# Tehnološki postupak proizvodnje jogurta

**Šajatović, Tena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2014**

*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:109:655698

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**

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

Tena Šajatović

# Tehnološki postupak proizvodnje jogurta

završni rad

Osijek, 2014.

**SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU**
**PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**

Završni rad

# Tehnološki postupak proizvodnje jogurta

Nastavni predmet: Sirovine animalnog podrijetla
Predmetni nastavnik: Dr. sc. Vedran Slačanac, zn.-nast. zvanje

Studentica: Tena Šajatović (MB: 3551/11)

Mentor: Dr. sc. Vedran Slačanac, zn.-nast. zvanje

Predano (datum):

Pregledano (datum):

**Ocjena:** **Potpis mentora:**

# SAŽETAK

U radu su detaljno opisani tehnički postupci proizvodnje jogurta. Proces praćen je od prijema sirovog mlijeka u mljekari do hlađenja, pakiranja i skladištenja finalnog proizvoda. Proces započinje uzorkovanjem mlijeka radi lakšeg odabira za proizvodnju, standardizacija udjela mliječne masti i suhe tvari te homogenizacije i toplinske obrade koje su važne zbog konzistencije i okusa jogurta, jednake raspodjele kapljica mliječne masi, kao i uništenje prisutnih patogenih mikroorganizama. Nacjepljivanje mlijeka jogurtnim starter kulturama koje mlijeko prevode u jogurt putem njihove fermentacije, odnosno inkubacije. Tijekom faze nacjepljivanja možemo dobiti dvije vrste jogurta. Smjesa se može odmah puniti u čašice i ići na hlađenje pa dobijemo čvrsti jogurt ili se može vršiti inokulacija u fermentorima te dobijemo tekući jogurt. Koji god postupak odaberemo, finalni postupci u proizvodnji jogurta su pakiranje, hlađenje i skladištenje.

**Ključne riječi**: mlijeko, jogurt, fermentacija, standardizacija mliječne masti i suhe tvari, homogenizacija, inokulacija, čvrsti jogurt, tekući jogurt, pitki jogurt

# SUMMARY

Technical production procedures of yoghurt are decreabed in detail in this thesis. The process is followed from a reception of raw milk in the creamery to cooling, packing and storing to final product. The procrss begins with sampling of the milk due to easier choice for production, standardization of butterfat and dry matter, homogenization and heat treatmen that are important for consistency and the taste of the yoghurt, eqaul distribution of droplets of butterfat also as the distruction of present pathogenic microorganisms. Inoculation of the milk with yoghurt starter cultures which milk transfers into yoghurt throught their fermentacion, that is, incubation. During the phaze of cultivation we can get two sorts of yoghurt. Mixture can be filled in the cups right away and go to the cooling so we gat hard yoghurt or inoculation can be done in fermenters so we gat liquid yoghurt. No matter which procedure we chose, the final product in production of yoghurt are packing, cooling and storing.

**Key words**: milk, yoghurt, femrenatcion, standardizazion of butterfat and dry matter, homogenization, inoculation, hard yoghurt, liquid yoghurt, drink yoghurt

# SADRŽAJ:

1. Uvod ……. 4
2. Teorijski dio……5
   2.1 Glavne osobine mlijeka……..6
   2.2 Sastav mlijeka ……..7
3. Glavni dio……..9
   3.1 Fermentacija i fermentirani proizvodi- jogurt…… 10
   3.2 Prijem i odabir mlijeka…… 13
   3.3 Standardizacija udjela mliječne masti i suhe tvari……15
      3.3.1 Standardizacija mliječne masti……..15
      3.3.2 Standardizacija suhe tvari……17
   3.4 Homogenizacija……19
   3.5 Toplinske obrade mlijeka…….. 20
   3.6 Nacjepljivanje mlijeka starter kulturama……23
   3.7 Inkubacija……26
      3.7.1 Oblikovanje koaguluma…… 27
   3.8 Hlađenje,pakiranje i skladištenje…… 29
   3.9 Produljenje trajnosti proizvoda…… 30
   3.10 Tekući jogurt…… 31
   3.11 Kruti jogurt…… 33
   3.12 Pitki jogurt …….. 34
4. Zaključak …… 35
5. Literatura …… 36

# 1. UVOD

Mlijeko je proizvod vimena, dobiven redovnom, potpunom i neprekidnom mužnjom jedne ili više krava, kojem nije ništa dodano niti oduzeto, a dobiveno je najkasnije 15 dana prije teljenja i najranije 8 dana nakon teljenja. Mlijeko je kompleksna tvar sastavljena od nekoliko otopljenih sastojaka koju čine otopina soli, laktoza i laktoalbumina u vodi u koju su emulgirane masti i druge masne komponente, dok su proteini i kalcijev fosfat koloidno dispergirani. (Tratnik, 1998.)

Izuzetno je pogodna podloga za razvoj mikroorganizama u povoljnim uvjetima. Mikroorganizmi, koji su uvijek prisutni u mlijeku, će kompleksne sastojke mlijeka razgraditi u jednostavne te se pomoću tih mikroorganizama dobivaju fermentirani proizvodi.

Jedan od fermentiranih proizvoda je i jogurt dobiven od pasteriziranog mlijeka fermentacijom različitim sojevima mliječno-kiselih bakterija. Jogurt je bijeli proizvod karakteristično gusto-tekuće, homogenizirane konzistencije, ugodno kiselog okusa. Pod pojmom jogurta podrazumijevamo polu tekući mliječni proizvod koji se dobiva zagrijavanjem mlijeka i dodatkom bakterija mliječne kiseline (*Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*). Na temperaturi od 42 do 450 °C za dva do četiri sata dolazi do fermentacije i kiseljenja mlijeka, nakon toga jogurt se hladi, čime se usporava kiseljenje i produžava trajnost.

# 2. TEORIJSKI DIO

Mlijeko je normalni sekret mliječne žlijezde,koji dobivamo redovitom i neprekidnom mužnjom, jedne ili više zdravih krava, ispravno hranjenih i držanih, kojem nije ništa oduzeto niti dodano i nije zagrijavan na temperaturu višu od 40 ˚C. Vrlo je složena sastava, žućkasto-bijele boje te karakteristična okusa i mirisa. (Tratnik, 1998.)

Mlijeko se „stvara“ iz specifičnih sastojaka koji prelaze iz krvi u mliječnu žlijezdu, gdje se zbivaju vrlo složeni biokemijski procesi selekcije. Neki se sastojci sintetiziraju u mliječnoj žlijezdi od sastojaka koji potječu iz krvi. Tako složenim procesom biosinteze nastaje mliječna mast, mliječni šećer(laktoza), i tipični proteini mlijeka (kazein, α-laktalbumin i β - laktoglobulin).

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

Kvaliteta i sastav mlijeka ovise o pasmini, stadiju laktacije, sezoni, vrsti mužnje, načinu hranidbe životinje, o zdravstvenoj ispravnosti životinje te o dobi životinje.

Mlijeko zadovoljava kvalitetu tek kada ispunjava sve zakonom propisane uvjete koji govore da je zdravo mlijeko:

- prirodni sekret mliječne žlijezde dobiveno redovitom i neprekidnom mužnjom jedne ili više zdravih krava, kojem ništa nije dodano niti oduzeto i nije zagrijano na temperaturu višu od 40 ˚C,
- da je pomuzeno najmanje 30 dana prije i ne manje od 10 dana nakon teljenja,
- da ima karakterističan miris, okus i boju,
- da nema u svom sastavu štetne tvari (antibiotici),
- da točka ledišta nije viša od – 0,517 ˚C što znači da nema dodane vode,
- da 1 mL mlijeka ne sadrži više od 400 000 somatskih stanica i više od 100 000 mikroorganizama. (Tratnik, 1998.)

## 2.1 GLAVNE OSOBINE MLIJEKA

Kiselost

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 i aktivna koje nisu međusobno povezane jer se promjenom jedne ne mijenja druga kiselost.

Rezultat veće titracijske kiselosti je najčešće i rezultat većeg udjela proteina, fosfata i kalcija u mlijeku, što ne utječe na smanjenje pH mlijeka.

Titracijska kiselost kod nas se označava i stupnjevima Soxhlet – Henkela (°SH), a najčešća je između 6,5 i 7,5 °SH.

Aktivna kiselost izražava se kao koncentracija vodikovih iona, odnosno kao pH vrijednost, a ima raspon od 6,5 do 6,7.

Gustoća

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.

Viskoznost

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.

Vrelište

Temperatura ključanja mlijeka je nešto više od 100 ˚C, točnije oko 100,16 ˚C zbog otopljenih tvari u mlijeku.

Ledište

Temperatura zamrzavanja mlijeka ovisi o koncentraciji otopljenih tvari i najstabilnija je konstanta na osnovu koje se može kontrolirati ispravnost mlijeka (razvodnjavanje).

## 2.2 SASTAV MLIJEKA

U mlijeku se nalazi:

- voda 86 – 89%,
- suha tvar 11 – 14%,
- mast 3,2 – 5,5%,
- proteini 2,6 – 4,2%,
- laktoza 4,6 – 4,9%,
- mineralne tvari 0,6 – 0,8%.

