MIKROORGANIZMI KOJI SUDJELUJU U FERMENTACIJI MLIJEKA

Ljubičić, Adrian

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:255814

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET OSIJEK

Adrian Ljubičić, apsolvent

Stručni studij smjer Bilinogojstvo - Ratarstvo

MIKROORGANIZMI KOJI SUDJELUJU U FERMENTACIJI MLIJEKA

Završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET OSIJEK

Adrian Ljubičić, apsolvent

Stručni studij smjer Bilinogojstvo - Ratarstvo

MIKROORGANIZMI KOJI SUDJELUJU U FERMENTACIJI MLIJEKA

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv.prof.dr.sc. Zvonimir Steiner, predsjednik
2. Prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. Jurica Jović, mag.ing.agr., član

Osijek, 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. SASTAV I SVOJSTVA MLIJEKA 2
2.1. Sastav mlijeka 2
2.2. Svojstva mlijeka 3
3. FERMENTACIJA MLIJEKA 5
3.1. Povijesni razvoj 5
3.2. Fermentacija i fermentirana mlijeka 6
3.3. Vrste fermentiranih proizvoda 8
3.4. Poznate vrste fermentiranog mlijeka 10
4. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE I KVARENJE PROIZVODA 12
4.1. Tehnologija proizvodnje 12
4.2. Kvarenje proizvoda 15
5. HRANJIVE TVARI U FERMENTIRANOM MLIJEKU 16
6. MLJEKARSKE KULTURE MIKROORGANIZAMA U PROIZVODNJI FERMENTIRANOG MLIJEKA 17
6.1. Mezofilne bakterije 18
6.2. Termofilne bakterije 19
6.3. Mješovite kulture bakterija mliječne kiseline i kvasca 20
6.4. Ostale bakterije 21
7. ZAKLJUČAK 23
8. LITERATURA 24
9. SAŽETAK 25
10. SUMMARY 26
11. POPIS SLIKA 27
12. POPIS TABLICA 27
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

1. UVOD

Fermentirani mliječni proizvodi u ljudskoj su prehrani prisutni tisućama godina. Proces fermentacije razvio se kao rezultat promjene čovjekova načina života iz sakupljača u proizvođača. Nakon što je fermentacija otkrivena djelovanjem mikroorganizama u mlijeku, postupno je uočeno kako produkti koji su dobiveni fermentacijom ostaju u proizvodu i utječu na prirodu samog proizvoda. Slijedom takvih saznanja, fermentaciju općenito definiramo kao proces stvaranja biokemijskih promjena organskih sastojaka djelovanjem enzima mikroorganizama, uglavnom bez kisika, uz oslobađanje energije. Dakle, u procesu fermentacije pod utjecajem različitih mikroorganizama i djelovanjem enzima mliječni se šećer, laktoza, pretvara u glukozu i galaktozu što dovodi do stvaranja mliječne kiseline, prilikom čega nastaju određeni među proizvodi i energija. Zaključuje se nakon takvih otkrića da dodatak dijela fermentiranog proizvoda daje ponovo fermentirani mliječni proizvod. Budući da je konzumacija fermentiranih proizvoda od njihovih otkrića postajala sve popularnija, od 1950. godine usporedno sa popularnošću raste i proizvodnja takvih proizvoda diljem europskih tvornica za preradu mlijeka. Konzumacija se sve više povećava zbog njihove nutritivne vrijednosti te vjerovanja da su takvi proizvodi pogodni za zdravlje potrošača, odnosno ljekoviti za razne poremećaje probavnog sustava. Ono što doprinosti zdravstvenom učinku jesu sastojci koji se nalaze u tim proizvodima. Osim uobičajenih sastojaka poput proteina, mliječne masti, laktoze, vitamina i mineralnih tvari, u njima pronalazimo laktoferin, imunopeptide, fosfolipide, mliječne kiseline i slične sastojke zdravstvenog utjecaja. Fermentirano je mlijeko trajnije naravi u usporedbi sa sirovim i pasteriziranim mlijekom, ali i održava ravnotežu normalne crijevne mikroflore te jača imunitet.

Kako bismo što bolje shvatili proces fermentacije mlijeka, slijedi objašnjenje ovog pitanja kroz sastav i osobine mlijeka, povijesni dio i razvoj fermentacije, općenite navode te vrste fermentiranih mlijeka.

2. SASTAV I SVOJSTVA MLIJEKA

2.1.Sastav mlijeka

Mlijeko je čista biološka tekućina, složena sastava, karakterističnog okusa i mirisa, bijele boje. Rezultat je lučenja mliječne žlijezde ženki sisavaca nakon poroda. Ono je prirodna hrana, a pod tim se pojmom uglavnom podrazumijeva kravlje mlijeko dok se u proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda ostale vrste mlijeka moraju naznačiti na ambalaži. Na kvalitetu i sastav mlijeka utječe zdravlje, prehrana i briga o muznim životinjama te način i učestalost mužnji. Sirovo mlijeko mora biti proizvod zdravih muznih životinja, pomuzeno najmanje 30 dana prije ili ne manje od 10 dana nakon poroda. Takvo je mlijeko spremno za konzumaciju u tekućem obliku ili za daljnju preradu.

Svježe se mlijeko sastoji od vode, suhe tvari, mliječne masti koja je najveći izvor energije u mlijeku, bjelančevna, laktoze (mliječnog šećera), mineralnih soli i vitamina A i D.

Tablica 1. Udjeli glavnih sastojaka u svježem mlijeku.

SASTOJAK	**UDIO (%)**
Voda	86,0 - 89,0
Suha tvar	11,0 - 14,0
Mast	3,2 - 5,5
Proteini	2,6 - 4,2
Laktoza	4,6 - 4,9
Mineralne tvari	0,6 - 0,8

Izvor: https://bib.irb.hr/datoteka/467407.983_Monika_Babic_dipl.pdf

Voda kao sastojak koji ima najveći udio u mlijeku, nalazi se u njemu u dva oblika, kao slobodna voda sa otopljenim sastojcima mlijeka i kao vezana voda adsorbirana u hidratacijskom sloju nekih sastojaka suhe tvari koja utječe na stabilnost sastojaka mlijeka.

