZACIJA

Pasterizacija je proces zagrijavanja mlijeka do 100 °C, sa svrhom uništavanja patogenih mikroorganizama te povećanjem trajnosti mlijeka.

Uređaji za pasterizaciju:

- Jednostavni bazen.
- Duplikator.
- Kotlasti paster.
- Zatvoreni cijevni paster.
- Pločasti paster.

Načini pasterizacije:

- Niska ili trajna pasterizacija na temperaturi 63-65 °C u trajanju od 30 minuta
- Srednja ili kratkotrajna pasterizacija na temperaturi 71-74 °C u trajanju od 40 sekundi
- Visoka pasterizacija na temperaturi 85 °C u vremenu od 1 minute

4. Dodaci u mlijeku i njihova uloga

Da bi se olakšalo odvajanje sirutke od gruša u mlijeko, te smanjili gubici kazeina i mliječne masti u mlijeko se dodaju različiti dodaci.

4.1. SIRILO

Sirilo je ekstrakt izoliran iz želuca mladih sisavaca,na tržište dolazi u praškastom i tekućem stanju.
Jakost sirila je od 1 : 10 000 do 1 : 15 000, što znači da sirilo može grušati 10 000 – 15 000 dijelova mlijeka za 40 min pri temperaturi od 35 °C.

Nalazimo i sirila s lipolitičkim enzimima i mikrobna sirila koja posjeduju jače proteolitičko djelovanje pa se dodaju u manjim količinama i manje su osjetljiva na promjene pH i temperature.

4.2. MIKROBNE KULTURE

Aktivnost mikrobnih kultura ovisi o vrsti mikroorganizma i uvjetima okoline za njegov razvoj, imaju višestruku ulogu u proizvodnji mliječnih proizvoda.

Dijele se na one koje: tvore tvari arome,proizvode plin (CO_2), kiselinu, proteolizu ,lipolizu,te one koje inhibiraju nepoželjne mikroorganizme.

4.3. KALCIJEV KLORID ($CaCl_2$)

Dodaje se da bi se postiglo konstantno vrijeme grušanja i dovoljna čvrstoća gruša pri sirenju enzimskim pripravcima.

4.4. BOJE

Dodaju se zbog senzorskih promjena boje mliječne masti i boje sira. Da bi se poboljšala boja sireva dodaju se ekstrakti nekih boja (beta- karoten), crvene paprike, šafrana.

4.5. METALI

Kod proizvodnje nekih sireva dodaje se $CuSO_4$ (bakar sulfat) zbog poboljšanja arome.

5. Osnovni procesi kod proizvodnje sira

5.1. SIRENJE MLIJEKA

Sirenje se provodi nakon prethodne obrade i miješanja mlijeka s određenim dodacima. Predviđeni dodaci u određenom omjeru se miješaju s vodom da bi se ravnomjerno umiješali u mlijeko.

Glavni cilj sirenja je da dobijemo mliječnu kiselinu koja nastaje iz laktoze u procesu fermentacije mliječnih bakterija. Količina nastale kiseline kao i vrijeme sirenja ovisit će o temperaturi sirenja te količini dodane kulture bakterija mliječne kiseline.

Sirenje mlijeka u proizvodnji sira provodi se na temperaturi oko 30°C, nakon dodatka sirila mlijeko se oprezno mora miješati 2-3 min a nakon toga ostaviti da mlijeko dođe u stanje mirovanja zbog stvaranja gruša povoljne čvrstoće.

VRSTA SIRA	**KISELOST MLIJEKA (SH)**	**TEMPERATURA SIRENJA (°C)**	**TRAJANJE SIRENJA (MIN)**
Gouda	7,2 – 7,4	30- 32	35 - 40
Edamac	7,2 – 7,4	30 - 32	30 - 35
Trapist	7,2 – 7,6	30 – 32	30 - 35

Proizvodnja kiseline do određenog stupnja, tijekom određenog vremena, ključna je stavka u proizvodnji sira dobre kakvoće jer kiseljenje mlijeka ili sira ima višestruko značenje.