Voda u mlijeku se uglavnom nalazi kao slobodna voda u kojoj se nalaze otopljeni sastojci mlijeka ili kao vezana voda koje ima u maloj količini u suhoj tvari mlijeka. Najveću sposobnost vezanja vode imaju fosfolipidi i albumini, a potom ostali proteini sirutke, kazein, adsorpcijski sloj membrane masne globule, laktoza te ostali sastojci suhe tvari mlijeka.

Suhu tvar mlijeka čini skup sastojaka: masti, bjelančevine, laktoza, vitamini, mineralne tvari i dr.

Mliječna mast utječe na ugodan okus mlijeka te na aromu, konzistenciju i teksturu mliječnih proizvoda. To je kompleks različitih lipidnih tvari, a sastoji se od triacilglicerola zajedno s malom količinom diacil- i moniacilglicerola,fosfolipida, kolesterola, a u manjim količinama vitamina A,D,E i vrlo malo K te aldehida i ketona. U mlijeku se nalazi u obliku globula obavijenih adsorpcijskim slojem ili membranom koja stabilizira mliječnu mast u okolnoj sredini mlijeka. O količini mliječne masti ovisi i kvaliteta mliječnih proizvoda, posebno fermentiranih sireva jer utječe na njihov okus i konzistenciju. Po postotku mliječne masti vrši se otkup mlijeka.

Bjelančevine čine oko 28% suhe tvari. Imaju veliku biološku vrijednost za ljudski organizam. Bjelančevine mlijeka sastavljene su od kazeina i bjelančevina mliječnog seruma koje se još nazivaju bjelančevine sirutke. Kravlje mlijeko sadrži 3,5% bjelančevina od čega 3% otpada na kazein ili 75 – 85% od ukupnih bjelančevina kravljeg mlijeka.

Mliječni šećer (laktoza) je disaharid sastavljen od molekula α – D- glukoze i β-D-galaktoze. Nastaje u mliječnoj žlijezdi ženskih sisavaca reakcijom između glukoze i galaktoze, odnosno

njihovim povezivanjem preko 3(1-4) glikozidne veze. Procesom fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu.

U mlijeku je identificirano oko 40 različitih mineralnih tvari, a prema njihovu udjelu ubrajaju se u makroelemente i mikroelemente. Mikroelemenata ima brojčano puno više, dok su makroelementi zastupljeni u obliku anorganskih ili organskih soli. Od mineralnih tvari najvažniji za ljudsku prehranu su kalcij i fosfor.

Može se reći da je mlijeko bogato vitaminima $B_2$ i $B_{12}$ jer litra mlijeka može zadovoljiti dnevnu potrebu ljudskog organizma za tim vitaminima, dok su količine drugih vitamina u mlijeku nedostatne za dnevne potrebe organizma. Vitamina C ima najviše u svježe pomuzenom mlijeku. Kako je mlijeko siromašno vitaminima A i D, tada se oni naknadno dodaju u mlijeko.

# 3. GLAVNI DIO

Jogurt se ubraja u najpopularnije fermentirane mliječne proizvode, proizvodi se kontroliranom fermentacijom jogurtne kulture koja sadrži bakterije *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus.* Dolazi od turske riječi „yogurt“ što znači „zgrušano mlijeko“. Industrijska proizvodnja započinje početkom 20. stoljeća, a voćnog jogurta kasnih 1950-ih godina. Ruski znanstvenik Ilja Mečinkov (1906.,1907.) pretpostavio je da su bugari dugovječni zbog potrošnje jogurta. Tradicionalna proizvodnja jogurta stara je više od 1000 godina. Smatra se da potječe s Balkana i sjeveroistočne Europe. Tradicionalno proizveden jogurt može se i danas naći na tržnicama. Jogurt se proizvodi i u mini mljekarama, ali u manjim kapacitetima. Industrijska proizvodnja jogurta je sofisticiranija sa modernim postrojenjima i tehnološkim procesima. Velike mljekare proizvode i na nekoliko tisuća litara jogurta dnevno.

Jogurt se najčešće dijeli prema konzistenciji na čvrsti i tekući. Čvrsti jogurt može biti kruti i zamrznuti u prahu, dok se tekući dijeli na vrlo tekući, tekući viskozni, pitki i ugušćeni. S obzirom na dodatke, jogurt može biti obični, aromatizirani, voćni, desertni i pjenušavi.

Čvrsti jogurt, inkubacija i hlađenje je u pakiranju.

Tekući jogurt, inkubacija u tanku i hlađenje prije pakiranja.

Pitki jogurt, sličan tekućem, ali se koagulum razbija u tekući prije pakiranja.

Zamrznuti jogurt, inkubacija u tanku i zamrzavanje poput sladoleda.

Voćni jogurt u svom sastavu sadrži sokove različitih voća ili voćne arome i dodaje mu se šećer i stabilizator za zgrušavanje.

Aromatizirani jogurt u svom sastavu sadrži šećer i razne voćne arome,arome kave,arome kakaa i prirodne boje.

## 3.1. FERMENTACIJA I FERMENTIRANI PROIZVODI – JOGURT

Mlijeko je dobra podloga za razvoj mikroorganizama koji su uvijek prisutni u mlijeku. Oni će kompleksne sastojke mlijeka razgraditi na jednostavnije. (Sarić, 2007.)

Proces mliječno-kisele fermentacije laktoze mlijeka u mliječnu kiselinu djelovanjem enzima bakterija mliječne kiseline, vrlo je složen i odvija se postupnom razgradnjom laktoze pri čemu nastaju brojni međuprodukti i energija.

Glavni proizvod, mliječna kiselina, (ili druge kiseline) nastala fermentacijom utječe na svježe-kiseli okus fermentiranih napitaka te stvara kiselu sredinu i djeluje kao inhibitor, sprečavajući razvoj mikroorganizama, prvenstveno acidofilnih. Djelovanjem kiseline pod utjecajem bakterija mliječne kiseline nastaju i fizikalno-kemijske promjene micela kazeina koje dovode do koagulacije kazeina, te stvaranja koaguluma mlijeka (pri pH oko 4,6).

Tako, fermentacijom nastaje i karakteristična konzistencija fermentiranih mliječnih napitaka, na koju djelujemo tehnološkim postupkom (toplinska obrada, homogenizacija).

Fermentirano mlijeko je rezultat djelovanja specifičnih bakterija mliječne kiseline koje uvjetuju promjene normalnih sastojaka mlijeka. Industrijska proizvodnja započinje početkom 20. stoljeća, a temelji se na proizvodnji autohtonih fermentiranih proizvoda od kojih je najpoznatiji bio jogurt koji je tada osvojio tržište Balkana. Najpoznatiji fermentirani proizvodi mlijeka su kiselo mlijeko, kefir, acidofilno mlijeko i jogurt. (Sarić, 2007.)

Fermentirani mliječni napici mogu se svrstati u više skupina:

1. Prema vrsti sirovine (različit udio suhe tvari i/ili mliječne masti):
   - fermentirano mlijeko (kravlje, kozje, ovčje, bivolje, kobilje i devino),
   - fermentirana stepka (sporedni proizvod nakon proizvodnje maslaca),
   - fermentirano vrhnje (od 10 do 20% ili od 20 do 30% masti), koje se zapravo ne ubraja u fermentirane napitke, nego se izdvaja kao zaseban proizvod.

2. Prema vrsti fermentacije (i primijenjenoj mikrobnoj kulturi):

- mliječno-kisela fermentacija (BMK):
  - termofilne,
  - mezofilne,
  - terapijske (probavnog sustava),
- mliječno kisela/alkoholna fermentacija: (BMK/kvasci),

