
UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET



DIPLOMSKI RAD

**KARAKTERISTIKE MIKROFLORE
BELOG SIRA**

MENTOR :

Prof. Dr Obradović Dragojlo

STUDENT:

Subotić Tanja TA00/2

Beograd 2006.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. BELI SIR U SALAMURI	2
2.1. Osnovne karakteristike belog sira u salamuri.....	2
2.2. Osnove proizvodnje belog sira u salamuri.....	3
3. MIKROFLORA MLEKA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU SIRA	9
3.1. Izvori mikroorganizama u mleku i higijena mleka.....	9
3.2. Mikroorganizmi u mleku.....	11
3.3. Mikroorganizmi u mleku kao izazivači bolesti životinja i ljudi.....	12
4. MIKROFLORA BELOG SIRA U SALAMURI	13
4.1. Uticaj pojedinih faza dobijanja sira na mikroorganizme.....	13
4.2. Mikroorganizmi prisutni u autohtonim belim sirevima.....	15
4.3. Starter kulture u proizvodnji belog sira u salamuri.....	17
4.4. Patogeni u proizvodnji belog sira u salamuri.....	18
5. MANE BELOG SIRA U SALAMURI	20
6. ZAKLJUČAK	22
7. LITERATURA	23

1.UVOD

Od davnina čoveku je bila poznata hranljiva vrednost mleka i mlečnih proizvoda. Kako bi ovu osetljivu namirnicu čuvao za duži vremenski period čovek je iznalazio razne načine konzervisanja, a jedan od načina konzervisanja bila je i proizvodnja sira.

Poznato je da se sir pravio u Aziji nekoliko hiljada godina p.n.e.; u Egiptu 4000 godina p.n.e., a najstarije slikovito pismo o proizvodnji sira potiče iz Mesopotamije još 3500-2800 godina p.n.e.. Na Mediteranu se sirarstvo razvilo preko starih Grka i Rimljana. U našoj zemlji sirarstvo se razvilo u srednjem veku(XIII, XIV, XV vek). Međutim, sve do drugog Svetskog rata proizvodnja sireva je bila primitivna i uglavnom individualna, a tek posle rata se naglo razvija i dobija industrijske razmere.

Vidno mesto u sirarskoj proizvodnji u našoj zemlji zauzima beli sir. Preciznih podataka od kada datira proizvodnja ovog sira nema, ali iz starijih zapisa se može zaključiti da je našim narodima bio poznat od davnina, pa se sa pravom može reći da je to naš autohtoni sir.

Beli sir spada u grupu mekih, kiselo slanah sireva koji zru u slanom rastvoru koji doprinosi formiranju senzornih svojstava karakterističnih za ovu vrstu sira.

Od oko 500 varijeteta sireva koje priznaje IDF (*International Dairy Federation*) izdvaja se poseban varijetet „sirevi sa visokim procentom soli“, koji obuhvata bele sireve u salamuri. Pregled različitih vrsta u okviru ovog varijeteta dat je u tabeli 1. Tehnološki proces proizvodnje nije standardizovan, već varira po lokalitetima, zavisi od klimatskih uslova i tradicije. U našoj zemlji je najzastupljenija vrsta sira i postoji više varijeteta ovog sira: zlatarski, sjenički, homoljski, vlaški i dr. Većina belih sireva se suvo sole i imaju zrenje i čuvanje u salamuri, a način soljenja predstavlja osnovnu razliku u odnosu na varijetete sireva koji se proizvode u severno evropskim zemljama.

Proizvodnja belog sira u odnosu na druge sireve se pokazala kao rentabilniji proizvod, proces zrenja ne traje dugo, a troškovi nege i čuvanja su mali.

Tabela 1. Različite vrste belog sira u salamuri

Vrsta sira	Zemlja
Feta	Grčka
Beli sir u kriškama	Srbija i Crna Gora i zemlje u okruženju, bivše jugoslovenske republike
Bjalo salamureno sirene	Bugarska
Teleme	Rumunija, Grčka
Domijati, Beda	Egipat
Briza	Izrael, Češka, Slovačka
Beyaz peynir	Turska
Halloumi	Kipar
Lightvan	Iran
Lori, Imperetinskii, Limanskii, Osetinski	Rusija i bivše republike Sovjetskog Saveza
Queso Blanco	Južna Centralna Amerika

2. BELI SIR U SALAMURI

2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE BELOG SIRA U SALAMURI

Beli ili meki sir u kriškama se karakteriše blagim slano-kiselim sirnim testom, mekše, nežnije konzistencije, na preseku porcelanskog sjaja i povezane strukture. Na preseku se zapaža veći ili manji broj šupljika veličine sočiva, ispunjene slanim rastvorom. Ima relativno kratak period zrenja. Sazreva u kiselo slanom rastvoru u kome se čuvaju i posle završenog procesa zrenja.

Tradicionalnim načinom proizvodnje dobija se proizvod nestandardnog kvaliteta, kod koga se mogu javiti problemi ukusa, teksture, pojave gasa i dr. Sastav ovih sireva varira, kao što varira i sastav mleka od koga se proizvode. Ne koriste se starter kulture bakterija mlečne kiseline. Koristi se nepasterizovano mleko što može dovesti do nepredvidljivih hemijskih i bioloških promena za vreme proizvodnje i zrenja.

Dok je u tradicionalnim uslovima proizvodnje belog sira u salamuri, osnovna sirovina bila ovčije i kozije mleko, danas u savremenim industrijskim uslovima dominira proizvodnja od kravljeg mleka, obično pasterizovano, a upotreba starter kultura je uobičajena praksa.

Na mikrobiološki kvalitet belih sireva u salamuri utiču brojni faktori kao što su: kvalitet mleka, korišćenje pasterizacije ili termizacije, različiti tehnološki parametri, kao i nivo i vrsta mikrobiološke kontaminacije do koje dolazi za vreme proizvodnje i skladištenja sira. Zrenje ovih sireva se obavlja duži vremenski period u salamuri, tako da dominantna mikroflora značajno doprinosi procesima zrenja i istovremeno do nekog stepena reguliše kvalitet finalnog proizvoda.