- Utječe na aktivnost enzima tijekom grušanja
- Utječe na denaturaciju enzima i na veće zadržavanje enzima sirila u grušu
- Utječe na sinerezu gela (kontrolira udio vode u siru)
- Opadanje pH vrijednosti

5.2. OBRADA GRUŠA

Bez obzira na način grušanja i trajanja grušanja mlijeka, bitno je osigurati oblikovanje gruša dovoljne čvrstoće koji će bit pogodan za rezanje.

Bitno je ustanoviti pravo vrijeme za rezanje gruša, a to je moguće na osnovi različitih pokazatelja.

- Na osnovi iskustva ili očekivanog trajanja grušanja
- Određivanjem pHvrijednosti gruša
- Određivanjem titracijske kiselosti sirutke
- Određivanjem dovoljne jakosti gruša

Provjera jakosti gruša – ako se nakon uboda u gruš (nož, štapić) pojavi prijelom uz izdvajanje bistre sirutke, a na vrhu predmeta ne ostaju tragovi gruša, on je pogodan za rezanje (1. Mljekareva proba). Isto tako, ako se nakon laganog pritiska na gruš lako odvoji od zida posude pogodan je za daljnju obradu (2. Mljekareva proba). Kakvoća gruša ovisi o vrsti i sastavu mlijeka, ovisno o kiselosti i udjelu mliječne masti.

5.3. OBLIKOVANJE SIRA

Kalupi sira mogu biti plastični ili metalni različite veličine i oblika (okrugli ili četvrtasti). Perforirani su tako da bi se omogućilo istjecanje sirutke.

Najčešće se nakon otjecanja određene količine sirutke preostali sadržaj prebacuje u posebnu kadu za mehaničko prethodno prešanje gruša.

Gruš se tlači na dno ploče pretpreše, a nastalo sirno tijesto se reže na manje komade i oblikuje prenošenjem u kalupe.

Nastali se blok sira nakon pretprešanja ili kompletnog prešanja reže na određenu veličinu i oblikuje ručno ili mehaniziranim napravama.

5.4. PREŠANJE SIRA

Završno prešanje oblikovanog sira se provodi da se postigne željeni udio vode u siru ovisno o vrsti sira koji se proizvodi, ali se provodi i zbog krajnjeg odvajanja sirutke radi postizanja određene teksture.

Tlak prešanja ovisi o vrsti sira i masi koja se preša.

5.5. SOLJENJE SIRA

Nakon prešanja provodi se soljenje sira svih vrsta, osim sireva koji se proizvode od slanog mlijeka ili sira kod kojeg se suho soli izrezana zrela sirna masa prije oblikovanja.

Za soljenje se upotrebljava kuhinjska sol (NaCl) koja mora biti pročišćena i ne smije sadržavati teške metale.

Vrlo je bitna i mikrobiološka kakvoća salamure jer može uzrokovati mane sira. Zbog toga salamuru treba pasterizirati, ali se u tu svrhu mogu upotrijebiti i inhibitori rasta bakterija. Salamurenje se provodi u velikim bazenima sa različitim načinima potapanja sireva. Intezitet i način soljenja ovisi u prvom redu o tipu sira koji se proizvodi.

Utjecaj soli u siru:

- Utječe na tijek zrenja sira.
- Smanjuje količinu vode.
- Utječe na oblikovanje njegove kore.
- Pospješuje bubrenje proteina.
- Pomaže oblikovanju plastičnosti tijesta.
- Djeluje selektivno na mikrofloru.

- Sudjeluje pri stvaranju okusa i mirisa sira.
- Poboljšava njegovu trajnost.