Tekstura proizvoda, miris i aroma uvjetovani su udjelom mliječne masti. Nakon mužnje mliječna se mast nalazi u tekućem stanju u obliku sitnih kapljica zbog topline mlijeka. Hlađenjem se mast zgrušava i iz kapljica nastaju kuglice.

Što se tiče proteina oni se u mlijeku nalaze u obliku dušičnih spojeva uglavnom malih koncentracija. Najveći udio ima protein kazein te zatim proteini sirutke, β-laktoglobulin i α-laktoglobulin.

Laktoza ili mliječni šećer nalazi se u mlijeku većine sisavaca, a udio ovisi o vrsti mlijeka. Lako se probavlja te potpomaže adsorpciju kalcija u hrani.

Veliki udio mineralnih tvari negativno utječe na osjetljivu prehranu djece u ranoj dobi razvoja budući da one utječu na gustoću, viskoznost, titracijsku kiselost mlijeka, osmotski tlak, temperaturu ključanja i hlađenja mlijeka. Najznačajnije mineralne tvari u mlijeku su kalcij i fosfor.

Mlijeko je bogato i vitaminom A, koji se nalazi u mlijeku uglavnom kao provitamin β-karoten koji utječe na izraženost žute boje u mlijeku, vitaminom B, C, D i vrlo malo vitaminima K i E.

2.2.Svojstva mlijeka

Na kvalitetu mlijeka utječu uvjeti koje ono mora zadovoljiti : mužnja u odgovarajuće vrijeme, specifičnost okusa, mirisa i boje, nepostojanje ostataka i štetnih tvari za ljudsko zdravlje, određeni broj somatskih stanica (1mL mlijeka/max. 400 000 stanica) te da točka ledišta iznosi najviše -0,517 °C i da je referacijski broj niži od 39.

Spomenuti protein kazein utječe na prirodnu kiselost mlijeka. Osim od proteina, kiselost proizlazi i od kiselih soli (fosfata i citrata), od plinova te od slobodnih aminokiselina i masnih kiselina. Ona je rezultat aktivnosti mikroorganizama. Može se odrediti titracijska i aktivna kiselost mlijeka. Titracijska se određuje filtracijom mlijeka sa otopinom NaOH određene molarnosti uz fenolftalein kao indikator. Aktivna se određuje pH vrijednošću (pH=log (H+ iona)).

Gustoća mlijeka ovisi o temperaturi, a označava se kao omjer mase i volumena tvari.Viskoznost ovisi o udjelu, fizikalnom stanju i koncentraciji suhe tvari.

Tablica 2. Zahtjevi za kakvoću sirovog svježeg mlijeka.

Mliječne masti	Najmanje 3,5 %
Bjelančevine	Najmanje 3,0 %
Suhe tvari bez masti	Najmanje 8,5 %
Gustoća na temperaturi 20 °C	Od 1,028 do 1,034 g/mL
Kiselinski stupanj	Od 6,6 do 6,8 °SH
pH vrijednost	Od 6,5 do 6,7
Točka ledišta	Nije viša od -0,517 °C
Rezultati alk. probe sa 72 % etilnim alkoholom	Negativan

Izvor: https://bib.irb.hr/datoteka/467407.983_Monika_Babic_dipl.pdf

3. FERMENTACIJA MLIJEKA

3.1.Povijesni razvoj

Iako je već spomenuto da se fermentacija pojavila na prijelazu načina čovjekova života, pretpostavlja se da je takve proizvode čovjek poznavao i puno ranije. Premda je utvrđeno kako je u prošlosti ovaj proces korišten u svrhe konzerviranja hrane, ipak nije poznato kada se točno i gdje bilježi njegov nastanak i razvoj.

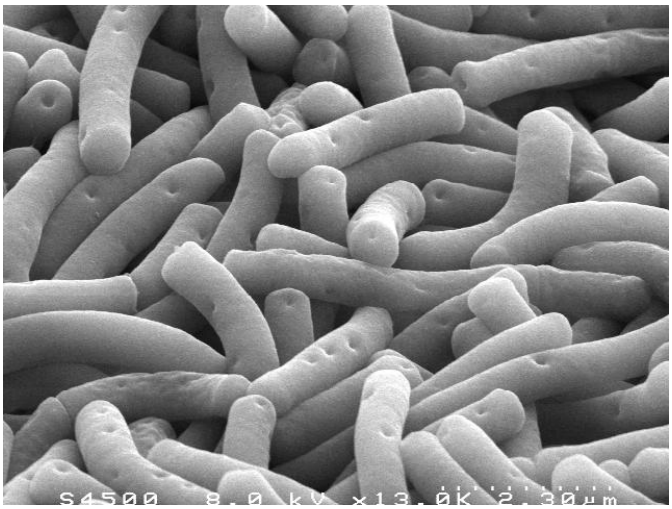
Najstariji poznati zapisi spominju poznavanje pojedinih fermentiranih proizvoda (kumis, kiselo vrhnje, mlačenica, dahi) i stotinama godina prije nove ere. Povijesne knjige i arheološki nalazi potvrđuju proizvodnju fermentiranih proizvoda i u drevnim civilizacijama Sumerana, Babilonaca i Indijaca. Zapisi Rimskog carstva donose i načine pripreme za proizvodnju ukiseljenog mlijeka, „*Opus lactarum* “ i „*Oxygala*“. Navodi se kako su za pripremu „Opus lactarum-a“ potrebni kiselo mlijeko, med, brašno i voće, dok je za drugi tip uz kiselo mlijeko potrebno povrće uz začine. U Europi se želja i potreba za fermentiranim mlijekom pojavila dolaskom nomadskih naroda.

Potreba za konzerviranjem hrane fermentacijom javila se uslijed lakog kvarenja hrane, a onda se odvijala uz pomoć organizama koji su imali sposobnost stvaranja kiseline koja bi tada zbog svojih svojstava izmijenila karakteristike proizvoda i doprinjela trajnosti istih. Proizvodnja različitih vrsta fermentiranog mlijeka u to doba bila je uvjetovana područjem i klimatskim uvjetima. S obzirom na to da se u područjima od oko 20 do 45°C najbolje razvijaju mezofilne bakterije za razvoj fermentiranih proizvoda, one su dominirale područjem sjeverne Europe. Područje suptropskih predjela Srednjeg Istoka raširila se proizvodnja proizvoda kojima dominiraju termofilne bakterije. Zaključuje se kako su na kvalitetu i karakteristike proizvoda utjecali dominantni mikroorganizmi. Od trenutno poznatih fermentiranih mlijeka tada je bila aktivna proizvodnja kumisa, kefira, dahija, jogurta, labena, araka i drugih vrsta.