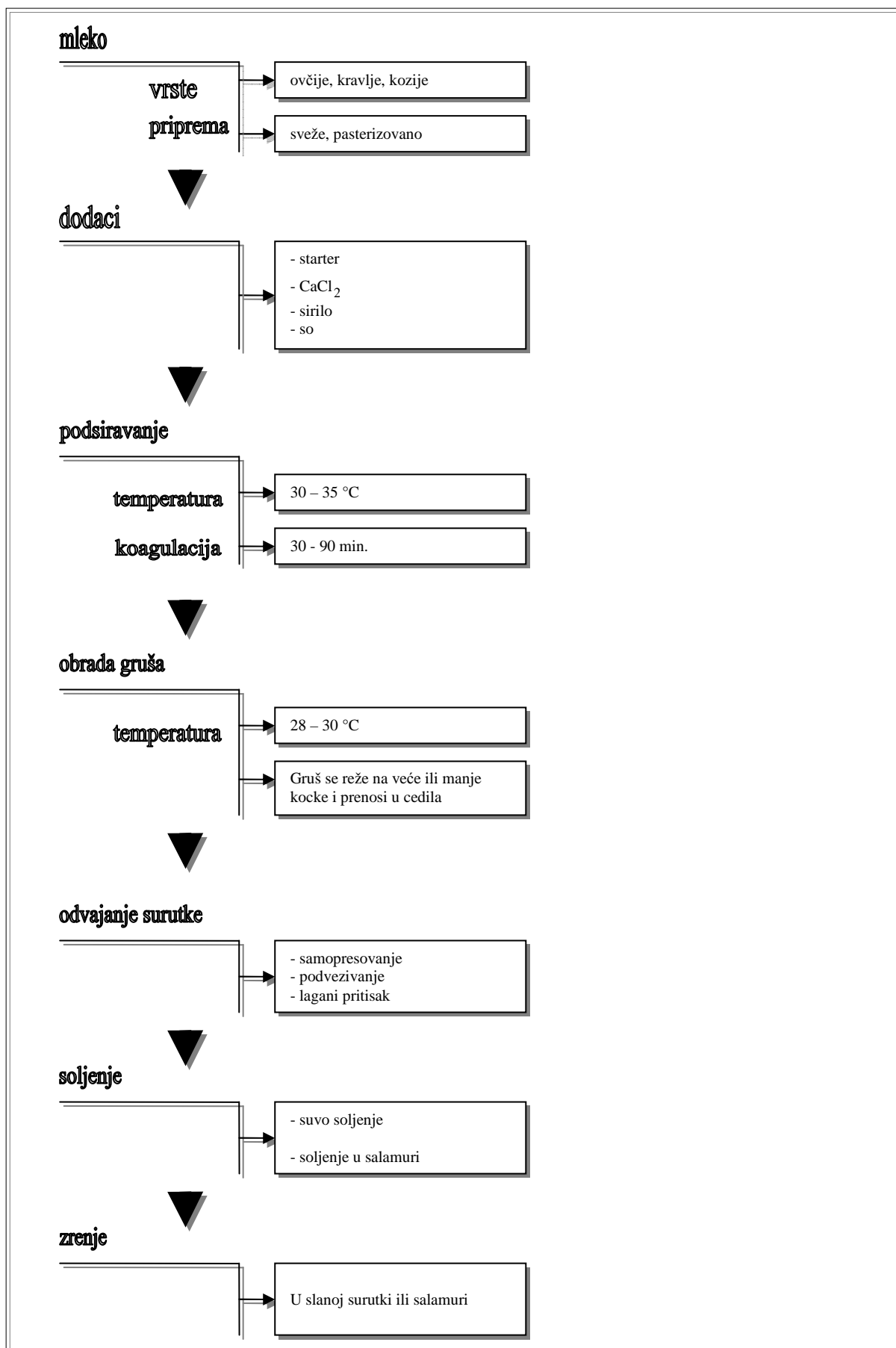


Slika 1. Beli sir u salamuri

2.2. OSNOVE PROIZVODNJE BELOG SIRA U SALAMURI

Osnovne faze u proizvodnji belog sira u salamuri grafički su prikazane šemom br. 1

Šema 1. Opšta proizvodnja sira u salamuri



Beli sir se proizvodi od kravljeg, ovčijeg, ređe kozijeg mleka ili od njihove mešavine. U domaćinstvima se beli sir proizvodi od sirovog mleka, pa je za svaki varijetet karakteristična mikroflora tog podneblja. Najveći stepen kiselosti sme da bude za ovčije mleko 25-28°T, a kod kravljeg oko 18°T. Procedeno mleko se siri dok je još toplo, a ako se ohladi dogreva se na 25-28°C i dodaje se toliko sirila da se podsiri u toku 1,5-2h. Da bi se pojačalo dejstvo sirila i dobila veća količina sira, u mleko se na svakih 100 l dodaje 20-40g CaCl₂. Trajanje podsiravanja zavisi od mnogih činilaca, temperature podsiravanja i prostorije u kojoj se siri, kvaliteta mleka, od stepena kiselosti i od drugih činilaca.

Dobar gruš treba da je srednje veličine, elastičan porcelanskog preloma, slatkastog ukusa, a na mestu preloma gruša surutka treba da je žućkasto zelene boje. Ovakav gruš se stavlja u ramove gde boravi oko 15min. pri čemu se iscedi izvesna količina surutke, a zatim se vrši rezanje gruša popreko i uzduž i tako ostvi desetak minuta, zatim se krajevi cedila koje je rašireno u ramu preklopi preko sira, ali tako da se stvori što manje nabora pa se na sredini prikače krajevi cedila. Odozgo se stavlja drveni poklopac da stoji 30min. do 1h.

Koliko dugo će gruda ostati bez opterećenja zavisi od osobine same grude tj. gruša. Mekši gruš ostaje bez opterećenja da bi se dala mogućnost za postepeno oticanje surutke.

Temperatura prostorije u kojoj se gruda cedi i presuje kreće se od 15-18°C, jer na višoj temperaturi otiče brže, ali se pri tom burno razvijaju procesi previranja laktoze, te gruš prevri još pod presom usled čega se dobija sir slabijeg kvaliteta, obično kiselog i suviše šupljikavog testa. Ako je gruš mekši, temperatura pri ceđenju mora da je niža da ne bi došlo do brzog previranja laktoze u mlečnu kiselinu. Ceđenje bez opterećenja traje prosečno 14-40min.

Presovanje se izvodi tako što se na grudu stavlja kamen različite težine, ali je mnogo bolje primenjivati opterećenje presom, jer je presovanje ravnomernije. Kod presovanja je bitno da se postepeno povećava opterećenje, jer je gruš nežan i nepravilnim presovanjem može se u velikoj meri otežati oticanje surutke. Naglo povećanje tereta dovodi do toga da se gruda jako zalepi za cedilo i stvori se oko cele grude površinski jako kompaktni sloj koji otežava svako dalje oticanje surutke.

Posle presovanja dobija se gruda veličine rama koja se zatim seče na razne veličine. Izrezane kriške se ostave da se malo ohlade i da se sa njih ukloni deo surutke, a zatim se sole u salamuri. Rastvor salamure je obično jačine 17-20% što zavisi od osobina sira i godišnjeg doba. U letnje doba koristi se jači rastvor, a u zimsko doba slabiji. U većim mlekarama koriste se višespratne rešetke na koje se stavljaju redovi sira, a zatim se rešetke potapaju u slani rastvor. Slani rastvor se nalazi u bazenima koji imaju specijalne uređaje za automatsko

punjenje i pražnjenje, kao i za prečišćavanje slanog rastvora. Dok se sir nalazi u bazenima stalno se kontroliše količina i temperatura rastvora, ali i kiselost koja ne sme preći 20°T .

Po završenom soljenju kriške se slažu u sudove za zrenje i to u čabrice, burad ili specijalne limene kante koje se prethodno moraju dobro oprati i pripremiti. Važno je da pri slaganju ostane što manje slobodnog prostora da bi se smanjilo drobljenje sira za vreme transporta i da bi se izbegla deformacija kriške. Ovako pripremljene kante sira idu na zrenje.

