

## ANALIZA TEHNOLOGIJE I MIKROFLORE LIČKE BASE, TE IZBOR STARTERA ZA INDUSTRIJSKU PROIZVODNJU\*

Dr Ljerka KRŠEV, Prehrambeno biotehnološki fakultet, Zagreb

### Sažetak

U ovom radu obrađen je autohtoni mlječni proizvod pod imenom »lička basa«. Proizvodi se u domaćinstvima Like i Zapadne Bosne i to većinom iz polumasnog kravljeg mlijeka.

Određen je kemijski sastav ličke base i prosječno iznosi 24% suhe tvari, 0,9% soli, kiselost 73°SH.

Ispitivanjem mikroflore ličke base ustanovljeno je da se uz bakterije mlječno kiselog vrenja nalaze i neki nepoželjni mikroorganizmi kao mikrokoki, stafilocoki, koliformne bakterije te kvasci i plijesni. Izolirano je 119 laktobacila i 73 streptokoka.

Na bazi proizvodno-tehnoloških karakteristika za sastavljanje startera odabrani su sojevi i sastavljena su 3 startera (A, B i C) s kojima je izvršena poluindustrijska proizvodnja base.

Usporednim organoleptičkim ocjenjivanjem autohtone i poluindustrijski proizvedene base ustanovljeno je da poluindustrijski proizvedena basa posjeduje sva svojstva koja se cijene na lokalnom tržištu.

Izvršeni pokusi proizvodnje base s UF ugušćenim mlijekom dali su također pozitivne rezultate.

Na osnovu ovih ispitivanja može se sa sigurnošću pretpostaviti da bi industrijski proizvedena basa, korištenjem standardne mljekarske opreme, bila prihvatljiva i na širem tržištu.

### Uvod

Nagli porast nepoljoprivrednog stanovništva i razvoj turizma u našoj zemlji stavlja sve veće zahtjeve na organiziranu opskrbu mnogim živežnim namirnicama, pa tako i mlječnim. Među ovima, sir, zbog svoje relativno bolje trajnosti, zauzima posebno mjesto. Sastavljen od bjelančevina, mlječne masti i mineralnih tvari, sir je izvanredna prehrambena namirnica. U našim se mljekarama proizvode uglavnom vrste sireva, slične onima u drugim evropskim zemljama.

U Jugoslaviji ima više autohtonih sireva, a među njima ima i onih koji imaju sve uvjete da ih domaći potrošač prihvati, a neki od njih mogu postati interesantni i za izvoz. Spomenimo samo kačkavalj, paški i travnički sir. Jedan od takvih proizvoda, poznat samo na užem području, je lička basa. Kako bih ovaj proizvod mogla predložiti mljekarskim pogonima da ga uvrste u svoj proizvodni program, odlučila sam proučiti ličku basu i predložiti tehnologiju za moderne uvjete proizvodnje. Kod toga je posebno važno ispitati bogatu mikrofloru i pripremiti starter, koji bi dao proizvod što sličniji ličkoj basi.

\* Izvodi iz doktorske disertacije mr Lj. Kršev, Zagreb, 1981.

## 1. TEORETSKI DIO

### 1.1. Mlijeko

Kemijski, mlijeko je kompleksna tvar, sastavljena od nekoliko stotina sastojaka. Neki su u veoma malim količinama, ali od značenja.

Poznavanje kemijskih, fizikalnih i fizikalno-kemijskih karakteristika mlijeka je osnovna pretpostavka za razumijevanje tehnoloških procesa u mljekarskoj industriji (Harper and Hall, 1976).

Mlijeko je sastavljeno od vode, mlječne masti, bjelančevina i drugih dušičnih spojeva, mlječnog šećera, fosfatida, soli organskih i anorganskih kiselina, vitamina, enzima, plinova. Sastojci su u različitim količinama, što ovisi o vrsti životinje, načinu ishrane, laktacionom periodu, njezi životinja, njihovoj dobi, itd. (Sommer, 1946, Webb and Johnson, 1974).

### 1.2. Higijenski uvjeti proizvodnje mlijeka

#### 1.2.1. Mužnja

Prirodni proces pražnjenja vimena postiže se sisanjem mladunčadi. Umjetno pražnjenje vimena obavlja se posebnom tehnikom izdavanja mlijeka iz vimena, koje se zove mužnja. Cilj mužnje nije samo pražnjenje vimena, već i dobivanje mlijeka dobre kemijske i higijenske kvalitete.