5.6. ZRENJE SIRA

Zrenje mladog sira se provodi u određenim prostorijama koje imaju određene uvjete temperature, relativne vlažnosti i cirkulacije zraka. Ti navedeni uvjeti su važni za procese u siru tijekom zrenja u zrionici.

Mekši sirevi zriju pri nižim temperaturama i kraće vrijeme, dok tvrđi sirevi zriju pri višim temperaturama i puno duže vrijeme**.**

Pri zrenju sira se podrazumijeva niz biokemijskih, kemijskih i fizikalno – kemijskih procesa koji se zbivaju u sirnoj masi tijekom određenog vremena.

Kod zrenja sira stvara se karakteristična aroma koja je vezana uz razne procese u siru i razgradnje pojedinih sastojaka sira. Vrlo bitna faza procesa nastanka arome je sekundarna mikroflora koja pridonosi intenzitetu okusa i mirisa.

5.7. ZAŠTITA SIREVA

Polutvrdi i tvrdi sirevi mogu se premazati parafinom ili sintetičkim premazima ili se zamataju u polivinil (PVC i PVDC) ili polistiren folije.

Premazi za sir sadržavaju tvari s antibakterijskim djelovanjem, a obično se koristi za sireve s tvrđom konzistencijom.

U novije vrijeme češće se provodi zamatanje sireva u obojene ili neobojene plastične folije. Pakiranje sira u plastične folije provodi se pod vakuumom da bi se spriječio pristup kisika ili onečišćenje sira. Na ambalažu se stavljaju naljepnice s potrebnim podacima o siru.

6. Proces proizvodnje svježeg sira

MEHANIČKA OBRADA

BAKTOFUGACIJA

Vrši se proces separacije bakterija iz mlijeka osobito sporogenih. Tjekom baktofugacije djelovanjem centrifugalne sile dolazi do separacije mlijeka (baktofugirano i baktofugat). Baktofugacija se može provesti uz jednofaznu ili dvofaznu baktofugu, vrši se pri temperaturi 55-60°C.

MIKROFILTRACIJA

Proces uklanjanja bakterija i bakterijskih spora, pomoću membrane. Primjenjuju se membrane s porama veličine 0,8-1,4 µm. dvostrukom mikrofiltracijom moguće je ukloniti iz mlijeka više od 99,5% mikoorganizama. (Slačanac,2009.)

STANDARDIZACIJA MLIJEČNE MASTI

Mlijeko ulazi u separator gdje se vrši obiranje mlijeka, izdvaja se vrhnje te obrano mlijeko.

Princip:

1. Obiranje mlijeka (separatori).
2. Miješanje obranog i punomasnog mlijeka.
3. Miješanje obranog mlijeka s vrhnjem.

Najviše se koristi proces centrifugalne separacije, koji mogu biti saržni, poluautomatski i automatski.

HOMOGENIZACIJA

Postupak usitnjavanja i izjednačavanja veličine globula mliječne masti pod utjecjem visokog tlaka. Stvara se stabilnija emulzija masti u mlijeku, povečava se viskoznost i poboljšanje konzistencije, mlijeka i proizvoda, puniji okus te jednoličnija boja.

HLAĐENJE I FILTRACIJA

Hlađenje mlijeka se provodi u cijevima ili plastičnim izmjenivačima topline, a provodi se na 4°C.

Filtriranje mlijeka vrši se pomoču različitih filtera koji se nalaze u liniji prerade mlijeka, uklanjaju se nečistoće.

Nakon hlađenja i filtracije vrši se deaeracija, tj. uklanjanje zraka te deodorizacija uklanjanje nepotrebnih plinova.

TOPLINSKA OBRADA

Provodi se u svrhu uništenja patogenih mikoorganizama i prisutnih spora te zbog inaktivacije mikoorganizama.