Uslovi zrenja i temperatura na kojima se drži posle završenog glavnog perioda zrenja utiču bitno na kvalitet belog sira. Najpovoljnija temperatura zrenja za prvih 20 dana je $15-18^{\circ}\text{C}$, jer se u prvom periodu zrenja uglavnom obavlja proces previranja laktoze u mlečnu kiselinu i time se daje pravac celokupnom procesu zrenja. Ako bi u ovom periodu bila temperatura od 10°C ili manja, javile bi se razne mane: konzistencija bi postala mekana i sluzava, a prioritet bi imali proteolitički mikroorganizmi koji mogu biti opasni i po zdravlje potrošača. Tek posle 30 dana sir može da zri na $10-15^{\circ}\text{C}$ na kojoj ostaje 30-45 dana, a 60 dana posle ide na temperaturu ispod 10°C . Tek potpuno zreo sir, tj. posle tri meseca može da ide u hladnjače i da se tamo drži veoma dugo.

U početku zrenja sudovi se stalno kontrolišu po boji, ukusu i mirisu salamure i sira. Čim se na salamuri pojavi beličasta skrama to je znak da se procesi u sudu razvijaju veoma burno i da će zrenje zauzeti negativan tok. U tom slučaju, stari presolac se zamenjuje novim koji se stavlja na isti način kao i prvi.

Specifičnost belih sireva sa zrenjem u salamuri u odnosu na ostale sireve je mogućnost naknadne korekcije. Kod sireva koji zru na policama mogućnost korigovanja hemijskog sastava je samo do operacije soljenja, a nakon toga se dešava sušenje i dalje promene u siru tokom zrenja. Kod sireva sa zrenjem u salamuri sir je sve vreme u kontaktu sa slanim rastvorom, pri čemu se održava stalna ravnoteža između vodene faze sira i slanog rastvora. Tokom zrenja sir može gubiti deo mineralnog kompleksa, a on utiče na reološke karakteristike. Pored toga, produkti razgradnje mogu prelaziti u salamuru. Zbog ovakvih promena sirevi u salamuri podležu raznovrsnijim promenama od ostalih sireva, pa se za njih kaže da ih je lakše proizvoditi nego sačuvati.

Kod ovih sireva moguće je omekšavanje sirnog testa pod uticajem slanog rastvora što je posledica specifičnih osobina kazeina pri $\text{pH}=5,2$. U intervalu bliskom $\text{pH}=5,2$ parakazein se odlikuje najintenzivnijom hidratisanošću, a matriks najvećom poroznošću. Koncentracija soli od 5% u vodenoj fazi, kao i niska temperatura intenziviraju ovaj proces. S toga je važno u proizvodnji belih sireva u salamuri postići pH niži od 5, čime se onemogućava omekšavanje sirnog testa. Druga mogućnost je slaganje sira u kačice pri čemu sirevi zru u sopstvenoj

surutki, pri čemu sirevi duže vreme ostaju u ambalaži u bez ikakve manipulacije, tako da sa padom pH vrednosti prolaze fazu omekšavanja i naknadnog očvršćavanja. Prisutna je i pojava intenzivnijeg soljenja sireva, pri čemu, ako je koncentracija soli u vodenoj fazi veća od 10% izostaje mogućnost omekšavanja sirnog testa.

Krajnji produkti razgradnje, tj. rastvorljivi u vodi i isparljivi produkti dovode do formiranja ukusa i mirisa belog sira, dok produkti dobijeni u prvom stepenu razgradnje jesu rastvorljivi, ali ne i isparljivi i oni deluju na formiranje konzistencije belog sira.

Komunikacija sira i salamure dovodi do formiranja specifičnih senzornih svojstava.

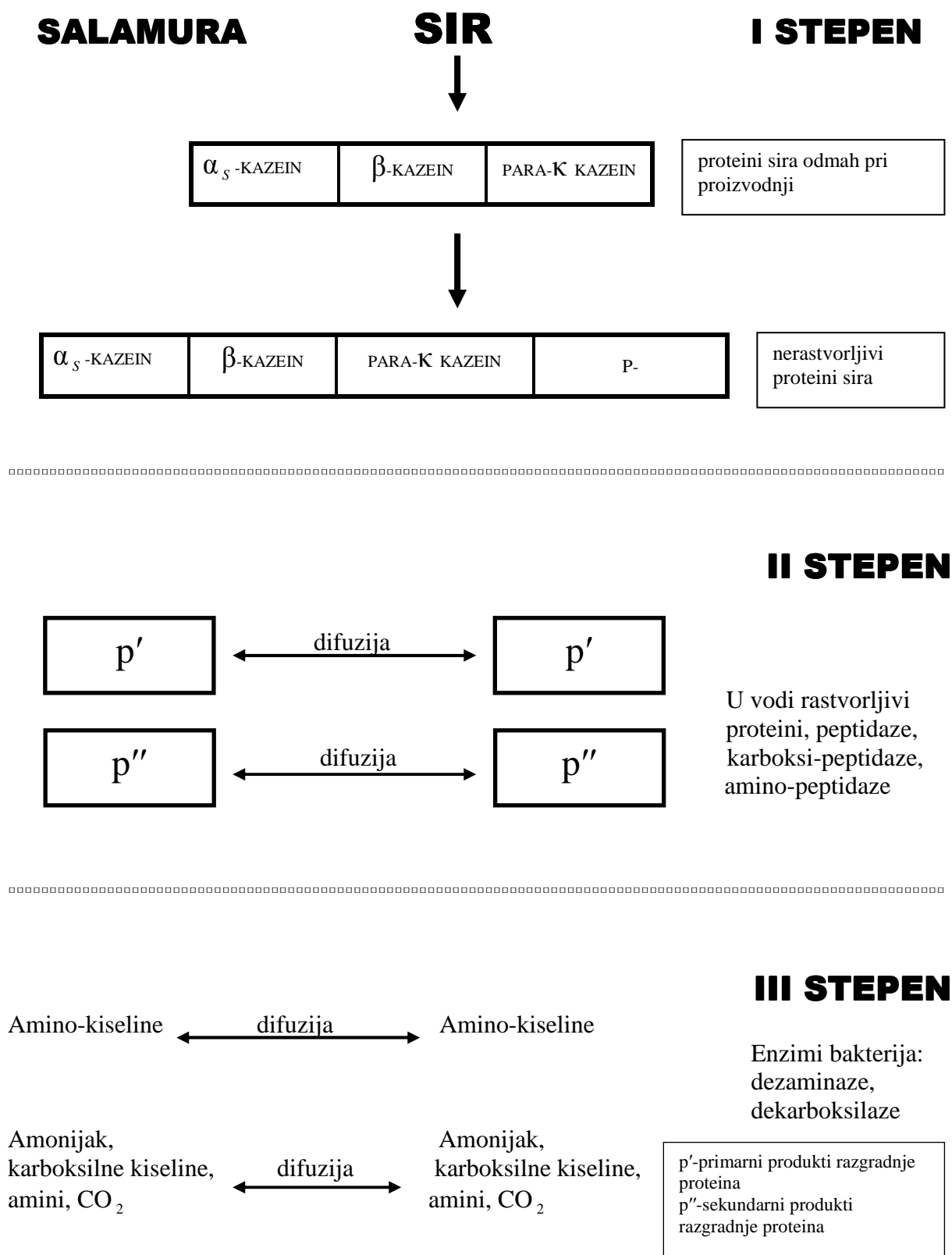
Na šemi 2. prikazane su promene na proteinima u toku zrenja sira. Sa prikazanog se vidi da u prvom stepenu razgradnje proteina učestvuje himozin i plazmin pri čemu nastaju nerastvorljivi produkti razgradnje.