Nakon razvoja stočarstva započela je i proizvodnja kiselog mlijeka u kontroliranim uvjetima koji su podrazumijevali korištenje istog posuđa, dodavanje svježeg mlijeka već ukiseljenom mlijeku, zagrijavanje mlijeka iznad otvorene vatre, što je povećavalo gustoću mlijeka i utjecalo na bolju kvalitetu završnog proizvoda. Također, takvi uvjeti uključuju miješanje toplog ili hladnog mlijeka ili oba s kiselim mlijekom i pohranom pri sobnoj temperaturi, što je omogućavalo razvoj i dominaciju termofilnih bakterija. Različiti su se okusi dobivali postepenom selekcijom bakterijskih sojeva, a otklanjanje patogenih mikroorganizama, kao uzročnika bolesti, osiguralo je sigurnost i kvalitetu proizvoda.

Takvim je postupcima potaknut razvoj industrijske proizvodnje. Izolacijom bakterije *Bacterium lactis*, 1873. godine započela je standardizacija tih proizvoda.

Početkom 20. stoljeća kreće učestalije korištenje bakterija mliječne kiseline u proizvodnji sira i kiselog mlijeka u Danskoj i Njemačkoj. Zatim slijedi sistematska klasifikacija bakterija mliječne kiseline i standardizacija mikrobnih kultura čime se osiguravaju uvjeti za kontroliranu proizvodnju fermentiranih mlijeka. Krajem 19. i početkom 20. stoljeća jogurt kao jedan od fermentiranih mliječnih proizvoda postaje sve popularniji za istraživanje. Razlog tome su brojna znanstvena otkrića, a neka od njih su ona znanstvenika Tissiera i Metchinkoffa. Tissier je izolacijom bakterije *Bacillus bifidus communis/Bifidobacterium bifidum* iz stolice dojenčadi hranjene majčinim mlijekom otkrio kako bifidobakterije imaju značajnu ulogu u očuvanju zdravlja djece hranjene majčinim mlijekom. Metchinkoff je istraživajući bakteriju *Bulgarian bacillus/Lactobacillus bulgaricus* potaknuo brojne znanstvenike na istraživanje o korisnosti pojedinih mikroorganizama za ljudski probavni sustav.



Slika 1. *Lactobacillus bulgaricus.*

Izvor: http://ytpo.net/viruses/virus.php?id=1411&name=Lactobacillus%20Bulgaricus&limit=1410

3.2.Fermentacija i fermentirana mlijeka

Fermentacija podrazumijeva metaboličke procese razgradnje organskih spojeva uz oslobađanje energije, uglavnom bez kisika. Ona označava uglavnom sve procese koji ovise o aktivnosti određenih mikroorganizama. Takvi se procesi nazivaju biotehnologijom, odnosno

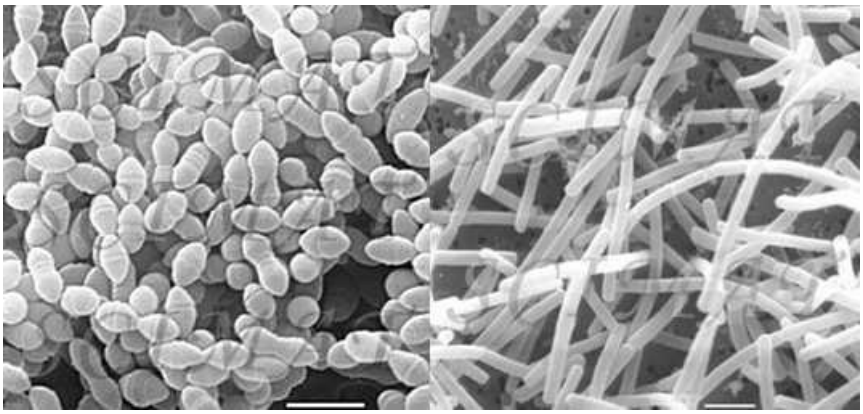
taj pojam podrazumijeva korištenje živih organizama i njihovih produkata za stvaranje različitih proizvoda. Zaključujemo da su mikroorganizmi nužni za stvaranje mliječnih proizvoda takvim procesima.

Vrste mliječne fermentacije ovise o vrsti organizma, je li on aeroban ili anaeroban. Fermentacija mlijeka sastoji se od dva paralelna procesa: pretvorba laktoze u mliječnu kiselinu ili druge proizvode i formiranje strukture nastalog proizvoda.

U svijetu je prihvaćena definicija fermentiranih mlijeka koju je postavila 1969. godine Međunarodna mljekarska federacija, uz nadopunu znanstvenika Kosikowskog 1984., a ta se definicija odnosi na fermentirana mlijeka u tekućem i polu-tekućem obliku.

Fermentirana mlijeka navodimo kao prehrambene proizvode dobivene preradom sirovog kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg i devinog mlijeka uz djelovanje mikroorganizama. Definicija ih opisuje kao proizvode nastale od punomasnog, potpuno ili djelomično obranog mlijeka, koncentriranog mlijeka ili mlijeka supstituiranog iz potpuno ili djelomično obranog mlijeka u prahu, nehomogeniziranog ili homogeniziranog, pasteriziranog ili steriliziranog mlijeka uz aktivnost specifičnih mikroorganizama. Na različitost svih proizvoda utječe količina korištenih bakterija, kvasaca i plijesni za vrijeme proizvodnje.

U proizvodnji fermentiranih mlijeka najčešće se koriste bakterije mliječne kiseline. Za vrijeme fermentacije mlijeka koriste se mezofline i termofilne bakterije. Mezofilne (*Lactoccus* spp., *Leuconostoc* spp., i *Pediococcus* spp.) se koriste pri temperaturama od 20 do 30°C, dok se pri višim temperaturama koriste termofilne bakterije mliječne kiseline (*Lactobacillus* spp. i *Streptococcus* spp.). Pri proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda koristi se i *Bifidobacterium* spp.koja nije jedna od bakterija mliječnih kiselina.