Vrste toplinske obrade:

- TERMALIZACIJA 63-65°C / 15 sec
- NISKA DUGOTRAJNA PASTERIZACIJA 63-65°C / 30 min
- SREDNJA KRATKOTRAJNA PASTERIZACIJA 72-75°C / 15-20 sec
- VISOKA KRATKOTRAJNA PASTERIZACIJA >80°C / 1-5 sec
- ULTRA TOPLINSKA OBRADA 125-138°C / 2-4 sec
- STERILIZACIJA U PROTOKU (UHT) 135-140°C / nekoliko sec
- STERILIZACIJA U AMBALAŽI 115-120°C / 20-30 min (Slačanac,2009.)

PASTERIZACIJA

Produljenje trajnosti mlijeka te dobivanje mlijeka visoke mikrobiološke kakvoće. Pristiglo mlijeko potrebno je toplinski obraditi najkasnije 24 sata od dolaska u mljekaru. Uništava bakterije i 99,5-99,9% saprofitne mikroflore.

Djelotvornost pasterizacije provjerava se:

- Fosfataza testom
- Peroksidaza testom
- Određivanjem broja živih stanica

STERILIZACIJA

Dolazi do inaktivacije spora te se dobiva komercijalno sterilno mlijeko. Sterilizirano mlijeko mora biti filtrirano ili klarificirano, homogenizirano na temperaturi višoj od 100°C. Takvo mlijeko pakira se u aseptičkim uvjetima (steriliziranu i nepropusnu ambalažu). Sterilizacija u protoku tzv. UHT postupak provodi se pri 135-140°C / nekoliko sec.

Djelotvornost sterilizacija izražava se matematičkom logaritamskom funkcijom tj., brojem decimalne redukcije.

TERMALIZACIJA

Može se provoditi pri 57-68°C tijekom 15-60 sec. Povremeno inhibira rast bakterija i neće inaktivirati enzime fosfataze. (Tratnik i Božanić,2012.)

Pri procesima toplinske obrade mlijeka izmjenu topline vrše:

- Tjekom zagrijavanja mlijeka (topla voda ili para)
- Tjekom hlađenja mlijeka (hladna voda, ledena voda)
- Tjekom regeneracije mlijeka (prethodno zagrijavanje ulaznog mlijeka toplim obrađenim mlijekom ili pothlađenje obrađenog mlijeka ulaznim hladnim mlijekom).

6.1. DODACI U MLIJEKO I SIRENJE

U proizvodnji svježeg sira provodi se sirenje obranog miljeka pod utjecajem mliječne kiseline koja nastaje djelovanjem (mezofilnih kultura) bakterija mliječne kiseline.
U prethodno obrađeno mlijeko se dodaje $CaCl_2$ kako bi se dobila dovoljna količina kalcija potrebnog za grušanje mlijeka te mala količina sirila. Nakon tog provodi se vrenje mlijeka u zatvorenom spremniku ili u otvorenoj kadi pri temperaturi 25-28°C, obično traje 16-18 sati tj. do oblikovanja gruša pri pH 4,5-4,7 (djelovanjem 1-2% mezofilnih kultura bakterija mliječne kiseline). Trajanje vrenja može se skratiti na 5-6 sati ako se upotrijebi veća količina (oko 5%) mezofilne kulture te poveća temperatura na oko 30°C. (Tratnik i Božanić, 2012.)

6.2. KONTROLA KISELOSTI

Nakon vrenja mlijeka te djelovanja mliječne kiseline nastaje kiseli gruš pH 4,9-4,6. Zbog demineralizacije kazeina kiseli gruš sadrži manje kalcija i manje čestice (agregiranih) proteina, što utječe na meku i lomljivu strukturu koja ovisi o udjelu i veličini masnih globula. Upotrebom male količine sirila nastaje kiseli gruš koji teži jačem stezanju te dolazi do čvršće konzistencije tj 18-20% suhe tvari ovisno o udjelu masti.