U drugom stepenu razgradnje dobijaju se produkti koji su rastvorljivi, ali ne i isparljivi. Oni učestvuju u formiranju konzistencije belog sira.



Slika br.2 Beli sir

Šema 2. Promene na proteinima u toku zrenja sira



3. MIKROFLORA MLEKA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU SIRA

3.1. IZVORI MIKROORGANIZAMA U MLEKU I HIGIJENA MLEKA

Mleko kao jedna od osnovnih namirnica u ishrani mora posedovati ispravnost, jer u suprotnom ugrožava zdravlje i život ljudi. Kao prirodni sekret mlečne žlezde domaćih životinja, mleko može da sadrži patogene mikroorganizme i razne materije štetne po ljudsko zdravlje (antibiotike, insekticide, razne lekove itd.)

Sadržaj nutritivnih sastojaka mleka, pH (oko 6,6) temperatura u vimenu (oko 38°C) čini idealne uslove za razvoj bakterija. Međutim, do razvoja mikroflore ne dolazi zato što je mleko u vimenu skoro sterilno, osim ukoliko samo vime nije inficirano. Bakterije mogu da se nađu u sisnim kanalima, ali se obično sa prvim mlazevima mleka prilikom muže i odstrane. Međutim, za vreme muže mleko se kontaminira mikroorganizmima, tako da je bez sumnje osnovni izvor muzna oprema. Ukoliko se mleko čuva na temperaturama preko 15°C može doći do koagulacije usled produkcije kiselina koje stvaraju slučajno prisutne bakterije, kao što su bakterije mlečne kiseline i koliformne bakterije. Upravo iz tih razloga, velika pažnja mora se posvetiti higijenskoj proizvodnji mleka, što može da se postigne boljom higijenom za vreme muže, boljim tehničkim karakteristikama opreme, pranjem i održavanjem, hlađenjem mleka na temperature manje od 5°C odmah nakon muže i čuvanjem mleka na niskim temperaturama u odgovarajućim sudovima i tankovima od prohrom čelika koji se lako održavaju.

Izvor mikroorganizama u mleku su vime obolelih životinja i sisni kanali, spoljna površina vimena, prostirka, stočna hrana, radnici, vazduh, voda koja se koristi za pranje vimena i oprema koja se koristi za mužu i čuvanje mleka.

U okviru rada na higijeni mleka moraju se otkriti izvori kontaminacije mleka i sprečiti da do zagađenja uopste i dođe. Proizvodnja sireva zahteva mleko određenih tehnoloških svojstava. Hemijski sastav mleka je osnova koja određuje ova tehnološka svojstva. Ova svojstva mleka direktno zavise od zdravstvenog stanje mlečne žlezde. Povećanjem broja somatskih ćelija u mleku dolazi do promene sastava mleka koje se manifestuje smanjenjem sadržaja kazeina, laktoze i kalcijuma, a povećanjem sadržaja natrijuma, hlora i serumskih

belančevina. Nastale promene u sastavu mleka utiču na vreme koagulacije, čvrstinu gruš, povećanu aktivnost bakterija, promenjen ukus gotovog proizvoda i smanjen randman sira.

Primarna obrada mleka, takođe, značajan je faktor koje utiče na tehnološka svojstva mleka, jer dovodi do promena na belančevinama mleka i promena mikrobiološke slike mleka. Hlađenjem mleka menja se veličina micle kazeina, povećava se pH mleka, smanjuje se disocijacija kalcijum-citratnog kompleksa. Tokom hlađenja razmnožavaju se i mikroorganizmi koji svojim enzimima i drugim produktima utiču na tehnološka svojstva mleka.

Da bi se dobila tehnološki dobra sirovina, potrebno je da se mleko termički obradi, tj. da se dobije mleko bez patogenih bakterija i bakterija kontaminenata, koje prouzrokuju razne mane mlečnih proizvoda (sira), razmnožavajući se tokom proizvodnje. Termička obrada može da se izvodi na svim temperaturama, ali za dobar kvalitet sira potrebno je izabrati određene temperature zagrevanja. Način zagrevanja mleka zavisi, pre svega, od vrste sira. Za tvrde i polutvrde sireve podesna je kratkotrajna pasterizacija 72°C 20sec. Za meke i sveže sireve bolja je viša temperatura pasterizacije, dok se za određene tvrde sireve izvodi termizacija mleka na 60-68°C nekoliko sekundi ili se mleko termizira i potom čuva na temperaturi nižoj od 10°C.

Na efikasnost pasterizacije, osim visine temperature i vremena njenog delovanja, utiče i niz drugih faktora kao što su:

- 1.ukupan broj mikroorganizama u sirovom mleku
- 2.reinfekcija
- 3.prisustvo nečistoća
- 4.prisustvo termorezistentnih vrsta bakterija

(*Micrococcus, Streptococcus, Staphylococcus, Microbacterium*)

Pored ovoga temperatura pasterizacije ne uništava i deluje stimulatивно na klijanje spora *Bacillus subtilis, Bacillus cereus* i dr.

Kao što se vidi pasterizacija mleka nije potpuno efikasan način zaštite od štetnog delovanja mikroorganizama. U tom pogledu, efikasnost prvenstveno zavisi od temperature mleka posle izvršene pasterizacije. Ukoliko je temperatura viša od 18°C posle 24h u mleku će doći do znatnog porasta broja mikroorganizama i tada proces pasterizacije gubi smisao, pa se, stoga, u pogledu zaštite mleka preporučuje hlađenje na temperaturi od 4°C do 5°C odmah nakon pasterizacije.

Na kraju se može reći da krajnji uspeh pasterizacije zavisi od temperature i vremena, ali i postupaka nakon pasterizacije (hlađenje mleka, nalivanje i zatvaranje sudova za prenos mleka, temperature mleka za vreme transporta).

3.2. MIKROORGANIZMI U MLEKU

Zastupljenost pojedinih mikroorganizama u mleku	
Grupe mikroorganizama	Zastupljenost (%)
<i>Micrococcus, Staphylococcus</i>	30-90
<i>Streptococcus, Lactococcus</i>	0-50
G + štapići (asporogeni)	< 10
G - štapići	< 10
<i>Bacillus</i>	< 10
ostalo	< 10

U sirovom mleku dominantnu mikrofloru, koja potiče iz zdravog vimena čine bakterije koje pripadaju rodovima *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*. Ukoliko je krava obolela od mastitisa, u mleku se u relativno velikom broju mogu naći *Streptococcus agalactiae*, *S. aureus*, koliformne bakterije i *Pseudomonas*. Kontaminanti poreklom od životinja, hrane, zemljišta, vode su bakterije mlečne kiseline, koliformne bakterije, vrste iz rodova *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus* i *Clostridium* spore, Gram negativni štapići. Iz istih izvora mogu dolaziti i patogeni kao što su: *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*. Oprema može biti osnovni izvor Gram-negativnih štapića kao što su: *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, kao i Gram-pozitivnih koka *Micrococcus* i *Enterococcus*.