#### 1.2.2. Primarna obrada mlijeka

Nakon završene mužnje, mlijeko valja obraditi, radi poboljšanja njegove kvalitete i produženja trajnosti. Postupci, koji se primjenjuju neposredno poslije mužnje u domaćinstvu, nazivaju se primarnom obradom, dok se obrada u sabirnoj mljekari naziva sekundarna obrada mlijeka. Primarna obrada obuhvaća: pročišćavanje, hlađenje i uskladištenje.

#### 1.2.3. Podrijetlo mikroorganizama u mlijeku

Važnost mikroorganizama u mlijeku je višestruka:

1. mlijeko i mlječni proizvodi mogu biti prenosioci raznih oboljenja, kojih su uzročnici mikroorganizmi;
2. razni mikroorganizmi uzrok su kvarenja i smanjenja kvalitete mlijeka i mlječnih proizvoda, i
3. određeni, odabrani mikroorganizmi koriste se za proizvodnju mlječnih proizvoda.

Veliki broj oboljenja ljudi i životinja mogu biti prouzrokovana patogenim mikroorganizmima, koji su preneseni mlijekom. Poznavanje izvora patogenih mikroorganizama, njihovog razvoja u mlijeku i mlječnim proizvodima, te mogućnosti njihovog uništenja vrlo su važni podaci za mljekarsku industriju. Ti su podaci kod tehnoloških procesa (paster, sterilizator) osnova prema kojoj se određuju tehnički režimi. Osim toga u tehnologiji poduzima se niz sanitarno-higijenskih mjera (Veisseyre, 1975). Saprofitski mikroorganizmi svojim razvojem u mlijeku i mlječnim proizvodima uzrokuju nepoželjne promjene. U zavisnosti od vrste i stupnja promjena proizvodi gube hranjivu vrijednost ili

postanu neupotrebljivi za ishranu. Broj tih mikroorganizama je velik (Vujičić, 1972).

Druga grupa mikroorganizama, koje nazivamo »korisni« daju mlječnim proizvodima određeni okus i miris, utječu na njihovu konzistenciju i izgled (Korolev, 1974).

U toku dobivanja mlijeka, transporta, obrade i prerade, mlijeko se »obogati« mikroorganizmima iz raznih izvora.

Izvori mikroorganizama mogu se podijeliti na:

1. unutrašnje (kontaminacija iz unutrašnjosti vimena);
2. vanjske (kontaminacija iz okoline).

### 1.3. Klasifikacija mikroorganizama u mlijeku

Od svih mikroorganizama u mlijeku se najčešće susreću bakterije, a rjeđe kvasci, aktinomicete i plijesni. Plijesni i aktinomicete se sporije razvijaju, pa je to vjerojatan razlog što su rjeđe u mlijeku. Kvasci se nalaze u većem broju, ali samo oni, koji fermentiraju laktozu.

Od bakterija su za mljekarsku proizvodnju važne one koje stvaraju mlječnu kiselinu, te se ovdje i opisuju.

#### 1.3.1. Bakterije

Među važnije klasifikacije bakterija ubraja se ona po Lehmannu i Neumannu (1896) koja se dulje vrijeme održala u upotrebi. Po toj morfološkoj sistematizaciji bakterije su podijeljene prema obliku i ostalim karakteristikama njihovih stanica (okrugle, štapičaste, zavinute, sa sporama i bez njih, sa cilijama i bez njih i dr.). Kasnija ispitivanja su utvrdila da podjela bakterija isključivo na osnovu oblika — morfološka sistematika — ne omogućuje pravilno razvrstavanje. Nekad bakterije mijenjaju oblik, pa je takova sistematika nesigurna. Zbog toga su izrađene sistematike kod kojih se uzimaju u obzir i druga svojstva (fizikalna, biokemijska i dr.).

Među najvažnije bakterije u mljekarstvu idu one mlječno-kiselog vrenja, pa je njihovoj klasifikaciji posvećena posebna pažnja.