6.3. CIJEĐENJE SIRNOG GRUŠA

Je postupak odvajanja sirutke i cijeđenje gruša do željene vlage u siru. Vrši se samostalno u kadi koja se sastoji od pumpe i dva plašta, prvi plašt (sirarska krpa) služi kao cijedilo koji je veći od drugog plašta koji je bez rupica. Između tih plašteva nalazi se pumpa koja tjera sirutku na plašt bez rupica. Uzima se uzorak sira za ispitivanje suhe tvari.

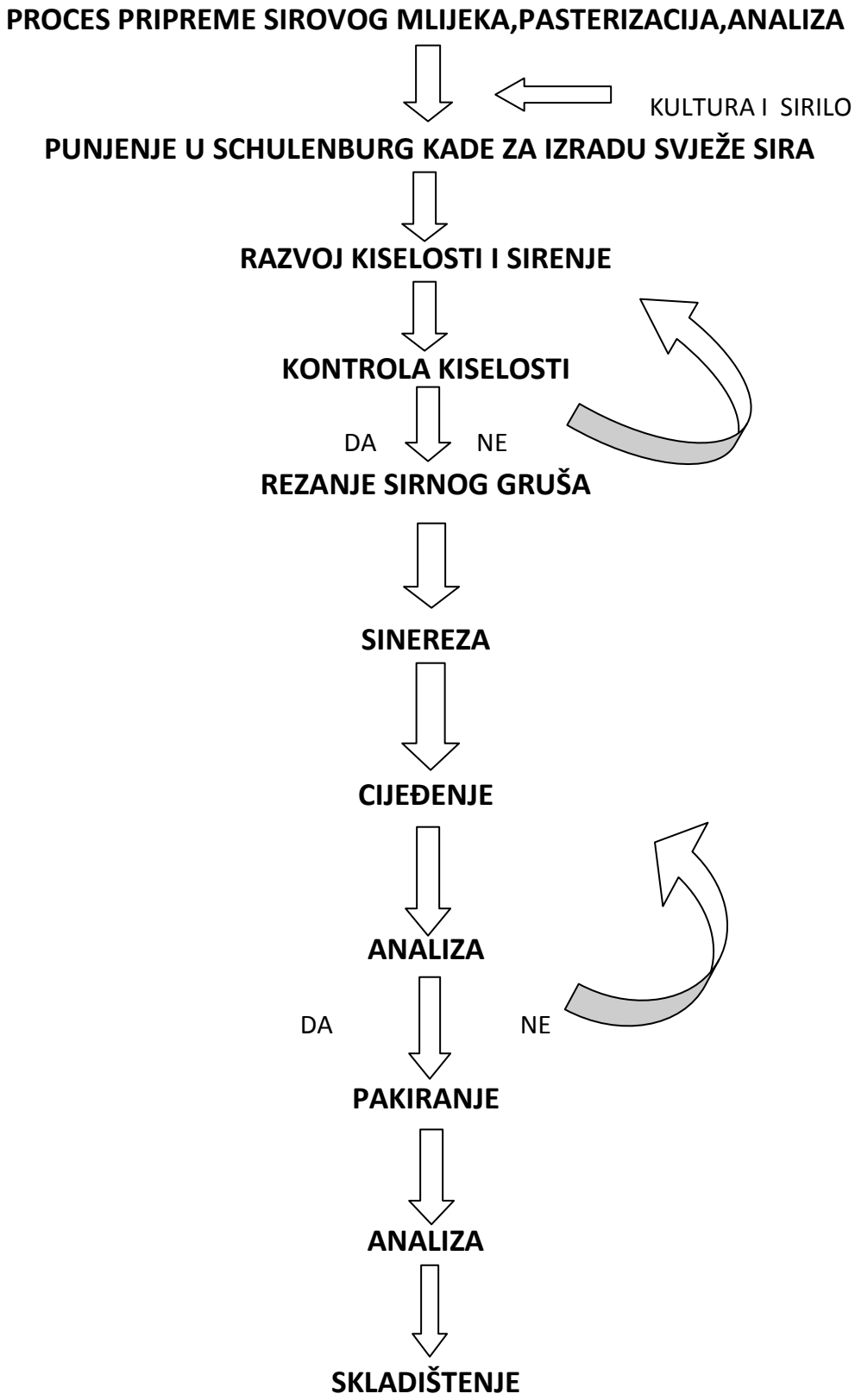
6.4. PAKIRANJE

Svježi sir se pakira u plastične vrećice (folije) ili plastične posude (čašice) različitog oblika i veličine.