Gram-pozitivne bakterije (*Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Microbacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* itd.) i Gram-negativne bakterije (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium* itd.) se nalaze u mleku odmah nakon muže. U prošlosti se mleko nije hladilo ili se hladilo vodom na ambijentalnu temperaturu. Ovi uslovi pogodovali su razvoju Gram-pozitivnih bakterija, naročito bakterija mlečne kiseline kao što su *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus spp.* Njihov rast bio je mnogo uobičajeniji nego rast Gram-negativnih mikroorganizama. Mnogi rodovi Gram-pozitivnih bakterija obuhvataju i bakterije koje ulaze u sastav starter kultura za proizvodnju sira. U današnje vreme, uobučajeno je da se mleko hladi na temperaturu nižu od 5°C u toku 1-2h od muže, i to je doprinelo da se promeni i dominantna mikroflora. Tada, postaju dominantne Gram-negativne psihrotrofne bakterije, posebno rodovi *Pseudomonas* i *Achromobacter*. Psihrotrofi se definišu kao bakterijske vrste sposobne za rast na temperaturama ispod 7°C i mogu se razmnožavati u ohlađenom mleku i uključuju vrste iz rodova *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, neke koliformne vrste i *Bacillus spp.* kao i patogene (*Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*).

3.3. MIKROORGANIZMI U MLEKU KAO IZAZIVAČI BOLESTI ŽIVOTINJA I LJUDI

Kod muznih životinja obolelih od salmoneloze, tuberkuloze i bruceloze u mleku se mogu naći bakterije, izazivači ovih oboljenja. U normalnim okolnostima, mleko inficiranih krava nije glavni izvor kontaminacije u sirovom mleku. Mastitis je bakterijska infekcija mlečnih žlezda i česta je kod muznih životinja. Prouzrokuje ga, uglavnom, *Staphylococcus aureus*, mada *Streptococcus dysgalactiae*, *S. agalactiae*, *Escherichia coli* i *Corynebacterium spp.* mogu, takođe, biti odgovorni. *S. aureus* je Gram-pozitivna koka i mnogi sojevi proizvode termostabilne toksine, enterotoksine, koji mogu izazvati trovanje hranom. Generalno, broj od oko 10⁶ cfu/ml je neophodan da bi se stvorilo dovoljno toksina da izazove trovanje hranom. Na početku infekcije, pre pojave fagocitoze, može biti prisutno nekoliko miliona bakterija po mililitru, međutim, kako se fagocitoza razvija, broj prisutnih bakterija

brzo će se smanjiti na manje od 1000ćel/ml. Drugim rečima, broj bakterija je veoma visok na početku infekcije, ali veoma nizak kako se infekcija razvija.

Muzne životinje mogu nositi mikroorganizme koji prouzrokuju oboljenja ljudi, a kako se mogu naći i u mleku, jasno je da sirovo mleko može biti izvor oboljenja. Neka od oboljenja životinja, a koja mogu biti prenesena na ljude, su sledeća: bruceloza, tuberkuloza, salmoneloza, Q-groznica. Uzročnici svih navedenih oboljenja uništavaju se procesima pasterizacije mleka. Međutim, uprkos široke primene pasterizacije mleko i dalje predstavlja izvor i prenosilac nekih mikroorganizama.

4. MIKROFLORA BELOG SIRA U SALAMURI

4.1.UTICAJ POJEDINIH FAZA DOBIJANJA SIRA NA MIKROORGANIZME

Proizvodnja sireva je dehidatacioni proces u kome se od voluminoznog mleka, primenom biohemijskog procesa, koncentriše suva materija i izdvaja deo vode sa nekim sastojcima mleka. Tehnološki proces započinje pospešivanjem grušanja kazeina i umnožavanjem mikroorganizama starter kultura što dovodi do formiranja gruša. Iz gruša se, kroz tehnološki proces dogrevanja, soljenja, zrenja dobija krajnji proizvod prepoznatljivih organoleptičkih karakteristika.

Što se tiče sirne mase ona se, većim delom procesa, nalazi pri temperaturi koja pogoduje razmnožavanju, kako poželjnih, tako i nepoželjnih mikroorganizama. Tehnološke greške u ovoj fazi ostavljaju posledice na gotov proizvod. Za valjanu kontrolu ovde se pažljivo beleže dužina trajanja svih faza u tehnološkom postupku, razmnožavanje mikroorganizama i fizičko-hemijske promene u sirnoj masi.

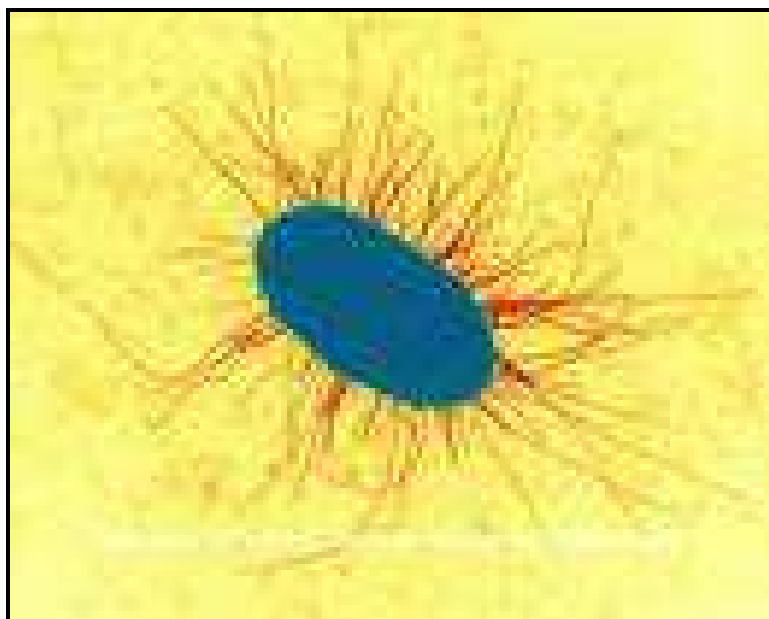
Jedan od najčešćih problema u proizvodnji sireva je razmnožavanje koliformnih mikroorganizama u nekim fazama tehnološkog procesa. Koliformne bakterije predstavljaju grupu bakterija različitih rodova, sa više sličnih osobina, široko su rasprostranjene u prirodi dobro se umnožavaju u različitim sredinama. U namirnicama su, uglavnom, egzogenog porekla, pa je njihov nalaz posledica loših higijenskih uslova u proizvodnji i prometu hrane. Njihovim prisustvom proizvod se označava kao neispravan. Glavni predstavnik je *E.coli* (slika br.3), koja pored toga što pokazuje higijensku neispravnost namirnica, može da uzrokuje alimentarne infekcije i intoksikacije ljudi.

E.coli je najzastupljeniji uzročnik neispravnosti sireva i drugih namirnica. Razmnožavanje *E.coli* i drugih koliformnih mikroorganizama u sirevima, zavisi od pre pomenutih uslova držanja mleka pre pasterizacije, ali i od drugih mikroorganizama koji se pri tome nalaze u mleku.