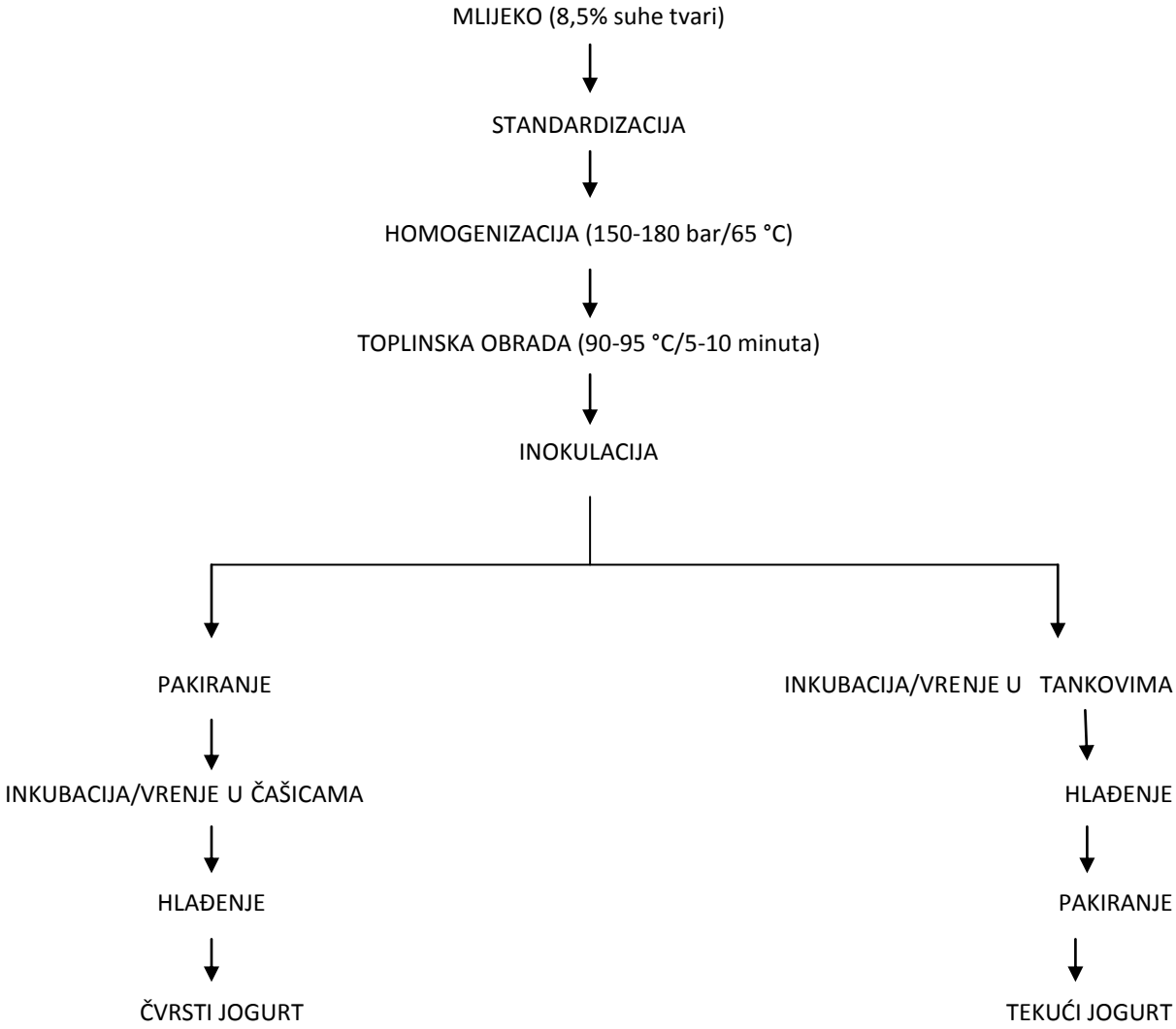
• mliječno kisela fermentacija/naknadno zrenje plijesni: (BMK/*Geotrichum candidum*).

3. Prema konzistenciji (uglavnom se odnosi na jogurt):
    - vrlo tekući/pitki – tekući viskozni – ugušćeni,
    - kruti – zamrznuti – u prahu

4. Prema dodacima:
    - obični,
    - aromatizirani,
    - voćni,
    - pjenušavi,
    - vitaminizirani,
    - desertni.

Gotovo su iste glavne faze tehnološkog procesa proizvodnje fermentiranih mliječnih napitaka, bez obzira na vrstu proizvoda, a različita je uglavnom količina suhe tvari (ili mliječne masti) upotrijebljene sirovine ili tip primijenjene kulture.

Pošto se na tržištu, kod nas i u svijetu, najviše pojavljuju različiti tipovi jogurta, jer je najpopularniji fermentirani mliječni napitak.




**Slika 1** Tehnološki proces proizvodnje jogurta

## 3.2. PRIJEM I ODABIR MLIJEKA

Sirovo mlijeko dolaskom u mljekaru prethodno mora biti ohlađeno na temperaturu manju od 5 °C, mora sadržavati < 0,004 μg/mL inhibitornih supstanci, < 3,2% masti, > 3% proteina, < 400 000/mL somatskih stanica. U proizvodnji fermentiranih proizvoda treba odabrati mlijeko najbolje mikrobiološke kakvoće kako radna kultura ne bi imala nikakve smetnje i kako prilikom proizvodnje ne bi bilo nikakvih neželjenih nusprodukata. Mlijeko ne smije sadržavati nikakve inhibitore, kao što su antibiotici, kemijska sredstva, sredstva za pranje, pesticide, kao niti baktriofage. Prema našem Pravilniku, mlijeko mora sadržavati najmanje 8,5% suhe tvari bez masti, a kiselost mu ne smije biti veća od 7,5 °SH ili niža od pH 6,5.

Prvi korak u mljekarskoj proizvodnji, tako i u proizvodnji jogurta je prijem mlijeka gdje se uzima uzorak mlijeka na kojem se rade fizikalno-kemijska i mikrobiološka ispitivanja kakvoće mlijeka.

Mlijeko se nakon prijema odzračuje (deaerira) i filtrira od nečistoća. Ako mlijeko ide odmah na preradu, ono se terminira i hladi, a ako ne ide na preradu, mlijeko se hladi i sprema u silose za mlijeko.

Deaeracija ili odzračivenje mlijeka

Važno je jer količina zraka u mlijeku za proizvodnju jogurta mora biti što manja. Međutim, upuhivanje zraka je neizbježno ako se suha tvar povećava dodatkom mlijeka u prahu te se deaeracija u tom slučaju preporučuje na samom početku procesa proizvodnje.

Baktofugacija

Baktofuge su separatori koji služe za odvajanje bakterija, a koje su veće gustoće od mlijeka. Proces uklanjanja bakterija iz mlijeka, osobito njihovih spora modificiranom centrifugalnom silom.

Sporogene bakterije imaju najveću gustoću pa se najlakše uklanjaju iz mlijeka.

Osim glavnog zadatka baktofuge da uklanja bakterije je i taj da povećava bakteriološku kakvoću mlijeka.

Baktofuge su gotovo iste izvedbe kao i separatori, samo što baktofuge rade sa 2 do 3 puta većim brojem okretaja (16 do 20 000 o/min).

Provođenjem baktofugacije iz mlijeka se može ukloniti više od 99, 9 % sporogenih bakterija.

Tijekom baktofugacije dolazi do odvajanja dviju frakcija :

- mlijeko oslobođeno od većeg broja bakterija i spora,
- koncentrat bakterija i spora.

Razlikujemo jednofazne i dvofazne baktofuge. Jednofazne sakupljaju baktofugat sa strane i na njega otpada 0,15% od ukopnog mlijeka, dok dvofazne baktofuge imaju odvod bakterija pri vrhu i na njega otpada 2-3% od ukupnog mlijeka.

## 3.3 STANDARDIZACIJA MLIJEČNE MASTI I SUHE TVARI U MLIJEKU

### 3.3.1 Standardizacija mliječne masti

Nakon prijema i odabira mlijeka, potrebno je standardizirati mliječnu mast i suhu tvar u mlijeku kako bi dobili što kvalitetniji fermentirani proizvod. Prema Pravilniku u proizvodnji jogurta može se koristiti mlijeko s najmanje 3% mliječne masti, zatim mlijeko s manje od 3% i više od 0,5% mliječne masti (djelomično obrano mlijeko) te s najviše 0,5% mliječne masti (obrano mlijeko).

Udio mliječne masti standardizira se na nekoliko načina :

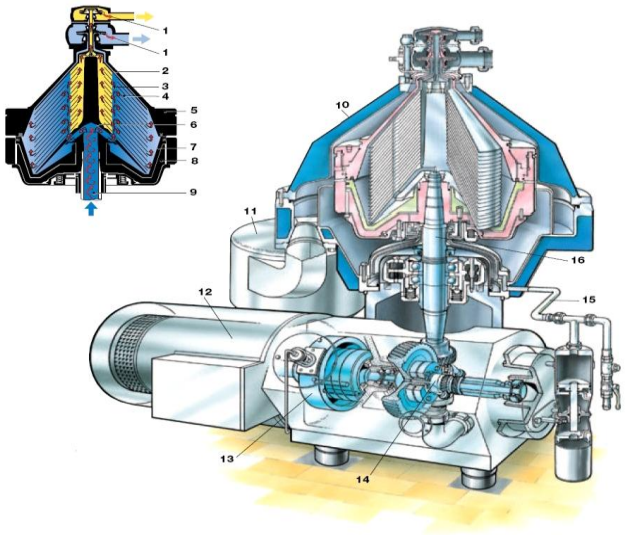
a) obiranjem mlijeka,
b) miješanjem vrhnja s obranim mlijekom,
c) dodavanjem vrhnja punomasnom ili obranom mlijeku,
d) Pearson kvadrat (proračun omjera mješanja) – pravilo zvijezde.

U modernoj mljekarskoj industriji najčešće se koristi proces centrifugalne separacije mliječne masti.