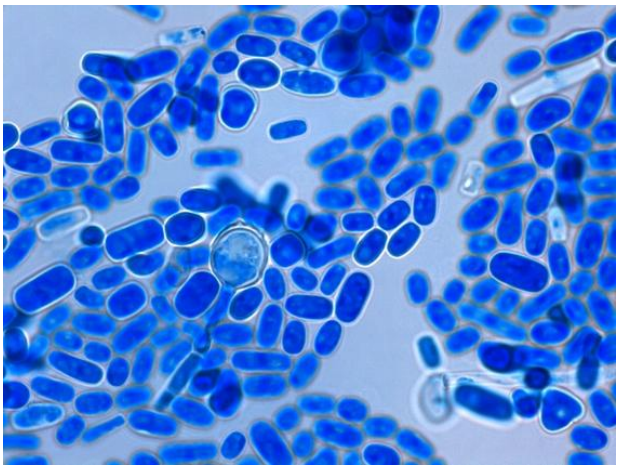


Slika 2. *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*

Izvor: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/starter-kulture-u-tehnologiji-mlijeka

Osim djelovanja bakterija u procesu fermentacije mlijeka koriste se i druge mikrobne kulture sa jednom ili više vrsta različitih mikroorganizama. Jedni od tih mikrobnih kultura su kvasci *Saccharomyces* spp., *Torula* spp.ili *Candida* spp. za proizvodnju kefira i kumisa o kojima će biti riječi dalje u radu. Također se koristi i plijesan *Geotrichum candidium* spp.za stvaranje skandinavskog fermentiranog mlijeka, viili. Plijesni se razvijaju ovisno o određenoj pH vrijednosti i temperaturi, a najbolji je razvoj vidljiv pri temperaturi između 20 i 30 °C. Aktivnošću plijesni razgrađuju se ugljikohidrati, masti i proteini.

Dakle, gotovo fermentirano mlijeko rezultat je djelovanja određenih mikroorganizama i kvalitete i uvjeta njihova rasta i razmnožavanja.



Slika 3. *Geotrichum candidum.*

Izvor: https://www.studyblue.com/notes/note/n/mycology/deck/10818032

3.3. Vrste fermentiranih proizvoda

Iako je najpoznatiji produkt mliječne fermentacije jogurt, vjeruje se da postoji još otprilike 400 proizvoda dobivenih od fermentiranog mlijeka. Svaka ta vrsta karakterizirana je specifičnim mikroorganizmima. Robinson i Tamime fermentirana su mlijeka, devedesetih godina 20. stoljeća, podijelili u tri skupine: proizvodi dobiveni mliječnom fermentacijom, proizvodi dobiveni dominacijom mliječne fermentacije i fermentacije kvascima te proizvodi kod kojih je dominantna mliječna fermentacija i fermentacija djelovanjem plijesni.

Pod prvu skupinu spadaju proizvodi dobiveni djelovanjem mezofilnih bakterija, poput kiselog mlijeka, fermentirane stepke, skandinavskog sluzavog mlijeka, filmjölka, tätmjöka, långofila. Također u toj skupini pronalazimo i proizvode dobivene od termofilnih skupina bakterija – jogurt, dahi, kisela stepka, zabadi, bugarsko kiselo mlijeko. Uz ove dvije

podskupine postoji i skupina proizvoda nastalih djelovanjem probiotičkih i /ili terapeutskih bakterija u koju spadaju proizvodi poput acidofilnog mlijeka, Actimela, Onka, Bioaktiva,... Druga je skupina proizvoda kod čije je proizvodnje dominantna kombinacija bakterija mliječne kiseline i kvasaca. Najpoznatiji takvi proizvodi su kefir, acidofilno-kvaščevo mlijeko te kumis. U trećoj je grupaciji napoznatiji predstavnik ranije spomenuto skandinavsko fermentirano mlijeko viili.

Navedene se tri skupine razlikuju prema upotrebljenim mikroorganizmima, no ono što ih povezuje jest postupak izrade, odnosno pretvaranje laktoze u mliječnu kiselinu te gotovo isti tehnološki procesi.

Osim u spomenute tri skupine, fermentirana mlijeka mogu se podijeliti i u četiri skupine prema fizikalnim svojstvima. Tako, s obzirom na fizikalno svojstvo, ako je proizvod tekući/viskozni, polučvrst, čvrst ili u obliku praha razlikujemo; čvrsta, tekuća, koncentrirana, smrznuta i osušena fermentirana mlijeka. Također, fermentirana mlijeka se mogu razlikovati i po kemijskom sastavu pa tako mogu biti; punomasna, potpuno ili djelomično obrana fermentirana mlijeka te se razlikuju po okusu; prirodna, fermentirana mlijeka s dodacima povrća, voća, žitarica, aromatizirana, zaslađena fermentirana mlijeka i slično.

Osim podjele važno je napomenuti da gotov proizvod koji je spreman za konzumaciju ne smije sadržavati patogene mikroorganizme, odnosno uzročnike bolesti.

3.4.Poznate vrste fermentiranog mlijeka

3.4.1. Jogurt

Najpoznatiji oblik fermentiranog mlijeka dobiva se prirodnim procesom fermentacije uz djelovanje termofilnih bakterija. Naziv dolazi od turske riječi *"yo-ghurt"* koja označava kiselo mlijeko. Proizvodnja jogurta odvija se mliječno-kiselim vrenjem mlijeka pomoću čistih kultura bakterija *Lactobacillus delbrueckii II* ssp.i *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*. Proizvodnja jogurta stimulirana je aminokiselinama i peptidima oslobođenih iz kazeina. Uglavnom se primjenjuje brza fermentacija koja podrazumijeva proces od 2 do 4 sata pri temperaturi od 40 do 45 °C . Sadrži oko 0,9 do 0,95 % kiseline. Nakon fermentacije jogurt se može grijati zbog povećanja trajnosti proizvoda budući da se tako uništavaju nepoželjne bakterije.