6.5. SKLADIŠTENJE SIRA

Skladištenje sira mora biti u kontroliranim uvjetima, relativna vlažnost također mora biti prilagođena vrsti sira. Svježi sir skladišti se pri temperaturi od 4-5°C.

Slika 1. Shema procesa proizvodnje svježeg sira



7. **Pranje i sanitacija u mljekarstvu**

Pranje je jedan od poslova bez kojeg bi suvremena mljekarska industrija bila nezamisliva, zbog toga se velika pažnja posvećuje i pranju jer nam o čistoći (uređaja, pribora) ovisi i kvaliteta proizvoda.

Pranje i sanitacija

Cisterne za mlijeko:

Pranje cisterni provodi se CIP pranjem, a odvija se sljedećim redom:

- Pranje vodom.
- Pranje lužinom.
- Ispiranje toplom vodom.
- Pranje kiselinom.
- Ispiranje vodom.
- Dezinfekcija.

Laktofrizi i mljekomjeri:

- Pranje vodom.
- Pranje deterđentom.
- Ispiranje.

Pranje strojeva, CIP (Centralni sistem za pranje i dezinfekciju):

- Pranje vodom.
- Pranje lužinom.
- Ispiranje toplom vodom.
- Pranje kiselinom i ispiranje vodom.
- Dezinfekcija.

8. Zaključak

U proizvodnji sira mlijeko mora biti higijenski ispravno i što prije prerađeno u sir. Ako se dulje čuva potrebno ga je termalizirati pri 63 – 69°C/10 – 60 sek te čuvati pri temperaturi 2 – 3 °C. Ubrzano sirenje, prekiselo mlijeko, više temperature prouzročiti će nepravilnu strukturu gruša i sir mrvljive konzistencije.

Soljenje sira se provodi pri pH vrijednosti od 5,3 – 5,6 a to se postiže za 5- 6 sati nakon dodatka mikrobne kulture u mlijeko. Trajanje zrenja ovisi o vrsti sira, kakvoći sirne mase i uvjetima zrenja. Kontrola higijene (sirovine, opreme, ambalaže i prostora) osnovni je preduvjet za proizvodnju zdrave hrane.

Moje osobno mišljenje kao tehnologa o mljekarskoj industriji te o proizvodnji sira je sljedeće. Sama proizvodnja sira ponajprije ovisi o kvaliteti sirovine, a zatim i o opremi koja se koristi u procesu proizvodnje. U ovo vrijeme sve industrije su visoko modernizirane sa opremom te rade u uvjetima HACCAP-a, što uvelike utječe na proizvodnju i kvalitetu proizvoda tj. sira. Pošto je oprema modernizirala i sve se radi u strogim higijenskim uvjetima, veoma su male mogućnosti da dođe do pogrešaka u proizvodnji ili kvarenja proizvoda što je mljekarsku industriju veoma uspješno.

9 . Literatura

Law, B.A. (1997): *Microbiology and biochemisry of cheese and fermented milk*. Chapman & Hall, London, pp. 57-153.

Miletić, S. (1994.) : Mlijeko i mliječni proizvodi, Školska knjiga, Zagreb.

Tratnik, Lj. (1998.) : Mlijeko – tehnologija,biokemija i mikrobiologija Zagreb, Hrvatska mljekarska udruga

Tratnik, Lj. i Božanić, R. (2012.): Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.