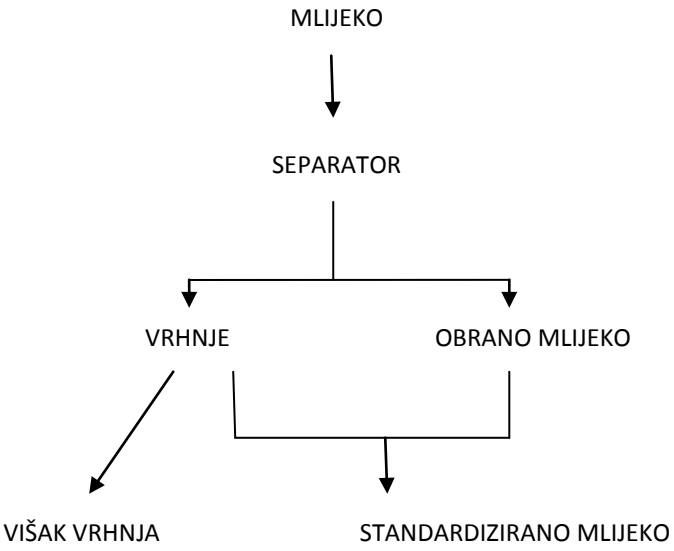
Separacija je proces odvajanja mliječne masti iz mlijeka temeljem različitih gustoća i centrifugalne sile. Njome dobivamo standardizirano mlijeko i preostalo standardizirano vrhnje (zapravo mliječna mast). Tako obrano mlijeko je već standardizirano ako se želi proizvesti jogurt željene količine mliječne masti, ali je moguća i ponovna standardizacija dodavanjem vrhnja i miješanja sa obranim mlijekom radi postizanja željene količine mliječne masti.

Provodi se u separatorima u kojima se na načelu centrifugalne sile odvajaju tri različite gustoće. Kako mast ima nižu gustoću od ostalih sastojaka ona se približava osovini separatora gdje se odvodi i izlazi kao vrhnje, a ostali sastojci mlijeka se bacaju na vanjski obod kao teži i izlaze kao obrano mlijeko. Glavni dio je bubanj gdje se u prostoru između diskova obavlja razdvajanje masti i obranog mlijeka.

Separator se sastoji od: bubnja s ugrađenim tanjurima na središnjoj osovini, mehanizmom za pogon separatora, cjevovoda za dovod i odvod mlijeka, vrhnja, bakterija i nečistoća.




**Slika 2** Separator




**Slika 3** Proces separacije

Postrojenja i uređaji za standardizaciju masti u mlijeku mogu biti:

a) šaržni,

b) poluautomatski,

c) automatski.

### 3.3.2 Standardizacija suhe tvari u mlijeku

Osim standardizacije mliječne tvari, u mlijeku je potrebno standardizirati udio suhe tvari. Udio suhe tvari u mlijeku se povećava na nekoliko načina:

a) dodatkom obranog mlijeka u prahu,

b) dodatkom ultrafiltriranog obranog mlijeka ili u prahu,

c) dodatkom ultrafiltrirane sirutke ili u prahu,

d) uparivanjem,

e) ugušćivanjem mlijeka membranskim procesima (najčešće UF i RO).

Standardizacija dodatkom mlijeka u prahu ili sirutke u prahu, potrebno je osigurati potpuno miješanje praha sa tekućom fazom mlijeka,obranim mlijekom i vodom. Mješači i postrojenja se konstruiraju tako da omogućuju potpunu suspenziju sastojaka u tekuću fazu, potpunu hidrataciju suhih čestica bez ostataka grudica,da se spriječi što manji ulazak zraka i pjenjenje, te mogućnost lakšeg čišćenja i pranja postrojenja nakon korištenja.

Standardizacija upotrebom membranskih procesa je alternativna i najsuvremenija metoda povećanja suhe tvari u mlijeku. Primjena ovih procesa nam nudi velike mogućnosti kreiranja sastava mliječne baze i proizvoda.

Povećanje udjela suhe tvari uparavanjem više nije u upotrebi zbog negativne strukture i fizikalno – kemijskih promjena koje se odvijaju u mlijeku tijekom uparavanja.

Standardizacijom suhe tvari potrebno je pronaći optimalni udio suhe tvari kako bi se postigla što bolja konzistencija jogurta. Najčešće je to 15% suhe tvari bez masti. Kod nas se još mlijeko standardizira na 12,5%, 17,5%, 20%, 22,5% i 25% suhe tvari, ovisno o tipu proizvoda koji se želi dobiti.

U svrhu poboljšanja konzistencije u mlijeko se dodaju stabilizatori koji su po prirodi hidrokoloidi pa vežu slobodnu vodu, a i djeluju pozitivno na agregaciju kazeinskih micela. Vrlo važna uloga stabilizatora je da sprječavaju sinerezu tijekom dugotrajnog čuvanja. U mlijeko se smiju dodavati u dopuštenim količinama do 0,5%. U mljekarstvu su to najčešće CMC (do 0,5%) i modificirani škrob (do 2%).

## 3.4. HOMOGENIZACIJA

Homogenizacija je postupak usitnjavanja i izjednačavanja veličine masnih kuglica u mlijeku (ili kod pavlake) pod utjecajem visokog tlaka radi veće stabilnosti emulzije. Pod uobičajenim uvjetima tlaka (180-200 bara) nastaju uglavnom masne kuglice.
Ustanovljeno je da se broj kuglica nakon homogenizacije poveća za oko 1,000, a površina oko 6-10 puta. Proces se može provoditi pri temperaturi od 45 do 70 °C, ali se pri višoj temperaturi povećava disperzija masnih kuglica.
Homogenizacija se koristi zbog poboljšanja konzistencije i povećanja viskoznosti fermentiranog proizvoda, a provodi se u homogenizatorima. Dijelovi homogenizatora su : postolje, pokrov, više klipnih visokotlačnih crpki s elektromotorom, glavni dio uređaja je homogenizacijska glava s ventilima. Prilikom prolaza mlijeka kroz otvore na ventilu pod visokim tlakom dolazi do usitnjavanja masnih globula u dva stupnja.

Homogenizacija je neophodna u proizvodnji fermentiranih proizvoda. Osim jednolične raspodjele masnih kapljica, ona omogućuje :

- povećanje viskoznosti i poboljšanje konzistencije fermentiranog proizvoda,
- poboljšanje teksture gruša uz smanjeno izdvajanje sirutke na površinu gruša,
- puniji okus proizvoda,jednoličnost i bjelja boja,
- poboljšanje probavljivosti proizvoda (jogurt od homogeniziranog mlijeka ima sitnije globule masti i nježni gruš). (Tratnik,1998.)

U proizvodnji fermentiranih proizvoda koristi se jednofazna i dvofazna homogenizacija. Može se provoditi prije ili poslije toplinske obrade, a dvofazna se provodi prije i nakon toplinske obrade mlijeka. To sve ovisi o tipu i konzistenciji željenog proizvoda. Homogenizacija mlijeka preporučuje se provoditi pod tlakom od 15 do 18 Mpa (150-180 bara) i pri temperaturi od 65 °C. ( Sarić, 2007.)
Homogenizirano mlijeko mora biti pasterizirano ili sterilizirano jer to sprječava djelovanje lipaza.

## 3.5. TOPLINSKA OBRADA MLIJEKA

Najvažnija operacija u pripremi mlijeka u proizvodnji jogurta je toplinska obrada mlijeka. Osnovni cilj toplinske obrade je uništenje patogenih mikroorganizama i što većeg broja saprofitnih mikroorganizama te njihovih enzima da bi se također poboljšala viskoznost i tekstura proizvoda. U proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka provodi se visoka toplinska obrada mlijeka koja može utjecati na sljedeće pojave:

- denaturacija proteina sirutke,
- oslobađanje SH skupina koje pridonose karakterističnom okusu proizvoda,
- djelomična hidroliza kazeina,
- pretvorba aminokiselina u tvari arome, preraspodjela Ca, Mg i P između koloidnih i topljivih oblika površinske strukture micela kazeina,
- smanjenje količine otopljenog kisika, dušika i CO2 u mlijeku (mikroaerofilni uvjeti za rast mikrobne kulture).

Negativni učinak je visoka toplinska obrada koja uništava vitamine u mlijeku.

Režimi toplinske obrade:

a) pasterizacija (najčešće),
b) sterilizacija (provodi se kod fermentiranih proizvoda s probioticima)

PASTERIZACIJA

Proces zagrijavanja mlijeka do 100 °C u svrhu uništenja patogenih mikroorganizama, a ujedno i povećanja trajnosti mlijeka.

Razlikujemo tri načina pasterizacije:

a) niska ili trajna pasterizacija na temperaturi 63-65 °C u trajanju od 30 minuta,
b) srednja ili kratkotrajna pasterizacija na temperaturi 71-74 °C u trajanju od 40 sekundi,
c) visoka pasterizacija na temperaturi 85 °C / 1 minutu.

Podjela uređaja za pasterizaciju:

a) jednostavni bazen,
b) duplikator,
c) kotlasti paster,
d) zatvoreni cijevni paster,
e) pločasti paster.

Pločasti paster

Ima najviše prednosti od svih uređaja za pasterizacijsku obradu mlijeka.

