

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Vladimir Veljković

Tehnologija proizvodnje tekućeg jogurta

završni rad

Osijek, 2016.

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

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Tehnologija proizvodnje tekućeg jogurta

Nastavni predmet

Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla

Student/ica: Vladimir Veljković (MB: 3471/11)

Mentor: dr. sc. Vedran Slačanac, izv. prof.

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena:

Potpis mentora:

Tehnologija proizvodnje tekućeg jogurta

Sažetak:

U ovom je radu opisan tehnički postupak proizvodnje tekućeg jogurta od samoga prijema sirovog mlijeka u mljekari do hlađenja, pakiranja i skladištenja gotovog proizvoda. Na samom početku potrebno je provesti uzorkovanje mlijeka, standardizaciju mliječne masti i suhe tvari, te homogenizaciju i toplinsku obradu jer su ta dva postupka odgovorna za konzistenciju i okus jogurta. Homogenizacija je također odgovorna za jednaku raspodjelu kapljica mliječne masti, dok je toplinska obrada bitna za uništenje patogenih mikroorganizama. Starter kulture služe za naciepljivanje mlijeka kako bi se on fermentacijom preveo u tekući jogurt. Nakon fermentacije smjesa se hladi, puni se u čašice ili neku drugu ambalažu, te se skladišti na optimalnoj temperaturi.

Ključne riječi: mlijeko, tekući jogurt, fermentacija, standardizacija, homogenizacija, naciepljivanje, hlađenje

Manufacturing technology of liquid yogurt

Summary:

This paper describes the technical process of liquid yogurt production from the reception of milk at the dairy to cooling, packaging and storage of the finished product. At the very beginning, it is necessary to carry out sampling of milk, the standardization of milk fat and dry matter and the homogenization and heat treatment, because these two processes are responsible for the consistency and flavor of yogurt. Homogenization is also responsible for an equal distribution of milk fat droplets, while the heat treatment is essential for the destruction of pathogenic microorganisms. Starter cultures are used for inoculation of milk to be translated by fermentation in liquid yogurt. After fermentation, the mixture is cooled, filled into cups or other containers and stored at the optimum temperature.

Key words: milk, liquid yogurt, fermentation, standardization, homogenization, inoculation, cooling

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. GLAVNI DIO	2
2.1. Mlijeko – općenito.....	2
2.2. Fermentirani proizvod – jogurt	2
3. PROCES PROIZVODNJE TEKUĆEG JOGURTA.....	3
3.1. Odabir i obrada mlijeka	3
3.2. Prijem mlijeka.....	3
3.3. Faze proizvodnje tekućeg jogurta	5
3.3.1. Priprema mlijeka za fermentaciju	6
3.3.2. Deaeracija ili dezodorizacija mlijeka	7
3.3.3. Standardizacija mlijeka.....	7
3.3.4. Homogenizacija mlijeka.....	9
3.3.5. Toplinska obrada mlijeka	10
3.3.6. Inokulacija mlijeka.....	12
3.3.7. Inkubacija (vrenje).....	12
3.4. HLAĐENJE, PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE.....	13
4. ZNAČAJ TEKUĆEG JOGURTA U LJUDSKOJ PREHRANI	13
5. ZAKLJUČAK	14
6. LITERATURA.....	15

1. UVOD

Mlijeko i tekući jogurt

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.)

Tekući jogurt je jedan od fermentiranih proizvoda, dobiven od pasteriziranog mlijeka te inokulacijom različitim sojevima mliječno-kiselih bakterija. Proizvod je bijele boje, homogenizirane teksture te ugodno kiselog okusa. Iako ima naziv tekući, zapravo je po definiciji polu-tekući proizvod koji se dobiva zagrijavanjem mlijeka i dodatkom bakterija mliječne kiseline (*Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*). Pri temperaturama od 42°C do 45°C za dva do četiri sata dolazi do fermentacije i kiseljenja mlijeka, nakon toga se jogurt hladi čime se usporava kiseljenje i produžava trajnost proizvoda.