Prvu sistematsku studiju i klasifikaciju bakterija mlječno-kiselog vrenja dao je Orla-Jensen (1919). Na osnovu njihovih fizioloških osobina on bakterije mlječno-kiselog vrenja dijeli na prave (tipične), koje kod vrenja mlječnog šećera proizvode prvenstveno mlječnu kiselinu, fakultativno su anaerobne, ne reduciraju nitrate i nemaju katalaze, i na neprave (atipične), koje proizvode malo mlječne kiseline, posjeduju katalazu, reduciraju nitrate i pokazuju površinski rast. Daljnju, za mljekarsku praksu važnu klasifikaciju mikroorganizama mlijeka, izvršio je Löhnis, a dopunio Korolev (Klasifikacija Löhnis-Korolev; Korolev, 1974).

Među novijim klasifikacijama najvažnija je ona po Bergeyu, koja je prvi put štampana 1923. godine. Do 1974. godine objavljeno je osam izdanja ovog priručnika.

Po ovoj klasifikaciji glavne bakterije, koje dolaze u mlijeku razvrstane su u ove porodice:

- *Pseudomonadaceae*
- *Achromobacteraceae*
- *Micrococcaceae*

- *Enterobacteriaceae*
- *Lactobacillaceae*
- *Propionibacteriaceae*
- *Bacillaceae*

Unutar svake porodice ima više rodova i vrsta bakterija, koje sudjeluju u fermentativnim procesima u mlijeku i mlječnim proizvodima. U toku vremena mijenjali su se nazivi pojedinih mikroorganizama, te tako za svaki mikroorganizam ima i nekoliko sinonima. Pojedini autori u različitim zemljama još i danas za iste mikroorganizme upotrebljavaju različite nazive (Bergey, 1974). Uz glavni naziv po Bergeyu, ovdje smo naveli i najvažnije sinonime za pojedine mikroorganizme.

## I. Tipične bakterije mlječno-kiselog vrenja

### Streptokoki i laktobacili

Streptokoki su okrugli ili jajolikog oblika, manji od  $2 \cdot 10^{-9}$  m u promjeru, dolaze u parovima ili lancima. Gram su pozitivni, fakultativno anaerobni. Laktobacili su štapići, bilo dugi i tanki ili kraći, okruglasti. Dolaze pojedinačno, a često u lancima, gram su pozitivni, fakultativno anaerobni, a neke vrste striktno anaerobne. Ove bakterije mogu iz različitih šećera stvarati mlječnu kiselinu. Koki stvaraju manje mlječne kiseline (do 1,2%), a štapići više (3—4%) (Kosikowski, 1966).

Stvaranje mlječne kiseline u mlijeku naročito je značajno jer djeluje zaštitno. Mlječna kiselina sprečava razvoj mnogih vrsta bakterija posebno bakterija truljenja, koje se ne mogu razvijati radi njihove netolerantnosti prema kiselini. Međutim u mlječnim proizvodima dolazi nakon nekog vremena do nepovoljnih promjena, uzrokovanih mikroorganizmima i kemijskim putem, tako da je trajnost mlječnom kiselinom zakiseljenih proizvoda također ograničena (Korolev, 1974).

- a) Okrugle i jajolike bakterije (streptokoki, pediokoki, mikrokoki)

#### Rod *Streptococcus*

Streptokoki rastu od 10—45° C. Ne rastu kod koncentracije NaCl 0,5 i više % niti kod pH 9,6.

*Streptococcus lactis* (Lister, 1873) (*S. lacticus*, *Bacterium lactis-lister*, *Bacterium lactis acidii*). *S. lactis* je izolirao Lister 1878. U mlijeku dolazi pojedinačno, u parovima ili u kraćim lancima, raste vrlo dobro u mlijeku i mlječnim proizvodima. Od laktoze proizvodi 0,8—1,2% mlječne kiseline, te može gotovo sav mlječni šećer (95%) pretvoriti u mlječnu kiselinu. Podnosi pH od 4—9,2. Neki sojevi proizvode antibiotik nizin, koji je aktivan protiv *Streptococcus cremoris* i protiv nekih patogenih mikroorganizama (tuberkuloza). Raste kod 10—40° C, ali ne kod 45° C. Optimum rasta je kod 30—35° C. *S. lactis* se koristi u mljekarskim kulturama kod zrenja sireva, vrhnja, za maslac i mnogih proizvoda. Gruš je čvrst, želatinozan, nema mjehurića plina, ne ispušta sirutku. *S. lactis* ne dolazi iz vimena, nego u mlijeko dolazi u staji iz krme, s krave, prašine i dr.

*Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* (*S. diacetylactis*) (Pijanovski i Supinska, 1936) je varijetet *S. lactis*, koji ima sposobnost fermentiranja citrata uz stvaranje CO<sub>2</sub>, acetoina i diacetila.

*Streptococcus cremoris* (Orla-Jansen, 1919) (*S. hollandicus*, *S. lactis* B) zajedno sa *S. lactis* dolazi u mljekarskim kulturama, također proizvodi znatne količine mlječne kiseline. Razvija se kod temperature 10—40° C, optimalno kod 30° C. Dolazi u duljim lancima. Ovaj mikroorganizam daje aromu kod zrenja vrhnja. Proizvodi antibiotik diplokokcin, koji aktivno djeluje protiv *S. lactis*. Kod dulje prisutnosti u mlijeku, osobito kod nižih temperatura naginje stvaranju sluzavosti. To se upotrebljava za dobivanje nekih proizvoda kao npr. »Lange wei« — sluzava sirutka, ili »dugo mlijeko« (Fätte melk) u nordijskim zemljama.

*Streptococcus agalactiae* (Lehmann i Neumann, 1896); (*S. agalactiae*, *con-*viših temperatura, 40—45° C, ali raste i kod 50° C, pa se, stoga, može naći u pasteriziranom mlijeku kod niske trajne pasterizacije, jer podnosi zagrijavanje 65° C/30 min. Podnosi pH 4,0—4,5, ne raste ako je NaCl više od 2%. Nalazi se u mljekarskim kulturama za proizvode, koji se u toku tehnološkog procesa griju na više temperature (ementaler, jogurt).

*Streptococcus agalactiae* (Lehmann i Neumann, 1896); (*S. agalactiae*, *contagiosae*, *S. mastidis*). Dolazi iz vimena krave. Razvija se na temperaturi iznad 10° C i nižih od 45° C. Ne preživi 60° C/30 min i ne razvija se kod kiselosti nižih od 4,5 pH. Uzrok je upali vimena.

*Streptococcus faecalis* (Andrews, Harder, 1906) je porijeklom iz humanih fekalija, a može prouzrokovati blago trovanje hranom. U mlijeko dolazi nečistom mužnjom.

*Streptococcus durans* (Sherman i Wing, 1937) srodan je sa *S. faecalis*.

#### Rod *Leuconostoc*

*Leuconostoc dextranicum* (Beijernick) (*Lactococcus dextranicus*, *Betacoccus cremoris*, *Betacoccus bovis*, *Streptococcus kefir*). Razvija se kod 10—37° C, ima optimum kod 20—30° C. Pripada heterofermentativnim bakterijama mlječno-kiselog vrenja. Pored mlječne kiseline stvara i druge proizvode, tek kod pH sredine ispod 5. Ponekad stvara sluzav gruš. Pored laktoze cijepa limunsku kiselinu (0,1—0,2%) u hlapive kiseline i pri tome se stvara acetilmetil karbinol (acetoin) i aromatični diacetil u odnosu 100—250 mg/kg kulture, acetoina i 1—4 mg/kg kulture, diacetila. Uz ove spojeve nastaju octena i propionska kiselina, te alkohol i CO<sub>2</sub>. Stvara aromu kod polutvrdih sireva, kiselog vrhnja, maslaca.

*Leuconostoc cremoris*, poznatiji pod nazivom *L. citrovorum* (Hanimer, 1920) (*Betacoccus cremoris*) su po biokemijskim karakteristikama veoma slični onima *L. dextranicum*. Fakultativno su anaerobni, razvijaju se kod 10—30° C, a optimum je kod 18—25° C. Stvaraju aromu u sirevima i maslacu.

#### Rod *Pediococcus*

*Pediococcus acidilactici* (Lindner, 1887), homofermentativan je, proizvodi mlječnu kiselinu iz ugljikohidrata, proizvodi diacetil. Optimalni razvoj kod 40° C, uginje kod grijanja na 70° C/10 min. U novije vrijeme uvrštava se u kulture za fermentirane mlječne napitke, npr. za jogurt, jer proizvodi veće količine diacetila i rezistentan je na neke antibiotike, što je veoma cijenjena karakteristika u proizvodnji fermentiranih mlječnih proizvoda.