Slika 4. Čvrsti jogurt.

Izvor: http://www.vindija.hr/Proizvodi/z-bregov-jogurt-28-mm-.html?Y3RpXDEwMixwXDE0NA%3D%3D

3.4.2. Kefir

Fermentirano mlijeko posebnog okusa uz prisutnost etilnog alkohola (0,5–1%), ugljikovog dioksida i mliječne kiseline (0, –1,1%). Naziv kefir također je turskog podrijetla, a ono označava napitak za uživanje. Mliječni kefir nastaje umetanjem kefirne kulture (spoj bakterija mliječne kiseline, streptokoka, mikrokoka i gljivica) u kravlje, ovčje, kozje mlijeko i tako se ostavlja dva dana pri čemu se odvija fermentacija pri optimalnoj temperaturi od oko 10 do 25°C pomoću kefirnih zrnaca. Kefirna zrnca sadrže različite mikroorganizme, a to su granule promjera od 2 do 15 mm. Kefirna zrnca u svom sastavu mogu sadržavati *Lactobacillus lactis*

ssp. *lactis* i *Lactobacillus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus casei*, *Candida kefir*, *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* i *Saccharomyces* te *Saccharomyces cerevisiae*. Kiselkastog je okusa i bogat je vitaminima.

Slika 5. Kefir.

Izvor: http://www.vindija.hr/Proizvodi/Kefir-35-mm.html?Y3RpXDE1NCxwXDE0NA%3D%3D

3.4.3. Kumis

Vrsta fermentiranog mlijeka vrlo slična kefiru, no razlikuje se po količini alkohola koja u kumisu može iznositi i do 2,5 posto. Proizvodi se od punomasnog kravljeg mlijeka uz dodatak šećera ili kobiljeg mlijeka. U proizvodnji kumisa mogu sudjelovati: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, kvasca *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* ili var. *lactis*.

Slika 6. Kumis.

Izvor: http://www.precompre.com/refrigerados-y-congelados/bebidas-lacteas/kumis-alpina-vaso-150g

3.4.4. Acidofilno mlijeko

Fermentirani proizvod terapijskog karaktera budući da uništava gotovo sve štetne bakterije. Proizvodi se kao i sirutka, ali se obrano mlijeko inokulira bakterijom *Lactobacillus acidophilus* koja obitava u ljudskom probavnom sustavu. Ima pozitivan učinak na zdravlje probavnog sustava i na rad urinarnog trakta te sprječava infekcije mokraćnih putova. Kako bi terapijsko djelovanje bilo što učinkovitije povoljno je da mlijeko sadrži od 0,6 do 0,7 % kiseline.

Slika 7. Acidofilno mlijeko.
Izvor: http://www.vindija.hr/Proizvodi/Acidofilno-mlijeko-32-mm-.html?Y3RpXDE1NyxwXDE0NA%3D%3D

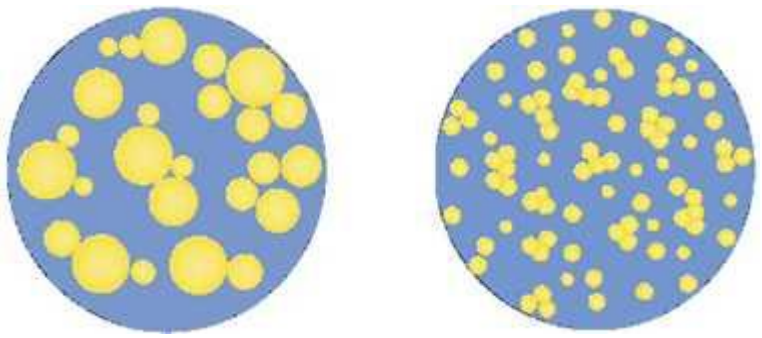
4. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE I KVARENJE PROIZVODA

4.1.Tehnologija proizvodnje

Proces proizvodnje fermentiranog mlijeka započinje odabirom odgovarajućeg mlijeka najbolje mikrobiološke kakvoće sa, prema standardnim propisima, određenim udjelima satojaka.

Nakon toga slijedi prerada mlijeka ili standardizacija suhe tvari na određenu količinu masti i proteina što poboljšava hranjivu vrijednost proizvoda.

Zatim, najčešće slijedi homogenizacija mlijeka uz odgovarajući tlak, što ovisi o vrsti proizvoda (najčešće od 10 do 25 MPa) i odgovarajuću temperaturu (od 65 do 70°C). To je usitnjavanje i raspodjela mliječne masti pod određenim tlakom. Navedeni proces poboljšava teksturu i smanjuje izdavanje sirutke te daje proizvodu puniji okus i bijeliju boju, odnosno veću površinu mliječne masti i osigurava lakše probavljanje proizvoda i povećanje viskoznosti.



Slika 8. Kuglice mliječne masti prije i poslije homogenizacije.
Izvor: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnoloski-proces-proizvodnje-jogurta