2. GLAVNI DIO

2.1. Mlijeko – općenito

Mlijeko je biološka tekućina, vrlo složena i promjenjiva sastava, karakteristična okusa i mirisa, koju izlučuje mliječna žlijezda sisavaca određeno vrijeme nakon poroda. Pod pojmom mlijeko podrazumijevamo „kravlje mlijeko“, dok se ostale vrste mlijeka moraju istaknuti oznakom („ovčje“, „kozje“, itd.). Mlijeko sadržava sve tvari neophodne za normalnu funkciju organizma, te je kao sirovina vrlo složena i promjenjiva sastava. Energetski, mlijeko ne zaostaje mnogo za mesom, štoviše nutritivno je vrijednije i biološki iskoristivije.

2.2. Fermentirani proizvod – jogurt

U proizvodnji jogurta i sličnih tipova fermentiranih mliječnih proizvoda koriste se termofilne bakterije mliječne kiseline kao monokulture ili najčešće kao mješovite kulture.

Termofilne bakterije mliječne kiseline svojom biokemijskom aktivnošću povećavaju količinu topljivog kazeina i slobodnih aminokiselina, te poboljšavaju međusobne simbiozne odnose. Imaju dobru proteolitičku, te vrlo slabu lipolitičku aktivnost.

Bakterije jogurtne kulture tijekom svog rasta razgrađuju (riboflavin, tiamin) i sintetiziraju neke vitamine (niacin, folna kiselina) te proizvode antimikrobne tvari. Rast jogurtne kulture mogu stimulirati: denaturirani proteini sirutke, peptidi, purini, orto-fosfati i mnogi drugi. Bakterije jogurtne kulture su: *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus*

Prema gustoći jogurte možemo podijeliti na čvrste i tekuće. Posljednjih godina sve su popularniji tekući jogurti koji, tehnički gledano, nastaju ranijim prekidanjem procesa proizvodnje jogurta. Prednost tekućeg jogurta je praktičnost, no treba imati na umu da je manje zasitan od krutog iako sadrži istu količinu kalorija.

3. PROCES PROIZVODNJE TEKUĆEG JOGURTA

3.1. Odabir i obrada mlijeka

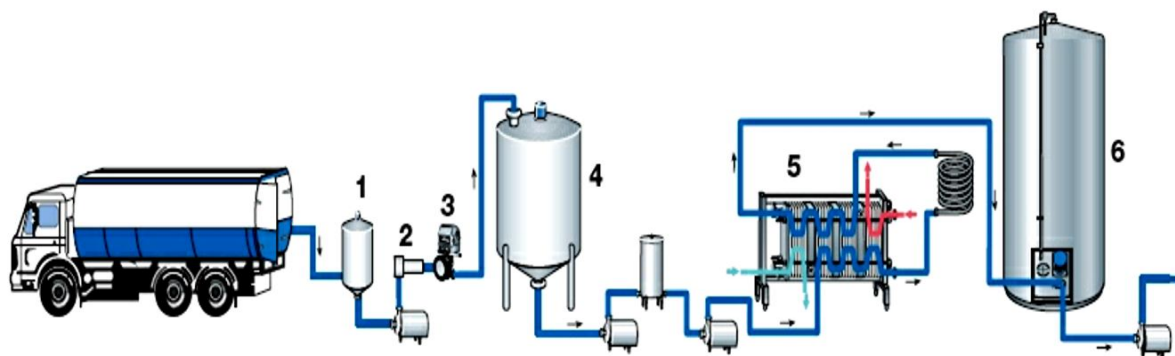
Mlijeko, kako bi dalje moglo ići u proces obrade, mora zadovoljavati iduće karakteristike:

- mora biti najveće bakteriološke kakvoće
- mora imati nizak sadržaj bakterija i drugih tvari koje bi utjecale na razvoj starter kultura
- ne smije sadržavati antibiotike, viruse, te ostatke kemijskih sredstava ili pesticida
- treba sadržavati najmanje 8,5% bezmasne suhe tvari
- kiselost mlijeka ne smije biti viša od 6,8 °SH ili nižeg pH od 6,5

Neophodno je prije početka industrijske proizvodnje u mljekari uraditi test u laboratorijskim uvjetima sa mlijekom namijenjenim za proizvodnju fermentiranih proizvoda u cilju provjere prisustva inhibicijskih tvari (antibiotici, bakteriofagi, pesticidi i dr.) na aktivnost određene starter kulture (Obradović, 2000).