Termička obrada koja se primenjuje u tehnologiji inhibiše i velike populacije *E.coli*. Međutim, postupci posle termičke obrade, vrlo često su doveli do rekontaminacije sirovine sa ovom bakterijom. Rekontaminacija je bila vrlo niska, ali tokom procesa sirenja i obrade gruš dolazilo je do njenog umnožavanja. Veća količina starter mikroorganizama dovodi do pada broja *E.coli*, pa u prvim časovima prerade broj ove bakterije, zavisno od količine startera, opada. Međutim, posle adaptacionog perioda ova bakterija se umnožava sve do početka salamurenja, nezavisno od količine starter kulture koja je upotrebljena za proizvodnju sira.

U procesu salamurenja *E.coli* se sporije umnožava u sirevima sa manjim procentom starter kultura, a nešto brže u proizvodima sa više starter kultura. Međutim, broj *E.coli* na kraju salamurenja je obrnuto proporcionalan količini starter kultura upotrebljenih za proizvodnju sira.

Tokom zrenja, broj *E.coli* održava se do dvadeset dana od salamurenja, a posle toga opada obrnuto proporcionalno od dostignute količine u porastu. U procesu zrenja sireva veliku ulogu imaju starter mikroorganizmi za sprečavanje rasta nepoželjnih mikroorganizama i formiranje određenih organoleptičkih osobina.



Slika br.3 *Escherichia coli*

4.2. MIKROORGANIZMI PRISUTNI U AUTOHTONIM BELIM SIREVIMA

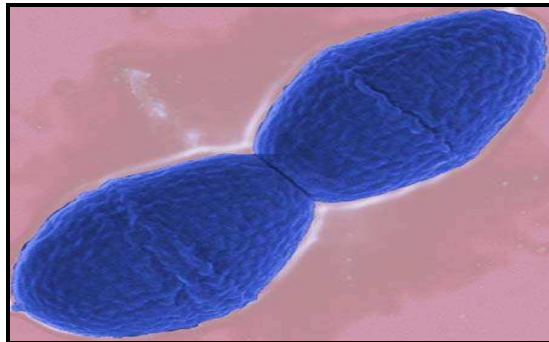
Osnovnu mikrofloru u zrenju belog sira predstavljaju okruglaste bakterije mlečne kiseline, laktokoke. U manjem procentu javljaju se mikrokoke, ali se njihov broj smanjuje kako se odvija proces zrenja, a broj laktobacila, štapićastih bakterija mlečne kiseline, postepeno se uvećava. Ovo se dešava usled inhibitornog efekta niskog pH i visokog sadržaja soli tokom procesa zrenja koji favorizuju razvoj laktobacila.

Prilikom raznih ispitivanja mikroflora tokom zrenja sira ustanovljeno je intenzivno razmnožavanje mikroorganizama. Povećanje ukupnog broja mikroorganizama najveće je prvog i drugog dana po završenoj izradi sira, a posle toga nastaje smanjenje do kraja procesa zrenja. Mikrokoke se aktivno razmnožavaju u toku izrade sira, da bi svoj maksimum dostigle prvog i drugog dana po završenoj izradi sira. U toku zrenja došlo je do opadanja ukupnog broja mikrokoka (od blizu 40% na 4%). To se objašnjava intenzivnim razmnožavanjem bakterija mlečne kiseline i stvaranjem drugih nepogodnih uslova za njihovo razviće (brzo razmnožavanje streptokoka, nepovoljan pH, anaerobni uslovi). Takođe, bakterije roda

Leuconostoc su brojnije na početku zrenja sira, dok su pediokoke znatno brojnije u kasnijim fazama zrenja.

Mnogi autori utvrdili su prisustvo enterokoka (*Enterococcus faecalis* i *Enterococcus durans*) (slika br.4), kako u pasterizovanom mleku, tako i u sirevima, pa se smatra da ove bakterije učestvuju u zrenju. Uključivanje *Enterococcus spp.* u mezofilni starter bakterija mlečne kiseline daje bolji ukus, teksturu belom siru, što se pripisuje proteolitičkoj i lipolitičkoj aktivnosti ove vrste bakterija.

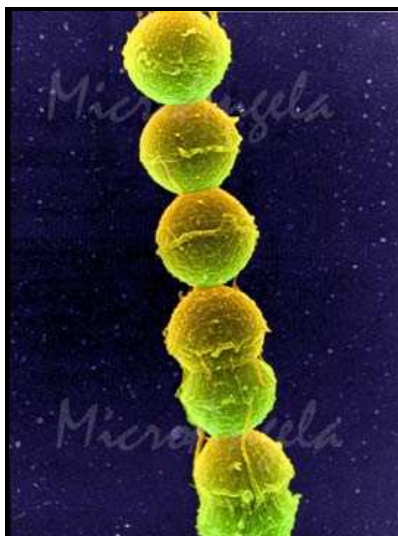
Slika br.4



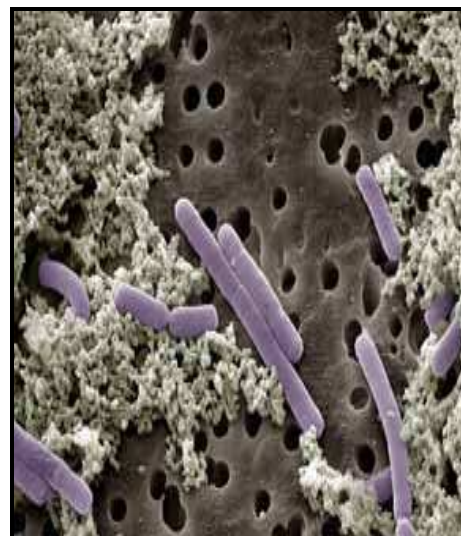
Enterococcus faecalis

Analizom uzoraka belog sira u salamuri proizvedenih u domaćinstvu sa različitih regiona bivše Jugoslavije, Banina i sar., (1987.) utvrdili su da od 150 različitih izolata bakterija, 49% bili su *Streptococci*, 38% *Lactobacillus* i 10% *Micrococcus* sojevi (slika br.5). Streptokoke su bile dominantna mikroflora u belom siru u salamuri, poreklom iz različitih regiona bivše Jugoslavije.

Slika br.5



rod *Streptococcus*



rod *Lactobacillus*

Ispitivanja su, takođe, pokazala da je kod proizvodnje sjeničkog sira bez dodavanja starter kultura došlo do izolovanja sojeva bakterija mlečne kiseline koji pripadaju vrsti *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis* bv. *diacetylactis* i vrsti *Lactobactillus para. paracasei*.