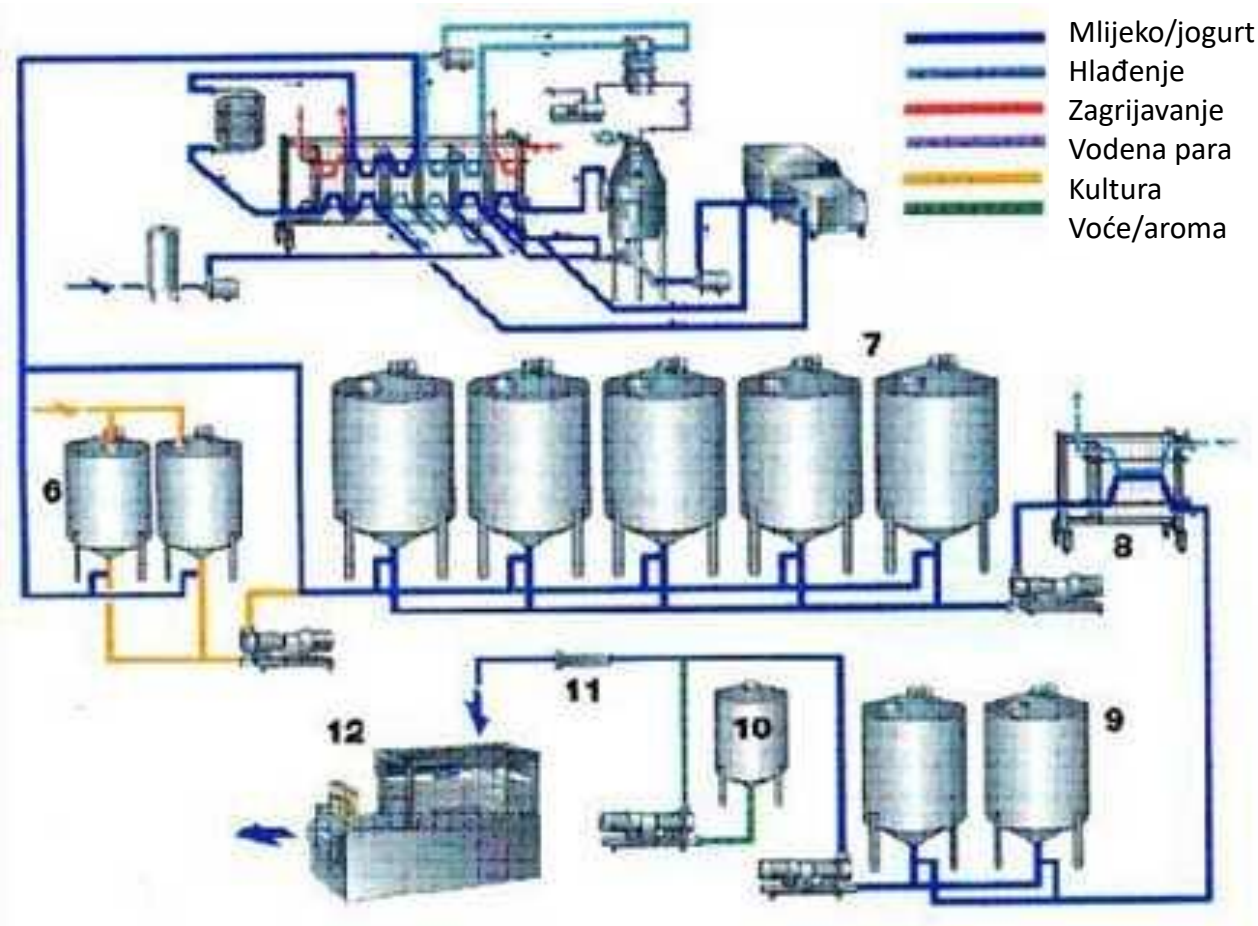
Potom kreće postupak pasterizacije mlijeka budući da se tim procesom uništavaju patogeni mikroorganizmi u mlijeku te se uz odgovarajuću temperaturu odvija promjena fizikalnih i kemijskih svojstava određenih sastojaka mlijeka. Takve promjene utječu na osnovna svojstva mlijeka.

Nakon toga slijede toplinski procesi prvo zagrijavanja na 80-85°C/20-30 minuta i 90-95°C/5 minuta, a zatim proces hlađenja na 30-45°C te potom slijedi inokulacija, a nakon nje acidifikacija mlijeka u kontroliranim uvjetima u specijalnim inkubatorima ili tankovima za fermentaciju. Pri tom se procesu mlijeko zgruša, odnosno stvara se gel. Struktura gela ovisi o svojstvu željenog fermentiranog mlijeka. Proces fermentacije se još naziva inkubacija. On traje od 2,5 do 20 sati na temperaturi od 30 do 45°C.

Kada se postigne određena pH vrijednost fermentiranog mlijeka, inkubacija se prekida hlađenjem. Ta pH vrijednost finalnog proizvoda ovisi o različitim čimbenicima, a ona kod fermentiranog mlijeka varira između 4,2 i 4,6. Završni se proizvod pohranjuje na niskim temperaturama i tako se čuva sve do potrošnje. Procesi hlađenja važni su zbog kontrole strukture gela, mliječne kiseline te izdvajanja sirutke. Tako industrijski proizveden proizvod traje najmanje 20 dana.

Nakon proizvodnih procesa slijedi pakiranje fermentiranih mliječnih napitaka koje se obično provodi u plastične čašice koje se potom zatvaraju aluminijskim poklopcem ili u kartonsku ambalažu uz aseptičke uvjete i hermetičkim načinom.

Gotovi proizvodi čuvaju se do potrošnje i do tri tjedna, a skladište se na hladnim mjestima mljekare, lancima distribucije ili kućanstvima pri temperaturama od 4 do 8°C. Na proizvodu je naznačen rok upotrebe do kojeg je on optimalan za korištenje, no može ga se koristiti i nakon isteka roka sve dok ne počne mijenjati svoja osnovna svojstva (boja, okus, miris).



1.-5. priprema mlijeka za proizvodnju jogurta
6. Tankovi za starter kulture
7. Inkubacijski tankovi
8. Pasterizator
9.-10. tankovi za voće i arome
11. Mješalica/ Mikser
12. Stroj za pakiranje

Slika 9. Shematski prikaz proizvodnje jogurta.

Izvor: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnoloski-proces-proizvodnje-jogurta

4.2. Kvarenje proizvoda

Za vrijeme skladištenja, ukoliko se ono odvija pod previsokom temperaturom, fermentacijske bakterije za proizvodnju kiseline prerastu psihotrofne bakterije. Osim tog načina kvarenja postoji i ono u kojem je sastav proizvoda takav da koči stvaranje Gram negativne aerobne bakterije.

Iako su za nastanak ovih proizvoda korište ne bakterije mliječne kiseline, do njihovog kvarenja dolazi zbog nekontroliranog rasta bakterija mliječne kiseline koje proizvode neodgovarajući plin, neugodan okus ili narušavaju izgled proizvoda.

Proizvodi koji se najčešće kvare fermentacijskim bakterijama su tekuće mlijeko, sir i proizvodi stvoreni uz mikrobne kulture. Te bakterije najčešće su dio skupine proizvođača mliječne kiseline ili rijetko skupine koliformnih bakterija. Uz to, kvarenju proizvoda pridonose i bakterije iz okoliša koji proizvode i ostale metabolite za kvarenje.