3.2. Prijem mlijeka

Prijem mlijeka, prije početka daljne obrade, je prvi korak u proizvodnji.



Slika 1 Prijem mlijeka

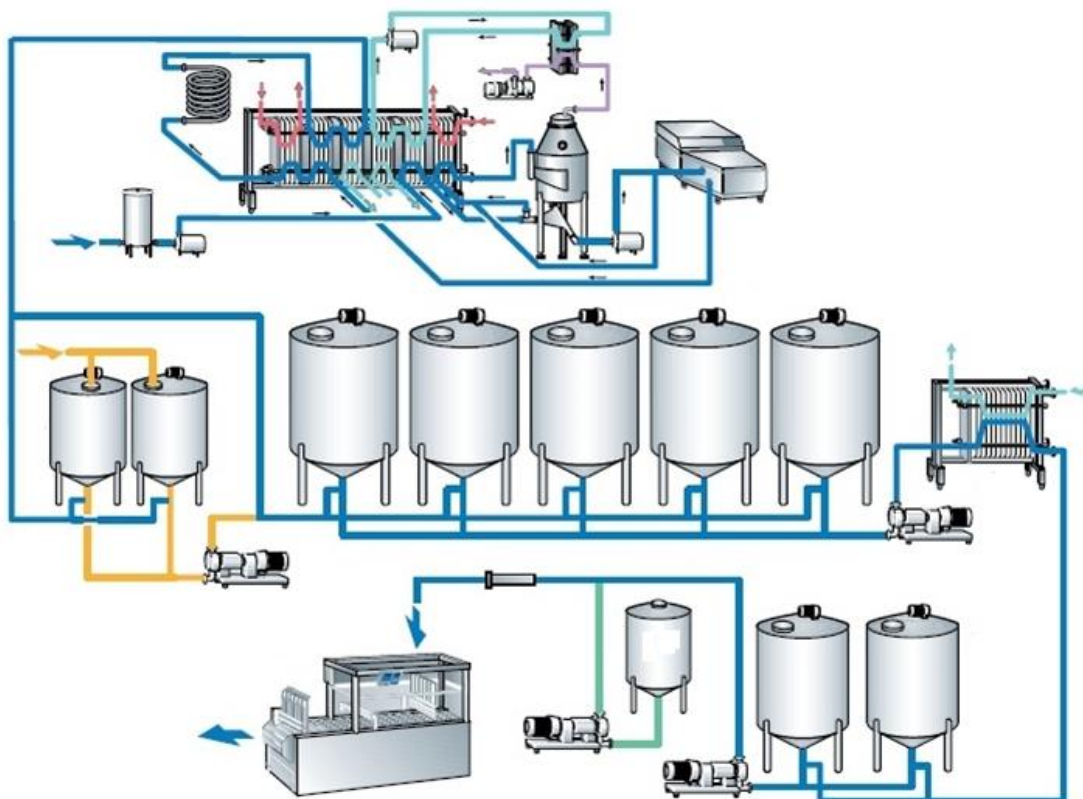
Prije samog puštanja mlijeka u proizvodni proces, potrebna je kontrola. Radnici u mljekari uzimaju uzorak iz cisterne, te ga nose u laboratorij na kemijsku i mikrobiološku analizu.

U laboratoriju se rade sljedeće analize:

- provjera svježine mlijeka (proba sa 72% etilnim alkoholom)
- određivanje točke leđišta pomoću krioskopa
- određivanje gustoće (laktodenzimetri i piknometri)
- testiranje na prisutnost antibiotika, te drugih inhibitornih tvari
- određivanje kiselost (pH-metar i titracijska kiselost)
- određivanje udjela masti (metoda po Gerberu ili mjerni uređaj)
- određivanje ostalih sastojaka (klasični postupci ili uređajem „Milko-scan“)
- određivanje broja živih mikroorganizama referentnom metodom na agarnim pločama – CFU/ml ili uređajem „Bactoscan“)
- određivanje broja somatskih stanica (mjerni uređaj „Fossomatic“)

Ako je mlijeko zadovoljavajuće kvalitete, radnik može otvoriti prijem mlijeka u silose za čuvanje mlijeka do prerade. Mlijeko, prije svega, mora proći kroz deaerator, koji uklanja otopljene plinove (zrak, CO₂), te filter koja otklanja sve grube nečistoće. Nakon toga prolazi kroz mjerač protoka, koji mjeri koliko litara mlijeka prolazi nakon uklanjanja svih nečistoća, te ulazi u međutank. Iz njega dolazi na termizaciju i hlađenje (ili samo hlađenje), te ulazi u silose za čuvanje mlijeka do prerade.