4.3. STARTER KULTURE U PROIZVODNJI BELOG SIRA U SALAMURI

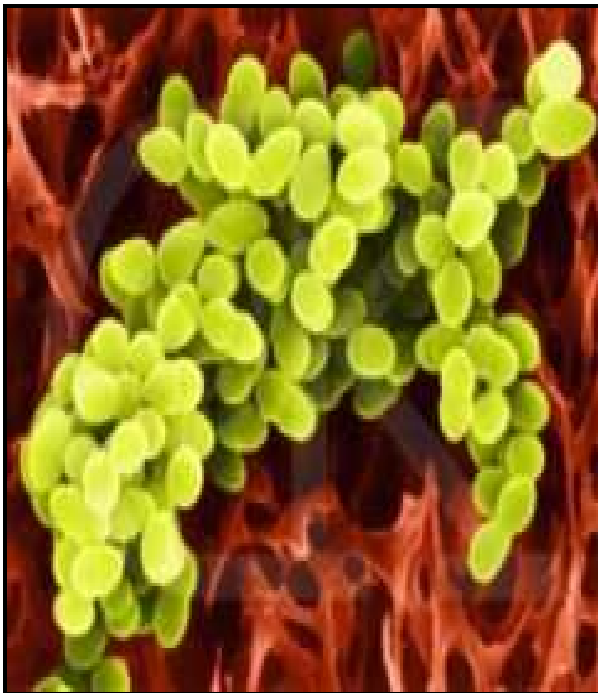
Opšte je poznato da mikroorganizmi, odnosno, njihovi enzimi, imaju ključnu ulogu u procesu zrenja sireva, pri čemu je isto tako dobro poznato da je za dobijanje kvalitetnog sira, od velikog značaja pravilno odvijanje navedenog procesa. Zato se i pridaje velika važnost upotrebi starter kultura. Njihova uloga je u obrazovanju specifičnog ukusa i mirisa sira, opšteg izgleda, konzistencije, povećavaju svarljivost i održivost sireva. Najznačajnija i osnovna uloga starter kultura ogleda se u acidogenoj aktivnosti, odnosno, transformaciji laktoze u mlečnu kiselinu. S druge strane, bakterije mlečne kiseline učestvuju i u razgradnji proteina, pri čemu kao supstrat za njihovu aktivnost služe niskomolekularna azotna jedinjenja, nastala kao produkt delovanja himozina. Naravno, neki mikroorganizmi mogu biti i štetni, ukoliko se ne posvećuje dovoljna pažnja pravilnoj selekciji sojeva, koji ulaze u sastav starter kultura. Tako može doći do nastajanja nepoželjnih produkata njihovog metabolizma, kao što su, na primer, gorki peptidi, što, svakako, utiče na organoleptička svojstva sireva.

S obzirom na to da se beli sirevi u salamuri, najčešće, proizvode od pasterizovanog mleka, izbor starter kultura verovatno je jedan od najvažnijih koraka u proizvodnji visoko kvalitetnih i zdravstveno bezbednih sireva. Ocenjivani su različiti starteri i smatra se da sojevi koji pripadaju laktokokama, mešavina laktokoka i *Laktobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* ili čak jogurtna kultura, mogu dati zadovoljavajuće rezultate u pogledu acidifikacije mleka.

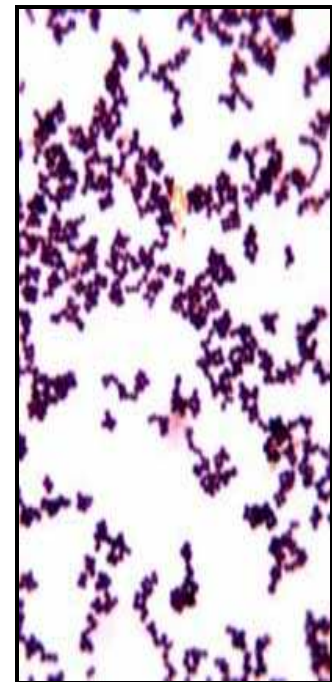
U istraživanju biocenotskih odnosa bakterija mlečne kiseline i mikrokoka došlo se do zaključka da se bakterije roda *Micrococcus* gotovo redovno javljaju u sirevima i njihova aktivnost utiče na kvalitet proizvoda, a svakako i na bakterije mlečne kiseline, jer njihov odnos može biti stimulativan, indiferentan ili antagonistički. Na osnovu metaboličke

podudarnosti, izdvojeni su izolati laktokoka (*Lactococcus lactis* AK-60) i mikrokokka (*Micrococcus sp.* M-104) (slika br.6), koji su u združenoj kulturi korišćeni u izradi belog sira. Sa dodatkom 0,5% kulture u odnosu 1:1, a pri tome soljenje sireva izvršeno je sa 20% NaCl, a zrenje se odvijalo u salamuri sa 10% NaCl, došlo se do rezultata koji su pokazali da je skraćeno vreme zrenja belog sira na 14 dana, poboljšan je ukus, uticaj na konzistenciju i teksturu sira. Najveći broj laktobakterija javlja se četrnaestog dana zrenja.

Slika br.6



Lactococcus lactis



Micrococcus sp.

4.4. PATOGENI U PROIZVODNJI BELOG SIRA U SALAMURI

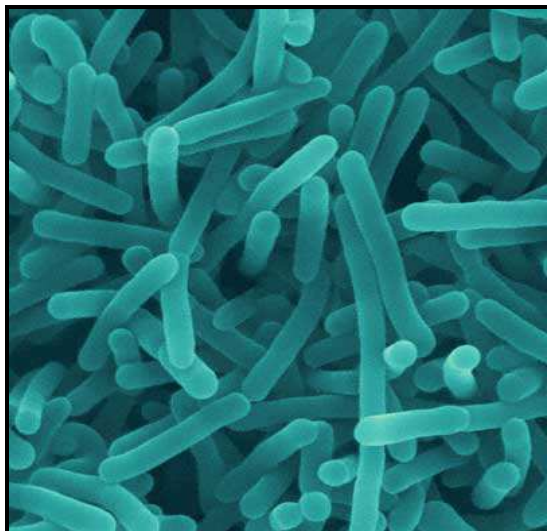
Tradicionalno, beli sir u salamuri proizvodio se od sirovog mleka, i ukus ovog sira je intenzivan i pikantan. Danas se za proizvodnju ovog sira koristi termizirano ili pasteurizovano mleko. Iako termizacija uništava neke patogene bakterije, određeni patogeni (*Listeria*

monocytogenes, (slika br.7) *E.coli* O157:H7) mogu da prežive i kontaminiraju krajnji proizvod. Preživljavanje zavisi od nekoliko faktora kao što su početni broj kontaminenata, toplote, tolerancija na kiselu sredinu i so prisutnih sojeva, kompetitivne mikroflore, sastava sira i uslova prizvodnje. Na primer, beli sir u salamuri se često ostavlja na visokoj temperaturi (16-20°C) pre zrenja i potapanja u salamuru, i ako su drugi parametri povoljni na ovim temperaturama patogeni mogu dostići visok broj. Međutim, kompetitivna mikroflora u ovim sirevima je veoma važna u kontrolisanju rasta mogućih kontaminenata.

Beli sirevi u salamuri, uprkos njihovom relativno visokom saržaju vode, nisu do sada bili izvor trovanja hranom, verovatno zbog njihovog visokog sadržaja soli i niskog pH.

Preživljavanje koliformnih mikroorganizama povezan je sa stepenom dodate soli. Za sir napravljen od sirovog mleka, da bi se sprečio rast koliformnih mikroorganizama, u procesu proizvodnje mora se dodati najmanje 9,5% NaCl. Od izolovanih štetnih vrsta mikroorganizama u belom siru preovlađuju klostridije (nađene u belom siru napravljenom od pasterizovanog mleka bez dodate maje), *Clostridium tyrobityrcum*, *Cl. Perfrigenes*, *Bacillus cereus*. *Staphylococcus aureus* može da pednese 2,5-15% NaCl u belom siru, dok toksin stafilokoka nije otkriven u svežem siru starom nedelju dana. *Salmonella typhi* (slika br.8) može preživeti do 16 dana u siru (u toku proizvodnje u ovaj sir dodato je 10% NaCl).