Neke od prednosti su:

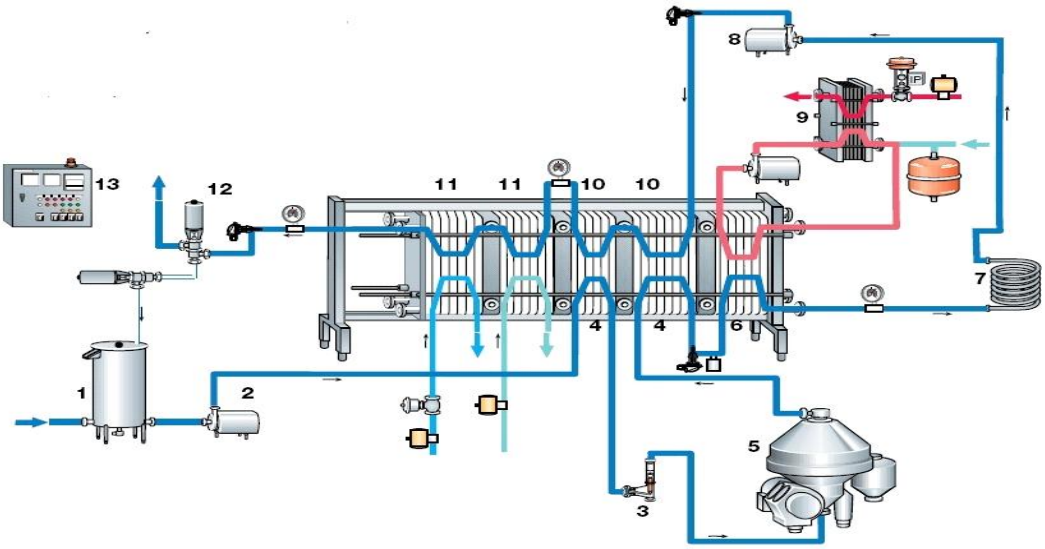
- jednolično protjecanje mlijeka kroz uređaj gdje se postiže jednoliko zagrijavanje svih čestica,
- mlijeko između rebrastih ploča protječe u tankom sloju, čime se postiže bolji prijenos topline,
- moguće je održati stalnu temperaturu i uskladiti količinu protoka mlijeka kroz paster,
- proces regeneracije gdje se za zagrijavanje koristi toplo pasterizirano mlijeko koje se odmah hladi čime se postiže ušteda energije,
- jedna od prednosti je i zagrijavanje toplom vodom koja je 2 °C viša od mlijeka čime se izbjegava pregrijavanje mlijeka.

Po konstrukciji razlikujemo uređaje s dvostrukim i jednostrukim pločama, a po sredstvu grijanja dijele se na grijane parom i vrućom vodom.

Postupak pasterizacije

Prije samog korištenja mlijeka za proizvodnju mliječnih prerađevina mlijeko je potrebno pasterizirati.
Mlijeko se pumpom preko cjevovoda transportira u balansni kotlić, poslije kotlića, nalazi se pumpa koja mlijeko tjera kroz jedan dio postrojenja za pasterizaciju. Mlijeko ulazi u prvu sekciju pasterizatora gdje se vrši regenerativno predgrijavanje (pomoću toplog izlaznog mlijeka). Jačina protoka regulira se ventilom uz koji se nalazi skala za očitavanje jačine

protoka. Prolaskom kroz regulator, mlijeko ulazi u separator gdje se vrši odvajanje mliječne masti u obliku vrhnja, te dobivamo mlijeko sa željenim postotkom mliječne masti. Obrano mlijeko odlazi na predgrijavanje i sekciju za pasterizaciju, temperatura pasteriziranog mlijeka je 1 – 2 °C niža od vode za grijanje mlijeka. Po izlasku iz sekcije za pasterizaciju mlijeko ulazi u cijevni zadrživač topline, pumpa dalje tjera mlijeko kroz sekciju hlađenja u pločastom izmjenjivaču,a zatim kroz sekciju hlađenja hladnom vodom i sekciju hlađenja ledenom vodom.




**Slika 4** Postrojenje za pasterizaciju

1. Balansni spremnik
2. Protočna pumpa
3. Kontrola protoka
4. Regenerativna sekcija predgrijavanja
5. Centrifugalni separator
6. Sekcija pasterizacije
7. Cijevni zadrživač topline
8. Pumpa
9. Sustav za zagrijavanje tople vode parom
10. Regenerativna sekcija hlađenja
11. Sekcija hlađenja
12. Protočni razdjelni ventil
13. Kontrolna ploča

## 3.6. NACJEPLJIVANJE MLIJEKA STARTER KULTUROM – INOKULACIJA

Toplinskom obradom završava priprema mlijeka za vrenje, to znači da je standardizirano, homogenizirano i toplinski obrađeno mlijeko spremno za inokulaciju. Inokulacija je nacjepljivanje mlijeka starter kulturom mliječno kiselih bakterija,odnosno jogurtnom starter kulturom.

Bakterijske kulture poznate kao starter kulture (često jednostavno nazvane starteri), koje sadrže bakterije mliječne kiseline, koriste se u proizvodnji svih fermentiranih napitaka (jogurt, kefir itd.), kao i za proizvodnju maslaca i sira.

Ove kulture se zovu starteri zbog toga što one iniciraju ili "startaju" proizvodnju mliječne kiseline, što je njihova primarna uloga.

Odabrane vrste i sojevi bakterija mliječne kiseline nalaze se u sastavu mikrobnih kultura za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka. Svojstva mikrobnih kultura utječu na svojstva pojedinog fermentiranog mliječnog napitka. S obzirom na vrstu primijenjene mikrobne kulture, određuju se glavi uvjeti inkubacije-fermentacije, koji moraju biti optimalni da bi se postigla željena svojstva fermentiranih mliječnih napitaka: povoljna senzorska, te što bolja hranjiva, dijetetska i terapijska svojstva, odnosno veća zdravstvena vrijednost. Poznavanje sastava i svojstva mikrobnih kultura, te njihov pravilan odabir, prijeko su potrebni u provedbi kontrolirane fermentacije, koje će osigurati pravilne biokemijske procese i željeni proizvod.

U mljekarstvu se primjenjuju mikrobne kulture u različitom obliku:

- tekuće: za precjepljivanje od matične kulture (u novije se vrijeme uglavnom ne koriste),
- duboko zamrznute, koncentrirane kulture: spremnik za nacjepljivanje kulture

zamrznute, osušene, koncentrirane u obliku praha: spremnik za nacjepljivanje kulture,

- duboko zamrznute, vrlo koncentrirane kulture u lako topljivom obliku: za izravnu inokulaciju u mlijeko spremnika za proizvod.

U proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka mikrobne se kulture mogu koristiti kao:

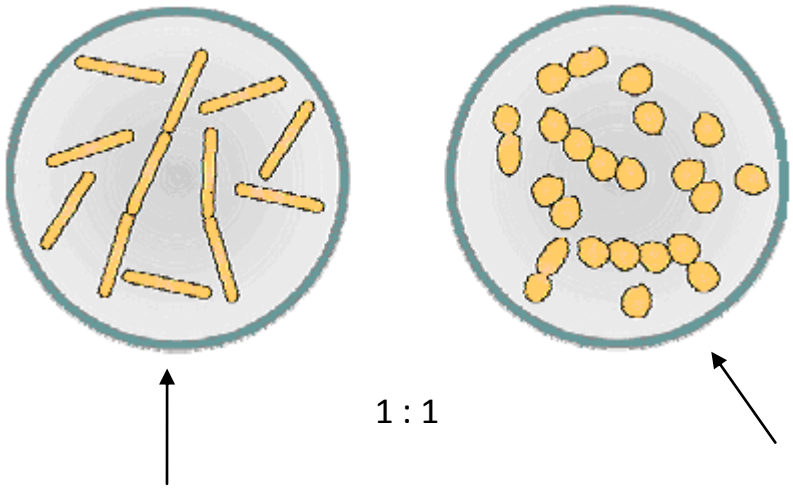
- pojedinačne – monokulture (sadržavaju samo jednu vrstu bakterija),
- mješovite kulture (mješavina nekoliko vrsta bakterija).

Mikrobne kulture za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka:

- mezofilne (optimalna temperatura rasta od 20 do 30 °C),
- termofilne (optimalna temperatura rasta od 37 do 45 °C),
- probiotičke (optimalna temperatura rasta od 37 do 40 °C),
- BMK + kvasci (optimalna temperatura rasta od 20 do 30 °C). (Tratnik,1998.)

Termofilne kulture bakterija mliječne kiseline kudikamo brže proizvode kiselinu nego mezofilne bakterije.