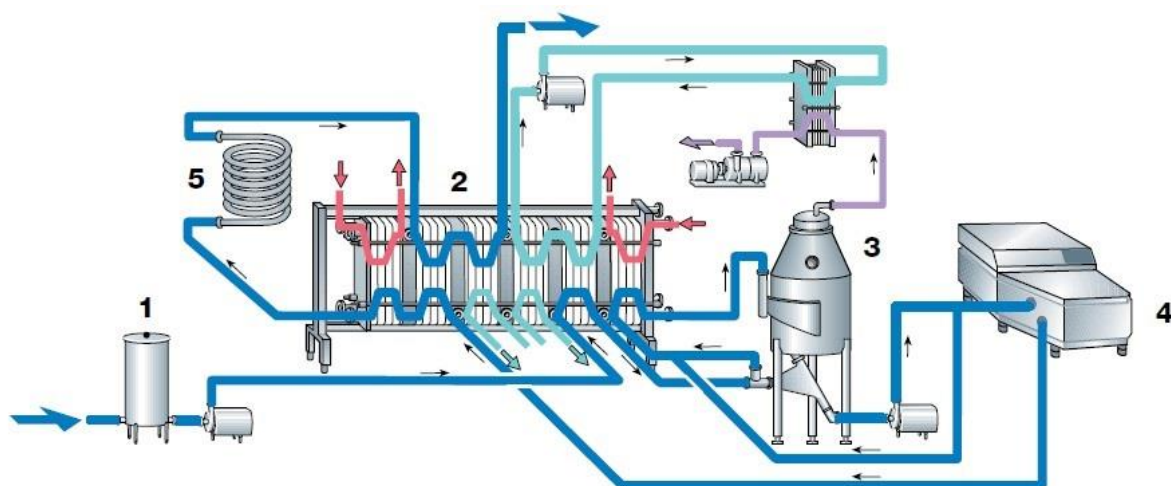
3.3. Faze proizvodnje tekućeg jogurta



Slika 2 Faze proizvodnje tekućeg jogurta (Tamime, Robinson, 2000.)

Mlijeko sa prijema ide na pasterizaciju te rekuperaciju kroz izmjenjivač topline. Nakon toga se, u balansnom spremniku, razdvajaju vrhnje i mlijeko, te slijede homogenizacija i standardizacija. Nakon toga, mlijeko se pasterizira na visokoj temperaturi, te prebacuje u tankove za inkubaciju, u koje se dodavaju starter kulture. Kroz cijelo vrijeme fermentacije se prati pH, te se na određenom pH zaustavlja fermentacija hlađenjem. Slijedi punjenje i pakiranje, te skladištenje gotovih tekućih jogurta.

3.3.1. Priprema mlijeka za fermentaciju



Slika 3 Obrada mlijeka za fermentaciju

1 – balansni spremnik

2 – pločasti imjenjivač topline

3 – isparivač

4 – homogenizator

5 – zadržavač topline

3.3.2. Deaeracija ili dezodorizacija mlijeka

Početna faza prerade mlijeka je deaeracija. Radi se zbog toga što mlijeko uvijek sadržava plinove poput CO₂, manje dušika, te najmanje kisika. Dispergirani zrak stvara problem, tako što povećava volumen mlijeka i smanjuje djelotvornost pasterizacije, te standardizacije udjela mliječne masti.

Dva su moguća tipa uklanjanja zraka:

- odjeljivačem zraka pri zapremanju, tj. skladištenju mlijeka prije prerade
- u vakuumskoj komori tijekom proizvodnje – prije odvajanja masti

3.3.3. Standardizacija mlijeka

Postoje dvije standardizacije mlijeka, a to su: standardizacija udjela mliječne masti i standardizacija udjela suhe tvari bez masti.