Slika br.7



Listeria monocytogenes

Slika br.8



Salmonella typhi

5. MANE BELOG SIRA U SALAMURI

Iako sekundarna mikroflora može da ima značajan doprinos u zrenju sira, neki od učesnika netipične mikroflore mogu povremeno da izazovu mane. Greške koje se javljaju mogu biti rezultat neadekvatne aktivnosti starter kultura koje se koriste u proizvodnji sireva, odnosno, nesposobnosti da brzo stvore kiselinu i spreče razvoj nepoželjne mikroflore. Zatim, mogu nastupiti greške u tehnološkom procesu ili može biti korišćenje sirovine lošeg kvaliteta, a, takođe, uvek postoji potencijalna opasnost kontaminacije bakteriofagima. Sve mane kod sireva možemo da svrstamo u dve grupe:

- mane teksture i izgleda sira i
- mane ukusa i mirisa.

Najčešća mana belog sira je "rano nadimanje", koju karakteriše prisustvo gasa i šupljika u siru koji može imati dodatno sunderastu teksturu. Pojava se javlja usled prekomernog razvoja koliformnih bakterija i/ili kvasaca. Na primer, *Klebsiella aerogenes* je odgovorna za rano nadimanje belih sireva u salamuri. Kada su u pitanju samo kvasci kao kontaminanti, kod belog sira se javlja veliki broj šupljika usled stvaranja gasa, veoma kiseo ukus, omekšavanje sira, stanje koje je najčešće praćeno neprijatnim mirisom na kvasce ili ostrige. Uslužaju belog sira u salamuri nadimanje limenki može biti izazvano kvascima koji fermentišu laktozu, npr. *Kluyveromyces spp.* Dodatno, kvasci mogu da povećaju pH površine sira, što omogućava rast *Staphylococcus aureus* i moguće i drugih patogenih i/ili truležnih bakterija.

Druga mana sireva je "kasno nadimanje" i obično se pripisuje aktivnosti heterofermentativnih bakterija mlečne kiseline ili vrstama roda *Clostridium* (*Cl. Butyricum* i *Cl. tyrobutyricum*). *Cl. tyrobutyricum* može da fermentiše laktat stvarajući buternu kiselinu, koja daje neprijatnu aromu u visokim koncentracijama, zajedno sa CO₂, a može da stvara i H₂.

Uočljive mane koje izazivaju plesni su ustanovljene kod različitih sireva, ali s obzirom da se ovi sirevi čuvaju u sudovima napunjenim salamurom, razvoj plesni je redak, ukoliko su kriške sira potpuno potopljene u salamuru.

Rast psihrotrofa, takođe, može izazvati određene mane. Lipoliza može dovesti do prekomernog stvaranja slobodnih masnih kiselina i užeglog ukusa sira. Ovo je, obično, rezultat kontaminacije mleka psihrotrofnim bakterijama koje stvaraju termostabilne lipolitičke

enzime. Najvažnija grupa psihrotrofa, koji se povezuju sa sirevima, su bakterije roda *Pseudomonas spp.* koje stvaraju termorezistentne ekstracelularne proteolitičke i lipolitičke enzime, a koje mogu izazvati mane mirisa i teksture.

Prisustvo sluzi u salamuri je čest defekt prouzrokovan vrstom *Lb. plantarum* i/ili *Lb. casei ssp. casei*, što može biti sprečeno smanjenjem pH salamure na približno pH=4 i većim procentom soli. Sojevi *Lb. plantarum var. viscosum* su bili odgovorni za formiranje sluzavih materija u salamuri belog sira. Ovo povlači potrebu da se selekcija laktobacila, za upotrebu kao dodatne kulture u proizvodnji belog sira, zasniva na intenzivnom proučavanju njihove biohemijske aktivnosti, jer je, izgleda, razvoj poželjnih osobina u pogledu mirisa ili proizvoda koji doprinose manama više odlika soja, a ne vrste bakterija.



Slika br. 9 Beli sir u kriškama

6. ZAKLJUČAK

Beli sir zauzima značajno mesto u mlekarskoj proizvodnji i njegova prednost u odnosu na druge sireve ogleda se u specifičnom ukusu, jedinstvenoj tehnologiji, i malim ulaganjima u osnovna sredstva.

Neodgovarajući mikrobiološki kvalitet sireva može nastati kaoposledica loše sirovine, nepravilno vođenog tehnološkog procesa proizvodnje, neadekvatno sprovedenih higijenskih i sanitarnih postupaka u tom procesu. Ovakvi propusti utiču na smanjenje hranljive vrednosti, lošija organoleptička svojstva i nezadovoljavajuću ispravnost sira. Iz navedenih razloga, zahtevi u pogledu zdravstvene bezbednosti prehrambenih proizvoda, pa samim tim i sireva su veoma strogi.

Industrija mleka se suočava sa stalnom potrebom unapređenja, već visokih standarda procesa proizvodnje i sanitacije. Njen zadatak je da drži rizik na najmanjem mogućem nivou, koji je praktično tehnički moguće postići. Polazeći od činjenice da veliki broj mikroorganizama, koji u nekim slučajevima mogu da budu uzročnici različitih oboljenja, potiču iz primarne proizvodnje, ili se u lanac hrane uvode tokom obrade, prerade i distribucije, razmatra se novi pristup kontroli namirnica, koji je apsolutan imperativ za povećanje bezbednosti hrane, i to je HACCP sistem. Međutim, pre uvođenja HACCP sistema, moraju da budu ispunjeni preduslovi koji obuhvataju proizvođačku praksu (GMP) i dobru higijensku praksu (GHP). Usvajanje ovih principa je nešto bez kojih savremena prehrambena industrija ne može da egzistira. Jednom rečju, bezbednost hrane je danas u svetu u fokusu proizvođača, odgovarajućih državnih kontrolnih institucija i nama jedino preostaje da prihvatimo navedene principe, kako bi smo sačuvali i unapredili proizvodnju.

7. LITERATURA

1. **Puđa, P. , Maćej, O.** (1996): Savremena proizvodnja sireva i perspektive razvoja.
2. **Miljković, V.** (1997): Higijena i tehnologija mleka, Naučna knjiga, Beograd.
3. **Karakašević, B.** (1987): Mikrobiologija i parazitologija, Medicinska knjiga, Beograd.
4. **Miočinović, D.** (1993): Prilog poznavanja kvaliteta mleka i mlečnih proizvoda. II međunarodni simpozijum, Savremeni trendovi u industriji mleka.
5. **Dozet, N. , Adžić, N. , Stanišić, M. , Živić, N.** (1996): Autohtoni mlječni proizvodi. Poljoprivredni institut, Podgorica.
6. **Dozet, N. , Maćej, O. :** Autohtoni beli sirevi u salamuri.
7. **Obradović, D.** (2003): Tehnološka mikrobiologija, predavanja

Izjavljujem da sam položila sve ispite predviđene Statutom Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, i da se pri izradi diplomskog rada nisam služila nedozvoljenim sredstvima

Tanja Subotić

potpis