## b) Štapičaste bakterije (laktobacili, mikrobakterije)

### Rod *Lactobacillus*

Rodu *Lactobacillus* pripadaju mnoge vrste važne u mljekarstvu. To su dugi štapići, homofermentativni. Proizvode pretežno mlječnu kiselinu iz glukoze, a ostale proizvode u tragovima. Razvijaju se na temperaturi od 35—53° C, a optimum je uglavnom pH 5,5—5,8. Podnose i do 4% mlječne kiseline. Anaerobne su ili fakultativno anaerobne. Dolaze u mlijeko iz krme, prašine, sa biljaka, iz gnoja i dr.

*Lactobacillus caucasicus* (Beijerinck, 1901) (*Bacillus caucasicus*). Razvija se kod 25—45° C, a optimum razvoja je kod 40—44° C. Dolazi u kefirnim zrnima i sudjeluje u fermentaciji mlijeka za proizvodnju kefira. U novijem izdanju (1974) Bergeya ovo ime vrste je izbačeno. U novijem izdanju je naziv *Thermobacterium lactis*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus lactis-acidi*, *Lactobacterium caucasicus var. lactis*. Optimum razvoja je kod 40—43° C, a minimum 15° C, dok je maksimum 50° C. Sudjeluje u zrenju tvrdih i polutvrdih sireva.

*Lactobacillus helveticus* (Orla-Jensen) (*Bacillus*, *Bacillus casei* E, *Lactobacterium helveticum*). Raste od 15—53° C, optimum razvoja je kod 40—42° C. Dolazi u kiselom mlijeku i sirilu iz telećeg želuca. Sudjeluje u zrenju sireva (ementalskog).

*Lactobacillus acidophilus* (Moro, 1900) (*Bacillus acidophilus*, *Thermobacterium intestinale*). Mikroaerofilan je, a optimum razvoja je kod 35—38° C i pH 5,5—6,0.

*Lactobacillus bifidus* (Tissier, 1900) (*Bacillus bifidus*) anaeroban, stalni stanovnik probavnog trakta kod dojenčadi. Optimum razvoja je kod 37° C.

*Lactobacillus bulgaricus* (*Bacillus bulgaricus*, *Thermobacterium bulgaricum*). Izolirao ga je Grigorov, a Mečnikov ga je uveo u proizvodnju jogurta. Optimum razvoja je na 45—50° C, a minimum na 22° C.

## II. Netipične bakterije mlječno-kiselog vrenja

Koliformni mikroorganizmi koji fermentiraju laktozu

### Rod *Escherichia*

Kratki ravni štapići, pojedinačni ili u parovima; 2,0 do 6,0 dugi i oko  $1,5 \cdot 10^{-9}$  m široki. Pripadnici ove grupe fermentiraju laktozu i glukozu uz proizvodnju manje količine mlječne kiseline i znatne količine CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>, nešto mravlje i octene kiseline te alkohola. Bakterije su anaerobne i fakultativno anaerobne, dolaze pojedinačno ili u lancima. Optimum razvoja je kod 30—37° C. Mlijeko se koagulira, gruž je sirast, pun mjehurića plina, otpušta sirutku. Proizvode diacetil i reduktazu, koja razgrađuje diacetil. Ovi se mikroorganizmi nalaze u svakom sirovom mlijeku, a katkada u mlječnim proizvodima. Uz čist postupak pri mužnji i manipulaciji mlijekom može se izbjeći velika kontaminacija. Pripadnici ove grupe čine velike štete u mlijeku i mlječnim proizvodima. Uzrokuju sluzavost mlijeka i nadimanje sira, pukotine sirnog tijesta uz stvaranje neugodnog okusa i mirisa. Grijanje 60° C/30 minuta uništava veći dio ovih mikroorganizama (Bergey, 1974).

### 1.3.2. Kvasci i plijesni

U sistematici po Lodderu (1970) navode se rodovi kvasaca i plijesni, koji su važni u mljekarstvu.