Ovim se postupkom smanjuje količina mliječne masti, povećava količina laktoze, proteina, minerala i vitamina, te se time povećavaju nutritivna i specifična gustoća fermentiranog proizvoda, u ovom slučaju tekućeg jogurta.

Mogu se dodavati stabilizatori i zaslađivači koji dodatno utječu na fizikalna svojstva mlijeka.

Standardizacija udjela mliječne masti

Tekući jogurt može sadržavati 0,1-10% mliječne masti, a najčešće sadrži 0,5-3,5%.

Prema Uredbi Vijeća (EZ) br. 1234/2007, mlijeko za preradu mora imati:

- 3,50% ili više mliječne masti
- najmanje 0,50%, a najviše 1,80% mliječne masti (djelomično obrano)
- najviše 0,50% mliječne masti (obrano)

U „modernoj“ prehrani, sve je više zastupljena proizvodnja „Light“ proizvoda, tj. proizvoda s niskim udjelom mliječne masti.

Proračun omjera miješanja obranog mlijeka i vrhnja radimo pomoću *Hertzove* formule, *Reis-Bushove* formule, te „pravila zvijezde“ (*Pearsonov kvadrat*).

U modernoj mljekarskoj industriji, obiranje mlijeka radimo pomoću centrifugalnih separatora mliječne masti.

Princip rada: Punomasno mlijeko ulazi u centrifugalni separator, odvoje se obrano mlijeko i vrhnje, te se to vrhnje dodaje u obrano mlijeko kako bi nastalo standardizirano mlijeko.

Postrojenja i uređaji za standardizaciju mliječne masti mogu biti: šaržni, poluautomatski i automatski.

Standardizacija suhe tvari

Osim navedene standardizacija udjela mliječne masti, u mlijeku je potrebno standardizirati i udio bezmasne suhe tvari.

Poželjno je da udio bezmasne suhe tvari bude najmanje 8,5%, a količina ukupne suhe tvari treba biti puno veća, što ovisi o samom udjelu mliječne masti.

Veći udio suhe tvari (posebice kazeina i proteina sirutke) daju čvršći koagulum, te je smanjena sklonost otpuštanja sirutke.

Udio suhe tvari u mlijeku se može povećati na nekoliko načina. Dodatkom obranog mlijeka u prahu, ultrafiltriranog obranog mlijeka ili ultrafiltrirane sirutke, ili ugušćivanjem mlijeka membranskim procesima, najčešće su to reverzna osmoza i ultrafiltracija.

Zbog bolje konzistencije tekućeg jogurta, mora se pronaći optimalni udio suhe tvari u mlijeku, a to je najčešće 15% bezmasne suhe tvari ili 5% proteina u mlijeku.

Kako bi proizvod imao veću nutritivnu vrijednost, mlijeku se može povećati hranjiva vrijednost dodatkom koncentrata proteina sirutke.

Stabilizatori

Svrha stabilizatora je povećati ili poboljšati konzistenciju. Oni su zapravo hidrokoloidi, što znači da vežu slobodnu vodu, utječu pozitivno i na agregaciju kazeinskih micela, te sprječavaju sinerezu tijekom dugotrajnijeg čuvanja.

Neki od stabilizatora, koji se koriste u mljekarstvu su karboksimetilceluloza, pektin, alginati, karagen, želatina (do 0,5%) i modificirani škrobovi (do 2%).

3.3.4. Homogenizacija mlijeka

Ovaj je proces neophodan za proizvodnju tekućeg jogurta. To je postupak usitnjavanja i izjednačavanja veličine globula mliječne masti, pod utjecajem visokog tlaka. Time se stvara stabilna emulzija masti u mlijeku.