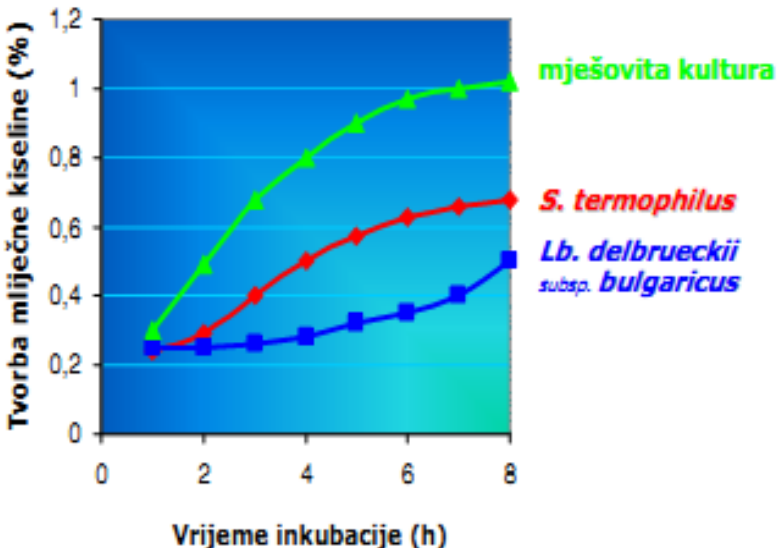
Jogurtna kultura se sastoji od sojeva homofermentativnih vrsta bakterija *Lactobacillus* i *Streptococcus*.




*Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* *Streptococcus thermophilus*

**Slika 5** Bakterije jogurtne kulture

Pojedinačni sojevi bakterija jogurtne kulture rastu pri različitim optimalnim temperaturama, ali se za zajednički rast u mlijeku (simbioza) preporučuje temperatura od 42 °C i mješovita kultura obiju vrsta bakterija u omjeru 1:1, te količina inokuluma oko 2%. Jogurt tada sadržava oko 0,9 do 0,95% mliječne kiseline. Kada bakterije rastu u simbiozi, jedna drugu stimulira pri rastu. Tako *Lactobacillus bulgaricus* stimulira rast *Streptococcus thermophilus* preko nekih aminokiselina koje proizvodi tijekom svoga rasta, a *Streptococcus thermophilus* proizvodi dostatnu količinu $CO_2$ i mravlje kiseline, što stimulira rast *Lactobacillus bulgaricus*.
U zajedničkom rastu tih bakterija jogurtne kulture, razvoj kiseline u mlijeku je puno brži i veći, nego djelovanjem svake bakterije posebno. Mješovita je kultura manje osjetljiva na djelovanje nastalih inhibitornih tvari (metabolita) nego monokulture. To se može očitati iz dijagrama.



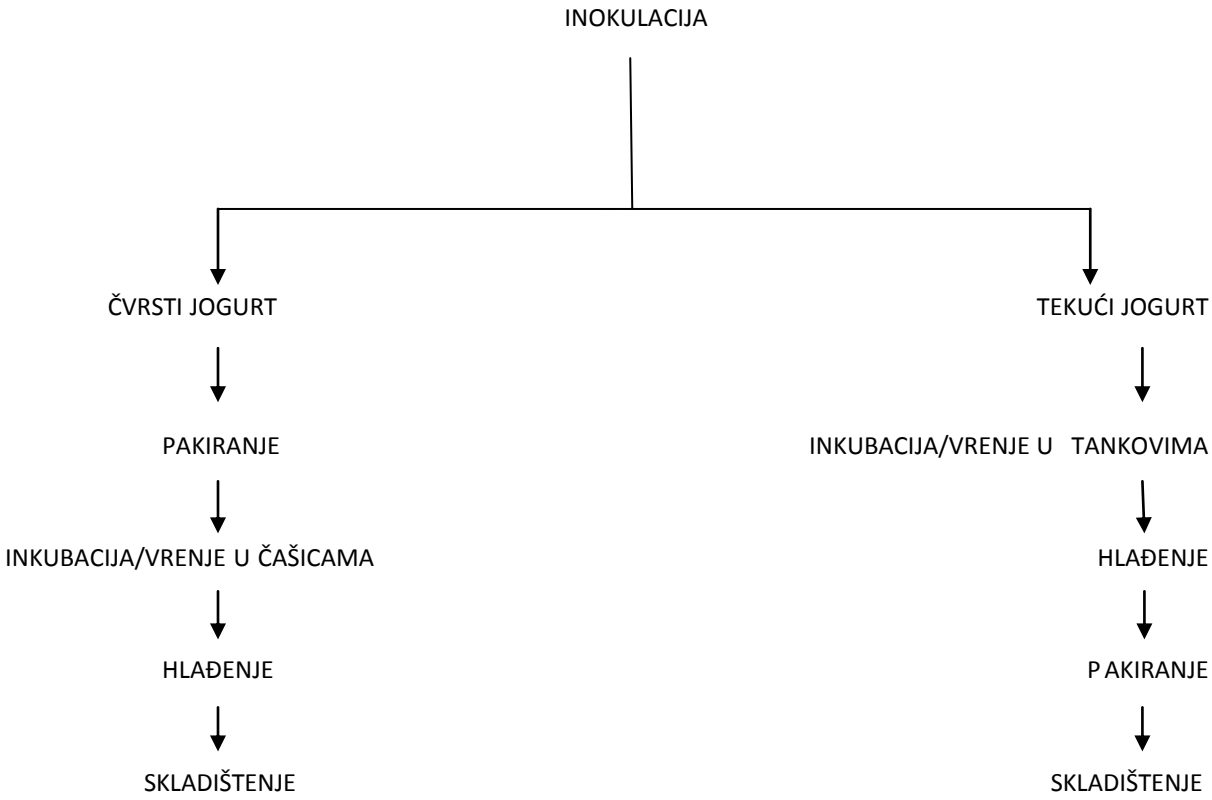

**Slika 6** Tvorba mliječne kiseline u mlijeku djelovanjem mješovite kulture i pojedinačnih kultura ovisno o vremenu (Tamime i Robinson, 2007.)

## 3.7. INKUBACIJA MLIJEKA (VRENJE)

Inokulirano (nacijepljeno) mlijeko odlazi na inkubaciju, gdje se odvija vrenje ili fermentacija jogurta. Od inkubacije pa nadalje, različiti su tehnološki postupci proizvodnje čvrstog i tekućeg jogurta.

Kod proizvodnje tekućeg jogurta, inkubacija se odvija u posebnim tankovima za vrenje, nakon završetka vrenja, gruš se hladi i razbija (miješanjem), homogenizira i hladan pakira u ambalažu i odlazi na skladištenje.

U proizvodnji čvrstog jogurta, nacijepljeno mlijeko se puni u ambalažu i odlazi u komoru za inkubaciju, gdje se vrenje odvija u ambalaži pri optimalnoj temperaturi. Nakon završetka vrenja u komori, jogurt se hladi i skladišti.




**Slika 7** Proces inkubacije čvrstog i tekućeg jogurta

Optimalna temperatura za vrenje jogurta (bilo da je čvrsti ili tekući) je 41-45 °C, a vrijeme trajanja se kreće od 2-4 sata, ovisno kakav se proizvod želi dobiti. Ako se proizvodi jogurt direktnim usipavanjem DVS liofilizirane kulture u tank, vrenje se produljuje i na 6 sati, zbog dulje prilagodbe liofilizirane kulture. Kraće vrijeme vrenja jogurta na višoj temperaturi osigurava razvoj više spojeva arome, ali slabiji gruš. Dok vrenje jogurta na nižoj temperaturi i dulje vrenje osigurava čvršći gruš, ali manje arome u gotovom proizvodu. Cijeli proces inkubacije potrebno je kontrolirati praćenjem pH vrijednosti i zaustaviti fermentaciju u prikladnom vremenu hlađenjem proizvoda. Bitno je inkubaciju provoditi do oblikovanja čvrstog koaguluma, pri pH-vrijednosti 4,6 ili nižoj, ovisno o željenoj kiselosti proizvoda, ali treba paziti da se ne izazove sinereza. Daljnjim kiseljenjem proizvoda, dolazi do strukturne promjene gruša što izaziva lošu konzistenciju proizvoda i istjecanje sirutke iz gruša.

U običnom je jogurtu pH nakon vrenja od 4,2 do 4,5. U voćnom se fermentacija može prekinuti i pri nižoj pH vrijednosti, jer šećer sprječava naknadno kiseljenje. Bitno je da jogurt i drugi fermentirani mliječni napici u trenutku prodaje (prema propisima) nemaju veću kiselost od 55 °SH.

### 3.7.1. Oblikovanje koaguluma

Oblikovanje koaguluma tijekom procesa vrenja uvjetuje stalnu kontrolu procesa. Oblikovanje se odvija u dvije faze.

U prvoj fazi dolazi do dezagregacije micela kazeina mlijeku, dok u drugoj, agregacijskoj fazi dolazi do smanjenja elektrostatskog potencijala micela i povećanja njihove hidrofobnosti što omogućuje početak grušanja. Stvara se metastabilni sustav ili nestabilni gel, koji međudjelovanjem promijenjenih micela kazeina prelazi u stabilni trodimenzionalni gel s uklopljenim molekulama vode. Da bi ta trodimenzionalna struktura gela bila stabilna potrebno je polagano zakiseljavanje mlijeka kako bi navedene faze pravilno tekle. Ako se faze dezagregacije i agregacije dovedu do kraja, dobiva se stabilan gruš iz kojeg neće istjecati voda. Ako se mlijeko zakiseljava naglo, faza dezagregacije neće doći do kraja, te ni faza agregacije neće pravilno teći i nastati će talog koaguluma sa sirutkom iznad njega.