#### Kvasci

Kvasci se nalaze u prirodi u velikom broju, ali u mljekarstvu nisu toliko značajni kao bakterije. Za njih je karakteristično da proizvode mnogo enzima, te mogu kumulirati masti i bjelančevine. Sadrže B-vitamine. Pretežno su fakultativno aerobni. Optimum razvoja je kod 20—30° C. Niske temperature dobro podnose, pasterizacija ih uništava. Acidofilni su, dobro se razvijaju kod pH 4—5. Neki kvasci su korisni u mljekarskoj proizvodnji, kao oni, koji žive u simbiozi sa bakterijama kao npr. u kefiru, gdje dolazi do stvaranja mlječne kiseline i alkohola. Također Hylmar (1964) preporučuje upotrebu kvasca *Torulopsis flavescens* u proizvodnji maslaca iz slatkog vrhnja. Ovaj kvasac ima slabu lipolitičku i proteolitičku aktivnost. Optimum rasta mu je kod 32° C, ali raste dobro i kod 37° C. Svojim razvojem obogaćuje proizvod vitaminima iz B skupine. Za proizvod su osobito važna slijedeća njegova svojstva:

- a) stvara reducirajuće tvari, koje zaustavljaju oksidaciju mlječne masti,
- b) zaustavljaju razvoj nekih plijesni,
- c) zaustavljaju razvoj nekih koliformnih mikroorganizama.

Negativno djelovanje kvasaca ispoljava se kod nekih proizvoda kad se pojavljuju u velikom broju. Tada mogu prouzročiti pogreške mlijeka i mlječnih proizvoda — okus po kvascu, gorčinu i promjenu boje (Korojev, 1974; Maxa, 1955). Podjela kvasaca izvršena je od raznih autora, a za praktičan rad dobra je Lodderova i Kreger Van-Rijova podjela.

#### Plijesni

Plijesni su aerobne i razvijaju se u širokom rasponu pH i temperatura. Za većinu plijesni optimalne su temperature 20—30° C. Vole povišenu vlažnost i kiselost. Vegetativni oblici plijesni neotporni su na grijanje (uginu kod 60° C/30 min.). U konzumnom mlijeku, maslacu, fermentiranim proizvodima (jogurt i sl.) su štetne. Razvitak se suzbija smanjenjem vlažnosti, zračenjem, sterilizacijom prostorija. Fungicidi su formaldehid, otopina sode, vapneno mlijeko. Neke su vrste korisne u sirarstvu. Za proizvodnju u mljekarstvu se najčešće upotrebljava rod *Penicillium*, a najčešće pogreške mlijeka i mlječnih proizvoda uzrokuju rodovi *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Oospora*, *Monilia*, *Rhizopus*, *Fusarium* (Korojev, 1974).

### 1.4. Fermentirani mlječni proizvodi

Ako se sirovo mlijeko neko vrijeme drži na sobnoj temperaturi, zakiselit će se. Zapravo, doći će do »nekontrolirane« fermentacije čiji uzrok su bakterije mlječno-kiselog vrenja (Korojev, 1974).

Proizvod može biti ugodan po okusu. Međutim, tako nastali mlječno-kiseli proizvodi, pored bakterija mlječno-kiselog vrenja, mogu sadržavati i druge nepoželjne, pa i patogene mikroorganizme, koji daju proizvod opasan za ljudsko

zdravlje i loših organoleptičkih karakteristika (Sabadoš, 1977). U mnogim zemljama od davnine se proizvode fermentirani kiseli proizvodi pod raznim nazivima. Za proizvodnju lokalnih domaćih fermentiranih proizvoda upotrebljava se i domaći kvas (Teply i sur., 1962).

Razvoj mikrobiologije i tehnologije omogućio je u novije vrijeme da se mnogo fermentiranih proizvoda priprema u mljekarama kontroliranom fermentacijom. Ako se upotrebljavaju odabrani mikroorganizmi i posebna tehnologija, mogu se dobiti proizvodi dobre standardne kvalitete.

#### 1.4.1. Sirevi

##### Definicija:

Prema Alaisu (1974) sirevi su proizvodi kroz koje se konzerviraju dvije netopive komponente mlijeka: kazein i mast. Dobivaju se koagulacijom mlijeka, koju slijedi ocjeđivanje u toku kojeg se sirutka odvaja od gruš. Sirutka sadrži veći dio vode i topivih tvari mlijeka. Danas se mnogo radi na problemu njenog iskorištavanja (Gac i sur., 1975; Apria, 1977; Boudier, 1975). Sir se može proizvesti iz obranog i punomasnog mlijeka.