Vrste bakterija mliječne kiseline koje uzrokuju kvarenje mliječnih proizvoda pripadaju rodovima: *Lactobacillus, Leuconostoc,Enterococcus, Pediococcus* i *Streptococcus.*

Koliformne bakterije uglavnom su odgovorne za kvarenje fermentiranih proizvoda poput sireva. Takve bakterije pripadaju rodovima: Enterobacter, Klebsiella i *Escherichia* spp.

5. HRANJIVE TVARI U FERMENTIRANOM MLIJEKU

U usporedbi sa sirovim mlijekom, fermentirana traju dulje i lakše su probavljiva. Obogaćena su vitaminima, mineralima, esencijalnim amino i masnim kiselinama što im povećava nutritivnu vrijednost. Osim navedenog fermentirano mlijeko bogato je kalcijem i željezom.

Količina hranjivih tvari u fermentiranom mlijeku ovisi o količini hranjivih tvari u mlijeku i dodacima prije fermentacije. Za vrijeme se fermentacije smanjuje razina laktoze, no zbog dodavanja obranog mlijeka u prahu količina laktoze u fermentiranom mlijeku veća je od one u mlijeku za proizvodnju. Uz povećanu količinu laktoze, u fermentiranom mlijeku povećana je količina slobodnih aminokiselina do čak 500 posto, ovisno o vrsti mlijeka. Kako navodi Gregurek, premda se smanjuje količina vitamina B_{12} potrebnog za razvoj laktobacila koji uzrokuju to povećanje, količina slobodnih aminokiselina nastavlja sa rastom i za vrijeme skladištenja budući da laktobacili i tad nastavljaju sa aktivnošću. Količina esencijalnih aminokiselina je također veća i varira od 1, 2 mg/100 g do 4,77 mg/100 g.

Uz to oslobađaju se i količine slobodnih masnih kiselina. vrlo je mala razlika u količinama nikotinske kiseline, tijanina i riboflavina, dok se količina folne kiseline i holina povećava do 100%.

Određena fermentirana mlijeka s niskim udjelom mliječne masti, koji varira od 0,1 do 1 %, pripadaju skupini zdravih namirnica. Uz taj niski udio mliječne masti, postoje mlijeka koja sadrže i probiotičke, odnosno korisne bakterije iz rodova *Lactobacillusa* i *Bifidobacteriuma* što je korisno za ljude koji ne mogu potpuno probaviti laktozu. Budući da se za vrijeme fermentacije laktoza razgrađuje u probavljivi laktat uz djelovanje enzima, fermentirano mlijeko nije štetno za upotrebu i skupini ljudi koja je netolerantna na laktozu.

Ono što fermentirana mlijeka čini sigurnim i zdravim za uporabu je količina mliječne kiseline (0,7-1,2 g 100 ml^{-1})koja uništava prisutnost gotovo svih patogenih mikroorganizama.

6. MLJEKARSKE KULTURE MIKROORGANIZAMA U PROIZVODNJI FERMENTIRANOG MLIJEKA

U procesu fermentacije za proizvodnju fermentiranih mlijeka koriste se mljekarste kulture mikroorganizama koje se nazivaju starteri sastavljeni od bakterija mliječne kiseline. Fermentacijom laktoze bakterije mliječne kiseline proizvode mliječnu kiselinu.

Takvo mljekarske kulture također proizvode i aromatične tvari poput diacetila i acetaldehida. Te se mljekarske kulture sastoje od vrsta rodova *Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc* i *Streptococcus.* Te se različite vrste bakterija razlikuju i po načinu unosa laktoze u stanicu bakterije.

Bakterijske vrste iz rodova *Lactobacillus, Leuconostoc* i *Streptococcus* ne mijenjaju laktozu. Ona putem enzimskog sustava permeaze ulazi u stanicu i ondje hidrolizira do glukoze i galaktoze uz aktivnost ß-galaktozidaze Bakterije iz roda *Lactococcus* prenose laktozu iz supstrata u stanicu preko fosfoenolpiruvat fosfotransferaze enzimnog sustava stvarajući tako laktozu-fosfat, a on se potom hidrolizira u glukozu i galaktoza-6-fosfat. Glukoza se dalje razgrađuje putem glikolize gdje se preko međuprodukata prevodi u piruvat koji kasnijom redukcijom uz aktivnost laktat-dehidrogenaze stvara mliječnu kiselina (laktat). Ovakav način fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu naziva se Homofermentativni put djelovanjem homofermentativnih bakterija mliječne kiseline.

Galaktoza se najčešće metabolizira Leloar putem kada je potrošena sva količina glukoze. Iznimke koje ne metaboliziraju galaktozu su *Lactobacillus delbrueckii* ssp., veći broj sojeva *Str. salivarius* ssp. *thermophilus* i neki sojevi *Lb. delbrueckii* ssp. *lactis*.

Spomenute bakterije osim laktoze razgrađuju i proteine pomoću proteinaznog sustava. Hidroliza proteina do oligoproteina rezultat je aktivnosti tog sustava. Oni se dalje hidroliziraju do proteina manje molekulske mase i amnikoiselina.

Jedini koji metaboliziraju citrat su bakterije rodova *Lactobacillus lactis* ssp. *lactis biovar. diacetylactis* i vrste iz roda *Leuconostoc* što daljnjim djelovanjem bakterija i proizvodnjom diacetila i acetata utječe na stvaranje arome proizvoda.

U prilog bakterijama mliječne kiseline idu i njihova svojstva određena plazmidima budući da mogu mijenjati ili poboljšavati tehnološke mogućnosti određenih tipova i stvarati nove.

Što se tiče heterofermentativnih bakterija mliječne kiseline one glukozu razgrađuju uz pentoza-fosfatni put i takoproizvode manje količine mliječne kiseline (barem 50%), a veće udjele proizvoda poput hlapive kiseline (octena), nehlapive, karbonilne spojeve, etanol i CO_2 koji utječu aromu proizvoda.