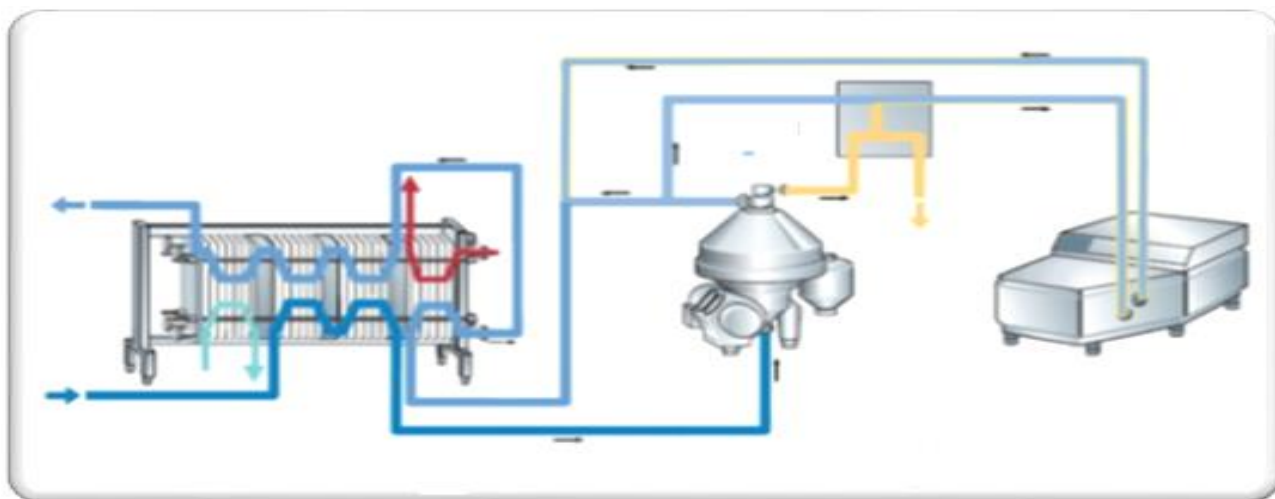
Uređaj za homogenizaciju, homogenizator, radi na principu vrlo nagle promjene tlaka i brzine, te to dovodi do rastezanja globula, turbulencije mlijeka i razdvajanja globula u sitnije (zbog nježnijeg gruša), gdje im se izjednači njihov promjer. Osim toga, ovim se postiže povećanje viskoznosti i poboljšanje konzistencije tekućeg jogurta. Također se poboljšava tekstura gruša, tj. nema izdvajanje sirutke na površini gruša i puniji je okus proizvoda, te se poboljšava probavljivost samog proizvoda. (Tratnik, 1998.)

U proizvodnji, homogenizacija, ovisno o tipu fermentiranog proizvoda koji želimo, može biti:

- jednofazna, što znači da se provodi prije ili poslije toplinske obrade mlijeka
- dvofazna, koja se provodi i prije, i nakon toplinske obrade mlijeka

Pod uobičajenim uvjetima tlaka od 180-200 bara nastaju, uglavnom, masne kuglice promjera ispod 2 mikrona. Ustanovljeno je kako se broj kuglica nakon homogenizacije povećava za oko 1000, a površina oko 6 do 10 puta. Proces se može provoditi pri temperaturi od 45°C do 70°C, ali se pri višoj temperaturi povećava disperzija masnih kuglica (Sarić, 2007.)

Preporučeno je provoditi homogenizaciju pri tlaku 150 – 180 bara i temperaturi od 65°C.



Slika 4 Linija pasterizacije, standardizacije i homogenizacije mlijeka

3.3.5. Toplinska obrada mlijeka

Osnovni je cilj ovog procesa uništenje patogenih mikroorganizama, što većeg broja saprofitnih mikroorganizama i njihovih enzima.

Proces ima svoje pozitivne i negativne učinke na sirovinu.

Pozitivni fizikalno-kemijski učinci su:

- denaturacija proteina sirutke i interakcije s kazeinom što daje veću sposobnost vezivanja vode
- oslobađanjem SH-skupine, iz β -laktoglobulina, dobije se karakterističan okus i antioksidativna svojstva proizvoda
- preraspodjela kalcija, magnezija i fosfora između koloidnih i topljivih oblika, skraćuje se proces koagulacije
- smanjenje količine otopljenog dušika, kisika i CO_2 u mlijeku, čime se stvaraju povoljni uvjeti za rast starter-kulture

Negativni učinak je taj, da se uništavaju pojedini vitamini u mlijeku, posebno oni koji su topljivi u vodi.

Režimi toplinske obrade mlijeka mogu biti pasterizacija, te sterilizacija koja se provodi kod proizvodnje jogurta sa probioticima.