Sirevi su vrijedne namirnice, a proizvode se u gotovo svim dijelovima svijeta i od mlijeka različitih životinja (Davis, 1976; Galois, 1976).

Raznovrsnost kravljih sireva ovisi o:

1. svojstvima mlijeka: i sasvim male razlike u sastavu mlijeka različitih pasmina imaju utjecaj na karakteristike sira;
2. načinu proizvodnje: veoma su različiti, a određeni su klimatskim, geografskim, ekonomskim i historijskim uvjetima.

Tehnički napredak i sve bolje komunikacije umanjuju utjecaj ovih uvjeta; ipak, neki tipovi sireva ostaju vezani za jedno područje i ne proizvode se, ili ih se proizvodi malo, na drugim područjima.

Način pripreme sira utječe na njegovu strukturu i fermentaciju:

- a) osnovna građa sira je Ca-parakazeinat, a njegova struktura ovisi o načinu koagulacije, razvoju kiselosti i količini odstranjene vode, količini masti, stupnju proteolize što mu daje određenu »tvrdoću«;
- b) razlaganje kazeina i masti je različito, a ovisi o fizikalno-kemijskim preduvjetima i prisutnim enzimima. Izgled sira, okus, uglavnom ovise o aktivnosti mikroorganizama i o fermentacijama, koje se odvijaju, o masnoći, a također i o laktozi koja ostaje u grušu (Alais, 1974).

Karakteristike jednog tipa sira rezultat su zbroja mnogobrojnih činilaca:

- mikrobiološki: sastav mikroflora (stalne);
- biokemijski: koncentracija i svojstva enzima, sirila, kvasaca, plijesni;
- fizikalni i fizikalno-kemijski: temperatura, pH, osmotski pritisak;
- kemijski: količina Ca u grušu, sadržaj soli i H<sub>2</sub>O, sastav atmosfere (vlažnost, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>);
- mehanički: rezanje, miješanje, podgrijavanje, sušenje.

Ovako kompleksnu problematiku nije lako racionalizirati i automatizirati. Veoma je teško proizvoditi kontinuirano uz automatiku, jer su koagulacija i postupak ocjeđivanja uglavnom diskontinuirani. Vjerojatno će potpuna mehanizacija biti uzrokom smanjenja broja sireva.



U novim uvjetima proizvodnje tradicionalna vještina proizvodnje sireva je nemoguća, više se ne pridaje jednaka važnost kvaliteti mlijeka i ručnom radu, koji je imao osobit utjecaj na obradu zrna. Danas se sir već promatra kao vrijedna namirnica, koja konzervira protein i masnoću (Alais, 1974; Guerault, 1967).

### Razvoj sirarstva

Mada u razvoju sirarstva nije moguće točno utvrditi liniju koja dijeli »domaću« proizvodnju od mehanizirane i u današnje vrijeme već i visoko automatizirane, mogu se navesti četiri faze razvoja (Davis, 1976):

- a) tradicionalna, u kojoj se sirovo mlijeko veoma primitivno, bez kontrole, obrađivalo. Nije se mjerila kiselost, nije se stavljalo prerađeno sirište, a nije se upotrebljavala ni kultura. Bez obzira na razvoj, u mnogim se zemljama u domaćinstvu još uvijek ova tradicionalna proizvodnja primjenjuje;
- b) uobičajeni način proizvodnje je faza u razvoju, u kojoj se već primjenjuje zagrijavanje mlijeka, prerađeno sirilo, kulture. To je način rada u malim tvornicama. Pasterizacija (68° C) počinje se primjenjivati oko 1930., dok se u domaćinstvu koristi još sirovo mlijeko;
- c) mehanizacija, koja se u sirarskoj proizvodnji primjenjuje od oko 1950. god. (pumpe, filteri, pneumatske preše i dr.);
- d) kontinuirani način kao što je npr. predzrenje mlijeka, hladno podsirivanje. U takovim procesima mlijeko se koncentrira (UF) ili »pojačava« dodatkom obranog mlječnog praha.

### Utjecaj novih metoda proizvodnje na kvalitetu sira

Razvojem standardnih odnosno univerzalnih tipova uređaja, koji mogu proizvesti više vrsta sira, povećanom mehanizacijom i automatizacijom, skraćivanjem proizvodnog procesa, smanjivanjem uloženog rada, obavezno se utječe na gubitak individualnosti varijeteta, dobiva se ujednačena kvaliteta (Davis, 1976).