Za pravilno oblikovanje koaguluma važne su pravilno provedene homogenizacija i toplinska obrada mlijeka.

**Tablica 1** Utjecaj toplinske obrade na trajanje koagulacije i nastanka mliječne kiseline

| JOGURT | Toplinska obrada mlijeka | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 85 °C | 85 °C/30 min | 90 ° C | 90 ° C / 30 min |
| Trajanje koagulacije (h) | 2,45 | 2,01 | 2,34 | 2,04 |
| Mliječna kiselina ( % ) | 0,63 | 0,49 | 0,63 | 0,5 |
| pH pri koagilaciji | 4,7 | 5,16 | 4,78 | 5,12 |

## 3.8. HLAĐENJE,PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE

Hlađenje i pakiranje fermentiranih napitaka provodi se u različitim fazama tijekom procesa proizvodnje, ovisno o tipu proizvoda.

Za hlađenje se mogu koristiti: komore (tuneli) s hladnim zrakom ili izmjenjivači topline. Nadalje hlađenje se može provoditi šaržno (tankovi za hlađenje) ili kontinuirano s protokom jogurta kroz izmjenjivač topline. Specifično je jedino kod proizvodnje smrznutog jogurta, koristi se zamrzivač. U industrijskoj praksi krajnje hlađenje se provodi u dvije faze: prvo hlađenje na temperaturu od 15 do 20 °C te dodatak voća ako se proizvodi voćni jogurt, te završno hlađenje proizvoda na ispod 5 °C u hladnom skladištu.

Za čuvanje fermentiranih mliječnih napitaka treba osigurati niže temperature od 4 do 8 °C, kao što su u hladnjaku, da bi se postigla minimalna trajnost proizvoda od približno od 8 do 10 dana (Tratnik, 1998.), danas čak minimalno 21 dan.

Pakira se u plastične čašice, staklene boce, kartonsku ili kombiniranu višeslojnu ambalažu različitih volumena. Punjenje se obavlja pod aseptičnim uvjetima. Nakon punjenja u plastičnu čašicu,čašica se zatvara toplim zavarivanjem s Al-folijom pri 160-170 °C koja je prevučena slojem laka i na njoj su označeni svi potrebni podaci o jogurtu.

Tijekom čuvanja dolazi do naknadnog zakiseljavanja što ovisi o pH jogurta nakon završene proizvodnje, uvjetima čuvanja i omjeru bakterija jogurtne kulture.

## 3.9. PRODULJENJE TRAJNOSTI PROIZVODA

Ako se želi jogurtu koji se proizvodi produljiti trajnosti,to se može postići :

a) pasterizacijom – pri 72-75 °C nekoliko sekundi u izmjenjivaču topline i prije samog pakiranja. Trajnost takvog jogurta se može produljiti do najviše 3 mjeseca, ali se tada potpuno inaktivira mikroflora jogurta

b) zamrzavanjem – provodi se kao i zamrzavanje sladoleda, a trajnost ovisi o temperaturi zamrzavanja i čuvanja. Može se produljiti kao što je trajnost duboko zamrznutog sladoleda. Tako se proizvodi zamrznuti jogurt koji gubi sva svojstva jogurta, a poprima značajke sladoleda

c) sušenje – raspršivanje ili biofilizacija, dobiva se prah jogurta kojem je trajnost 1-2 godine. Može se rekonstruirati otapanjem u prokuhanoj i ohlađenoj vodi pri 30-35 °C, a nakon 12-36 sati ponovo postiže gustoću običnog jogurta, ali se gubi hranjiva vrijednost i 80% živih mikroorganizama

Trajnost jogurta ovisi u svakom slučaju o uvjetima proizvodnje, hlađenju i uvjetima čuvanja.

**Tablica 2** Produljenje trajnosti ovisno o primijenjenim postupcima

| PRIMJENA POSTUPKA | TEMPERATURA ČUVANJA (°C) | TRAJNOST | |
|---|---|---|---|
| | | U HLADNJAKU | PRI 15- 20 °C |
| Aseptička proizvodnja | 0-5 | 4-6 tjedana | nekoliko dana |
| Pakiranje u struji plina | 0-5 | 4-6 tjedana | nekoliko dana |
| Pasterizacija jogurta | 15-20 | više tjedana | više tjedana |
| Zamrzavanje jogurta | (-25) | 3-13 mjeseci u dubokom zamrzivaču | 0 |
| Sušenje jogurta | sobna | više mjeseci | više mjeseci |

## 3.10. PROIZVODNJA TEKUĆEG JOGURTA

Mlijeko prethodno homogenizirano, toplinski obrađeno i ohlađeno na temperaturu inkubacije, pomoću pumpe se transportira u tankove za inkubaciju, dodaje se određena količina proizvodnog startera u protok mlijeka. Nakon što se tankovi napune, inokulirano mlijeko se promiješa da se omogući jednaka raspodjela kulture.

Pri normalnoj proizvodnji tekućeg jogurta inkubacijski period je 2,5-3 sata na 42-43 °C kada se koristi obični starter (količina inokuluma 2,5-3%), provodi se hlađenje na 15-22 °C (s 42-43 °C) kroz 30 minuta, nakon što se postigne željeni pH da bi se zaustavio dalji razvoj bakterija.

Kada se koriste koncentrirane, zamrznute ili liofilizirane kulture, koje se dodaju direktno u inkubacijski tank, neophodna je inkubacija, 4-6 sati na 43 °C i to zbog produžene prilagodbe liofilizirane kulture.

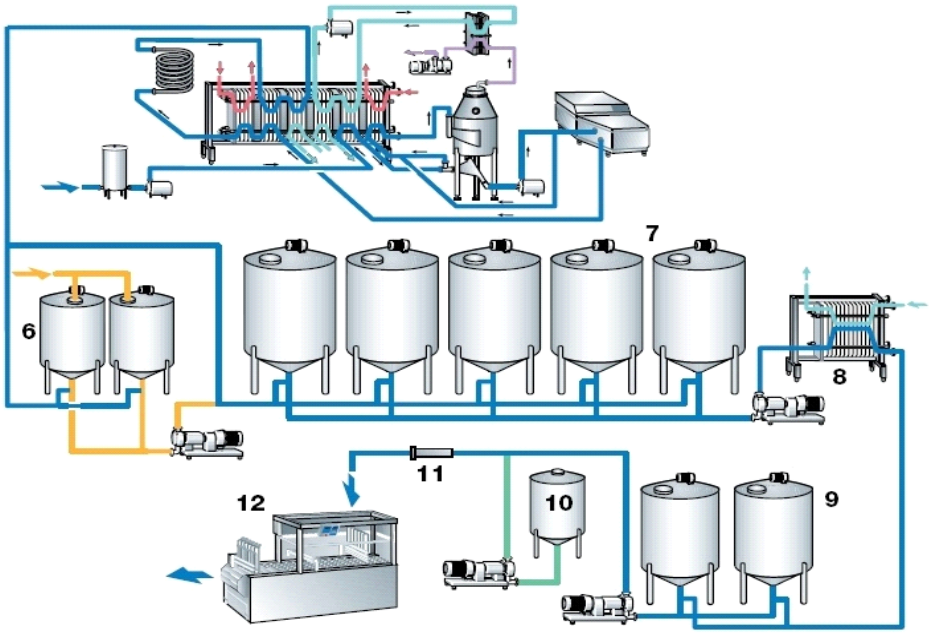
Hlađenje koaguluma

U zadnjoj fazi inkubacije, kada se postigne željeni pH ( 4,2-4,5), jogurt se hladi na 15-22 °C, privremeno se zaustavlja povećanje kiselosti, a istovremeno, koagulum se podvrgava nježnom mehaničkom tretmanu tako da gotov proizvod ima željenu konzistenciju. Hlađenje se odvija na izmjenjivaču topline sa specijalnim pločama. Kapaciteti pumpe i hladionika su takvih dimenzija da se tank isprazni kroz 20-30 minuta u nastojanju da se održi jednaka kvaliteta proizvoda. (Sarić, 2007.)

Ohlađeni jogurt se pumpom prebacuje u tank za jogurt prije prebacivanja u punilicu. Ako se proizvodi aromatizirani jogurt, voće i drugi dodaci se dodaju u jogurt kada se on prebacuje iz tanka u punilicu.

Pakiranje

Pakirna ambalaža može biti različitih dimenzija i oblika, ovisno o željenom proizvodu, ali punilica uvijek odgovara veličini pastera.