Nastoji se kreirati optimalni temperaturni režim kako bi se dobila povoljna konzistencija proizvoda, te kako bi se umanjilo djelovanje na biološke sastojke mlijeka poput vitamina.

Predloženi režimi su:

- pasterizacija pri 90 – 95°C kroz 5 do 10 minuta
- pasterizacija pri 85°C kroz 15 do 20 minuta
- sterilizacija na 115°C kroz 3 do 4 s

Pasterizacija

Izvodi se pri temperaturama od 85°C do 95°C kroz 10 do 30 minuta. Ovaj postupak nema cilj samo uništenja svih patogenih mikroorganizama, već i izaziva flokulaciju proteina sirutke i osigurava neometan razvoj i djelovanje startera. Osnovni cilj je da se u mlijeku unište svi mikroorganizmi i inaktiviraju njihovi enzimi. Za očuvanje termolabilnih komponenata mlijeka koristi se postupak zagrijavanja mlijeka višom temperaturom kroz kraće vrijeme i ujedno je zamijenio postupak zagrijavanja s nižim temperaturama, jer je prvi postupak povoljan i brz.

Postupak, takozvana visoka pasterizacija, isključivo se koristi u suvremenim mljekarama. Zbog brzine i boljeg očuvanja termolabilnih tvari (vitamina, proteina), potisnuo je stari način pasterizacije pri nižim temperaturama. Odvija se u pločastim pasterizatorima sa regeneracijom upotrebljene toplinske energije. Nakon pasterizacije, mlijeko odlazi u dio za regeneraciju gdje se hladi. U slučaju loše pasterizacije, mlijeko se preko sigurnosnog ventila vraća na početak procesa u balansni tank. Učinak pasterizacije se proverava pomoću termometra postavljenog na izlazu iz sekcije za pasterizaciju.

Postoji i metoda netermičke pasterizacije, takozvana baktofugacija mlijeka. Ona sama nije dovoljna, jer ima neke nedostatke, pa se nerijetko kombinira zajedno sa pasterizacijom. Postupak je skup, ali daje odlične rezultate (Carić, Milanović, 1998.)

3.3.6. Inokulacija mlijeka

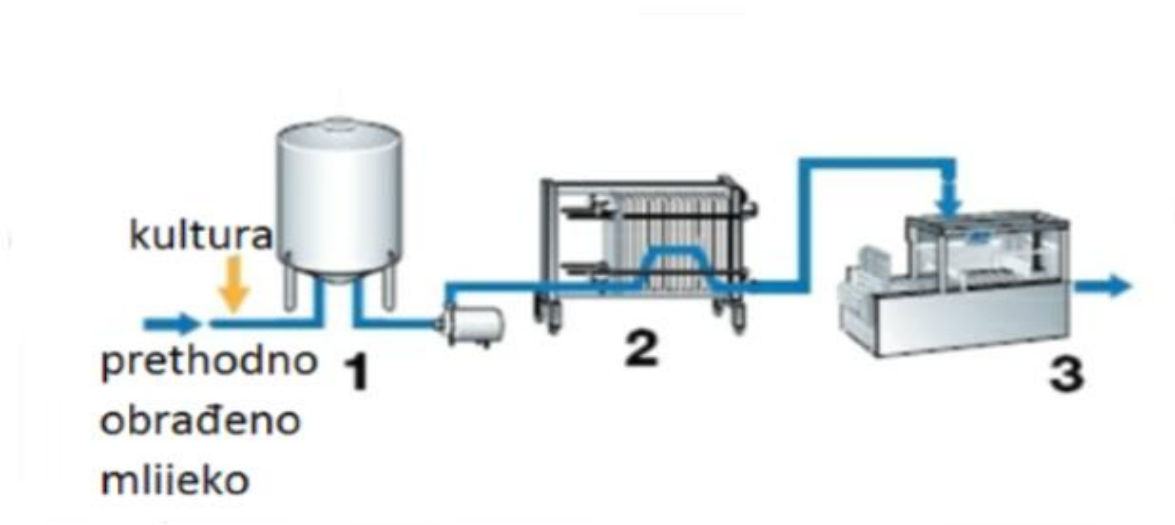
Nakon prethodnih procesa obrade mlijeka, dolazimo do početne faze u nastajanju tekućeg jogurta.