#### 1.4.2. Svježi sirevi

U svijetu se proizvodi mnogo vrsta svježih sireva, a poznate su pod nazivima: fromage frais, soft cheese, i sl. (Lasnet de Lanty, 1975). Kod nas je proizvodnja svježih sireva tradicionalna i vrlo popularna.

Potrebno je ovdje napomenuti da je efekat valorizacije mlječne masti i proteina, kroz ove proizvode visok, te da su svježi sirevi uz ostale fermentirane mlječne proizvode prihvaćeni od proizvođača.

Osnovne karakteristike proizvodnje svježeg sira:

1. Mlijeko
2. malo ili bez sirila
3. koagulacija mlijeka na niskoj temperaturi
4. grubo ili bez obrade gruš
5. malo ili bez zagrijavanja gruš
6. cijedenje
7. bez prešanja
8. visoka kiselost, jer ima dosta zaostale sirutke u gruš
9. karakterističan »mlječni« okus, bez tipičnog »sirovog« okusa
10. slaba razgradnja proteina i masti

(Davis, 1976)

## Lička basa

Ovaj proizvod ima dugogodišnju tradiciju proizvodnje u individualnim domaćinstvima, ali nema podataka o tome kada se počeo proizvoditi, a niti se zna odakle potječe ime proizvoda. U našoj literaturi prvi put ličku basu spominje Zdanovski (1947), kao posebnu vrstu sira koji se proizvodi u Lici. Markeš (1973) ličku basu svrstava u meke sireve, a Sabadoš (1979) u grupu svježih sireva. Danas se sve manje proizvodi u individualnim domaćinstvima, radi sve većeg otkupa mlijeka na ovom području.

### 1.4.3. Proizvodnja sira iz ultrafiltriranog (UF) mlijeka

Primjena UF tehnike za pripremu mlijeka u proizvodnji sira predložena je 1969. godine (Maubois i sur.).

Mnogi istraživači radili su na pokusnim proizvodnjama raznih vrsta sireva iz UF mlijeka. Deloney i Donally (1973) opisuju proizvodnju svježeg sira od mlijeka ugušćenog UF na 1/3 početnog volumena. Jacquemat je 1977. opisao uređaj za proizvodnju svježeg sira, dok su Kovacevič i Kosikovski (1978) opisali proizvodnju »Cottage« sira iz UF mlijeka.

Prema podacima De Baera (1980) u 1980. godini proizvodnja sira u svijetu iz UF ugušćenog mlijeka iznosila je 100.000 tona, samo na dansku proizvodnju fete iz tako obrađenog mlijeka otpalo 42.000 tona (do 15. 09. 1980).

Za neke vrste svježeg sira, kao »faisell« (vrlo popularan u Francuskoj -- 30.000 tona u 1980. g.) upotrebljava se UF mlijeko ugušćeno na 1 : 1,3 do 1 : 1,5 (Brule, Maubois, 1975).

U radovima o proizvodnji sira tipa Quarg iz UF mlijeka većina istraživača došla je do zaključka, da nema tipična organoleptička svojstva (okus suviše kiseo, na minerale), te da u proizvodnji tog sira treba istraživati mogućnost smanjenja visokog sadržaja minerala (Puhan, Gallman, 1980).

U slijedećoj tabeli dana je usporedba sastava svježeg sira iz UF mlijeka (MMV) i klasično pripremljenog svježeg sira.

**Tabela 1.**

**Usporedba svježih sireva dobivenih UF i klasičnim postupkom**

	UF postupak	Klasičan postupak
Suha tvar za 100 g proizvoda	19—20	19—20
Masna tvar za 100 g proizvoda	7,6—8,0	7,6—8,0
Proteini (kazein)	6,05—6,15	6,85—6,95
(topivi proteini)	1,15—1,25	0,45—0,55
Laktoza	2,85—3,00	3,20—3,40
Mlječna kiselina	0,75—0,80	0,40—0,45
Mineralne soli	0,90—0,95	0,65—0,70
Kalcij	0,16—0,18	0,13—0,14
Fosfor	0,14—0,16	0,10—0,12

(Brule i Maubois, 1981)

Nastavak u broju 5/83.