6. Tankovi s kulturom
7. Tankovi za inkubaciju
8. Pločasti hladnjak
9. Pufer tankovi
10. Voće/aroma
11. Mješač
12. Pakirnica

**Slika 8** Linija proizvodnje tekućeg jogurta

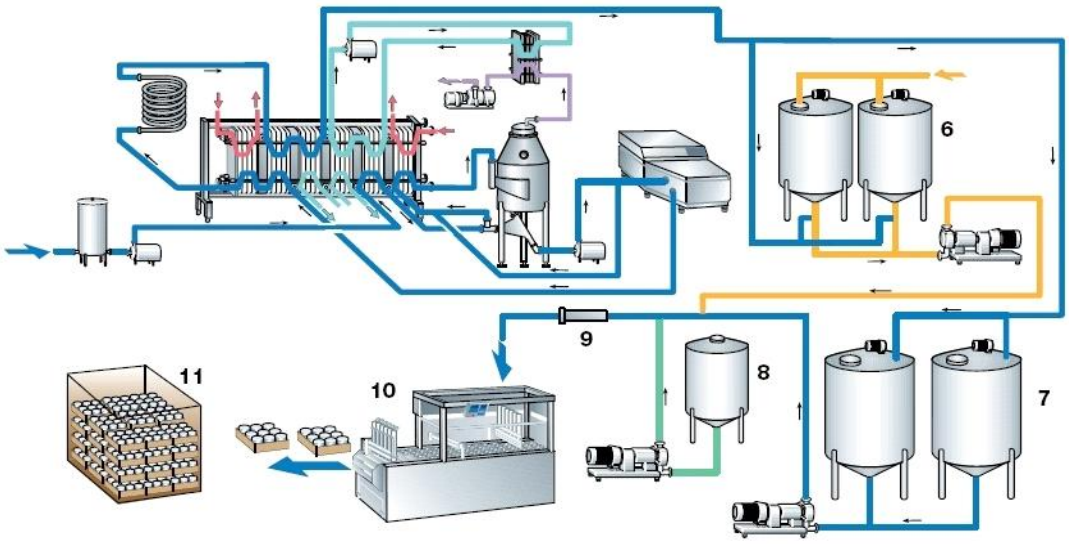
## 3.11. PROIZVODNJA ČVRSTOG JOGURTA

U protok, prethodno termički pripremljenog, mlijeka dodaje se jogurtna kultura, kojeg pumpa transportira iz tanka u punilicu. Dodaci kao što su voće i aroma, također se dodaju u protoku mlijeka do punilice, ali treba se imati na umu da dodaci niskog pH imaju negativni učinak na fermentaciju.

Inkubacija i hlađenje

Nakon pakiranja u ambalažu, palete s ambalažom se prebacuju u jedan od dva moguća sustava za inkubaciju i hlađenje.

Kada se postigne optimalan pH (4,5), počinje hlađenje. Uobičajena temperatura je 18-20 °C; važno je zaustaviti rast brzo, što znači da se temperatura od 35 °C mora dostići u roku od 30 minuta, a 18-20 °C nakon narednih 30-40 minuta. Završno hlađenje na 5 °C odvija se u hladnjači gdje se proizvod drži do distribucije. (Sarić, 2007.)

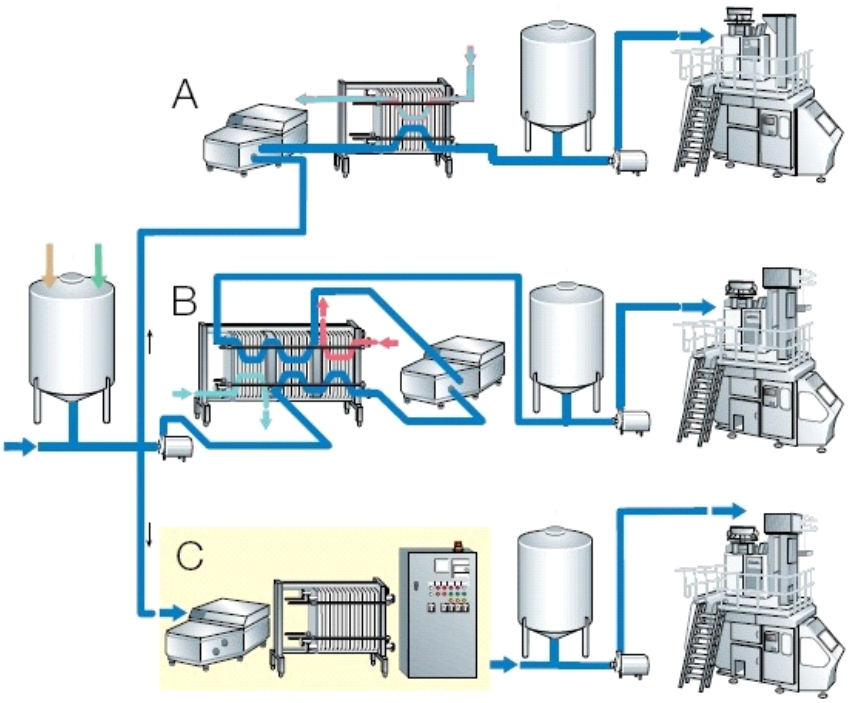



**Slika 9** Linija proizvodnje čvrstog jogurta

## 3.12. PROIZVODNJA PITKOG JOGURTA

Pitki jogurt niskog viskoziteta, obično s niskim sadržajem masti je popularan u mnogim zemljama. Jogurt namijenjen proizvodnji pitkog jogurta se proizvodi na običan način. Nakon miješanja i hlađenja na oko 18-20 °C jogurt se prebacuje u tank prije nego se primjeni jedna od alternativa. Stabilizatori i arome (voćni sok i šećeri) se miješaju s jogurtom u tanku. Miješani jogurt može zatim biti tretiran na različite načine, a to ovisi o željenoj trajnosti gotovog proizvoda :

a) homogenizacija, pakiranje i hlađenje – 2 do 3 tjedna u rashladnim uređajima,
b) homogenizacija, niska pasterizacija, hlađenje i aseptičko pakiranje – nekoliko tjedana u rashladnim uređajima,
c) homogenizacija, UHT tretman, hlađenje i aseptičko pakiranje – trajnost i do nekoliko mjeseci pri sobnoj temperaturi. (Sarić, 2007.)




**Slika 10** Linija proizvodnje pitkog jogurta

# 4. ZAKLJUČAK

Jogurt je najpoznatiji i najkorišteniji fermentirani mliječni proizvod današnjice. Tradicionalna proizvodnja jogurta započela je prije više od 1000 godina, dok industrijska započinje početkom 20. stoljeća. Od tada pa sve do danas, proizvodnja jogurta se drastično povećala, kao i potrošnja zbog pozitivnih djelovanja jogurta na zdravlje čovjeka. Proizvodnja je s vremenom napredovala, odnosno proces proizvodnje je postao sve moderniji. Velike svote novca se ulažu u razvoj proizvodnje fermentiranih mliječnih proizvoda kao i za istraživanja tih proizvoda. Posebna se pažnja posvećuje starter kulturama sa željenim osobinama, mjerenju pH vrijednosti prilikom vrenja, primjena membranske tehnologije, sterilnog zraka kao i probiotičkih kultura mliječno – kiselog vrenja.

Potrošnja jogurta je porasla zbog njegovih pozitivnih djelovanja na čovjekovo zdravlje. Jogurt ima brojne nutritivne vrijednosti po kojima se razlikuje od mlijeka te se koristi u prevenciji različitih probavnih bolesti jer uspostavlja ravnotežu crijevne flore, kao i u jačanju imuniteta.

U današnje vrijeme sve veća pozornost se posvećuje obranim, „light“ jogurtima, koji su kao „zdraviji“ od punomasnog, neobranog jogurta. „Light“ jogurt sadrži mliječnu mast samo u tragovima, a ponekad i ne sadrži. Taj tip jogurta je zdraviji samo za osobe koji imaju problema sa masnoćom u krvi, kao i kod onih koji paze na unos kalorija u organizam. Ako se već mora paziti na unos kalorija, neka se to učini izbjegavanjem rafiniranog šećera ili nekih drugih namirnica jer masni dio jogurta sadrži vitamine i minerale koji pomažu pri vezanju kalcija u kosti. Stvar je u tome što su to najčešće samo marketinški trikovi kojima se želi privući što veća pažnja kupaca te nisu zdraviji od punomasnog, neobranog jogurta, štoviše može se reći da su nezdravi.

# 5. LITERATURA


1. Prof. dr. Petričić A: Konzumno mlijeko i fermentirano mlijeko, Vrste proizvoda i tehnološki proizvodi. 1984.
2. Doc.dr. Sarić Z: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda II dio. Poljoprivredni fakultet univerzitet u Sarajevu – Ekonomika prehrambene industrije, Sarajevo, 2007.
3. Tratnik Lj: Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb, 1998.
4. Tamime A Y, Robinson R K: Yoghurt Science and Tehnology, Cambrige 2007.
5. American Dairy Science Association : Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality, 2007. http://www.researchgate.net/publication/6314373_Industrial_yogurt_manufacture_monitoring_of_fermentation_process_and_improvement_of_final_product_quality/links/0deec51fe49d62b8ce000000 (11.9.2014.)
6. Sfakinaksi P, Tzai C: Conventional and Inovative Processing of Mlik for Yogurt Manufacture, 2014. http://www.mdpi.com/2304-8158/3/1/176/pdf (11.9.2014.)