Ovim se procesom nacjepljuje (inokulira) mlijeko starter kulturom, koje se u mlijeko dodaju kao jedna ili više njih odjednom. Optimalnu temperaturu inokulacije, te udio inokuluma za određeni volumen mlijeka, određuje proizvođač kultura, tj. navedene su na deklaraciji.

Starter kulture mogu biti liofilizirane (u prahu), smrznute i tehničke kulture.

3.3.7. Inkubacija (vrenje)

1 – spremnik za inkubaciju, 2 – izmjenjivač topline, 3 – punilica



Slika 5 Inkubacija, hlađenje i punjenje tekućeg jogurta

3.4. HLAĐENJE, PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE

Hlađenje i pakiranje su završne operacije proizvodnje tekućeg jogurta.

Hlađenjem se prekida metabolička aktivnost starter kulture i njihovih enzima (pH 4,6; čvrst koagulum). Kod tekućeg jogurta se koriste izmjenjivači topline kako bi se proizvod ohladio. Može se provoditi šaržno, u tankovima s dvostrukom stijenkom, ili kontinuirano, protokom jogurta kroz pločasti izmjenjivač topline. Gotov proizvod se najčešće hladi na temperaturu od +4°C.

Teški se jogurt pakira u plastične čašice i boce, te u kartonsku ambalažu. Pakiranje se vrši hermetički u aseptičnim uvjetima.

4. ZNAČAJ TEKUĆEG JOGURTA U LJUDSKOJ PREHRANI

Fermentacija smanjuje količinu laktoze na 20 – 30%, što pomaže ljudima koji teže probavljaju laktozu, i povećava količinu mliječne kiseline koje ima vrlo malo u sirovom mlijeku.

Mliječna kiselina potiče peristaltiku crijeva, sekreciju sluzi i korisnih enzima. Udvostručuje se resorpcija kalcija i fosfora, te produljuje trajnost proizvoda. Korisna je još i u sprječavanju rasta nepoželjne mikroflore sniženjem pH vrijednosti probavnog sustava.

Djelovanjem bakterija mliječno-kisele fermentacije povećava se količina nekih vitamina B kompleksa, kao što je folna kiselina.

5. ZAKLJUČAK

Tekući jogurt je jedan od najkorištenijih fermentiranih mliječnih proizvoda. Njegova se potrošnja povećala tijekom godina zbog pozitivnih djelovanja na zdravlje ljudi. Danas se ulažu velike svote novce u razvoj proizvodnje, a posebno se pažnja posvećuje razvoju tehnologije, poput poboljšanja starter kultura, primjene membranskih tehnologija, sterilnog zraka, probiotičkih kultura te mjerenju pH vrijednosti jogurta prilikom fermentacije.

Kao proizvod, ima brojne nutritivne vrijednosti, za razliku od nefermentiranog mlijeka. Pomaže u uspostavljanju ravnoteže crijevne mikroflore te u jačanju imuniteta.

Postoje mnoge vrste tekućeg jogurta, a tu ubrajamo „light“ jogurte, koji sadrže male razine mliječne masti te su konzumirani od strane ljudi koji paze na unos kalorija, ali i onih koji imaju probleme s masnoćom u krvi. „Masniji“ jogurti su najčešće korištena vrsta jogurta, ponajviše zbog cijene i pristupačnosti, ali i količine vitamina i minerala, koja je također jednaka kao i kod „light“ jogurta.

6. LITERATURA

Carić, M, Milanović, S: Topljeni sir, Nauka, Beograd, 1998.

Sarić Z: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda II dio. Poljoprivredni fakultet univerziteta u Sarajevu – Ekonomika prehrambene industrije, Sarajevo, 2007.

Slačanac V: Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2015.

Tamime A Y, Robinson R K: Yoghurt Science and Tehnology, Cambrige 2007.

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

Uredba Vijeća (EZ) br. 1234/2007 o uspostavljanju zajedničke organizacije poljoprivrednih tržišta i o posebnim odredbama za određene poljoprivredne proizvode (Uredba o jedinstvenom ZOT-u). Službeni list Europske unije, L299/1, 61-209, 2007.