6.1.Mezofilne bakterije

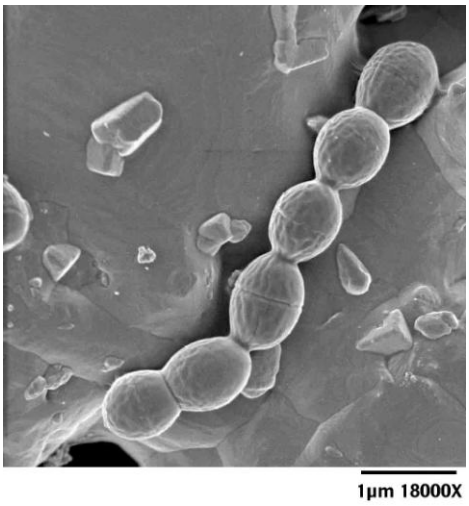
Mezofilne bakterije mliječne kiseline razvijaju se pri temperaturama od 10 do 40 °C, dok je ovisno o vrsti optimalna od 20 do 30 °C. One su važne u procesima koagulacije proteina, vrenju laktoze odnosno nastanku kiselina, vrenju limunske kiseline, dakle pri stvaranju tvari koje utječu na aromu proizvoda. Ta se kultura bakterija sastoji od ranije spomenutih homofermentativnih vrsta bakterija *Lactococcus* i od heterofermentativnih bakterija *Leuconostoc*.

Bakterije roda *Lactococcus* nazivaju se okruglastim ili jajolikim bakterijama, a nalaze se u lancima ili parovima te su Gram pozitivne fakultativno anaerobne bakterije.

Tablica 3. Svojstva i uloge mezofilnih bakterija.

Mezofilne bakterije	**Optimalni rast**	**Tip vrenja**	**Mliječna kiselina**	**Vrenje citrata**	**Potiče tvorbu**
Lactococcus lactis subsp.*lactis*	Oko 30 °C	homofermentativni	L(+) 0,5-0,8 %	+/-	kiselina + sluzave tvari
Lactococcus lactis subsp.*cremoris*	25 do 30 °C	homofermentativni	L(+) 0,5-0,8 %	-	kiselina + sluzave tvari
Lactococcus lactis subsp.*diacetylactis*	Oko 30 °C	homofermentativni	L(+) 0,3-0,6 %	+	Kiselina + tvari arome, CO_2
Leuconostoc spp.	20 do 25 °C	heterofermentativni	D(-) 0,1-0,2 %	+	tvari arome, CO_2

Izvor: https://bib.irb.hr/datoteka/409225.940_Ivanka_Bakovic_dipl.pdf



Slika 10. *Lactococcus lactis.*

Izvor: http://www.ansci.wisc.edu/bbpic/s900_gallery.html

6.2.Termofilne bakterije

Termofilna skupina kulture bakterija mliječne kiseline razvija se pri temperaturama od 37 do 45°C i u usporedbi sa mezofilnim bakterijama puno brže proizvode kiselinu. Sastoje se od homofermentativnih vrsta bakterija *Lactobacillus* i *Streptococcus*. Koriste se kao monokulture ili uglavnom kao mješovite kulture najčešće u proizvodnji jogurta i sličnih tipova fermentiranih mliječnih proizvoda, a sastavljene su od bakterija „jogurtne kulture“: *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

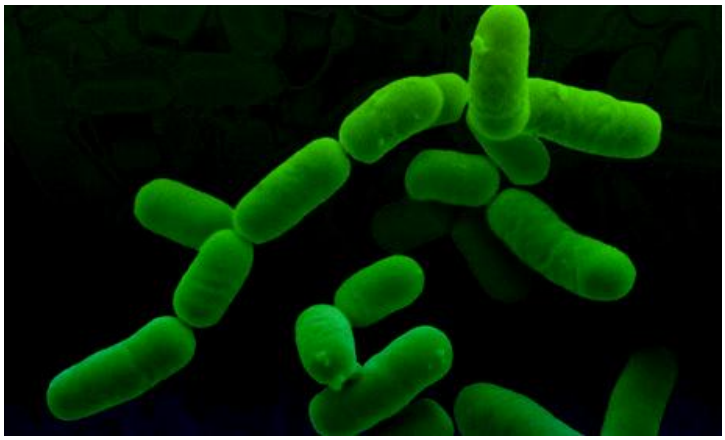
Bakterije tih rodova nazivaju se štapićastim bakterijama. Aerobne su ili fakultativno aerobne, a u mlijeko dospijevaju iz okoline.

Aroma takvih fermentiranih napitaka dobiva se najčešće iz mješavine mliječne kiseline i karbonalinih spojeva, vrenjem mliječnog šećera.

Tablica 4. Svojstva i uloge termofilnih bakterija.

Termofilne bakterije	Optimalni rast	Tip vrenja	Mliječna kiselina	Proteolitički enzimi	Potiče tvorbu
Streptococcus thermophilus	40-45°C	homofermentativni	0,6 do 1 %	+	laktata (L+) (tvari arome)
Lactobacillus delbrueckii ssp. *bulgaricus*	40-45°C	homofermentativni	1,5 do 2 %	+	laktata (D-) (tvari arome)

Izvor: https://bib.irb.hr/datoteka/409225.940_Ivanka_Bakovic_dipl.pdf



Slika 11 *Lactobacillus casei* ssp. *rhamnosus*

Izvor: http://www.probionov.com/en/our-offer/lactobacillus-casei-rhamnosus/

6.3.Mješovite kulture bakterija mliječne kiseline i kvasca

Mještovite su kulture sastavljene od bakterija mliječne kiseline i kvasaca te se koriste za proizvodnju fermentiranih mliječnih proizvoda poput kefira i kumisa kod kojih osim mliječno-kiselog vrenja dolazi i do alkoholnog vrenja. u kefirnim zrncima pronalazimo različitre vrste bakterija mliječne kiseline i kvasaca.

Tablica 5. Vrste bakterija mliječne kiseline i kvasca uključenih u kefirna zrnca.

Bakterije mliječne kiseline	Kvasci
-*Lactococcus* spp.: *Lactococcus lactis* subsp.*lactis, Lactococcus lactis* subsp.*cremoris* -*Lactobacillus* spp.: *Lactobacillus kefir, Lactobacillus kefiranofaciens, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei* - *Leuconostoc* spp.: *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides.*	-*Candida kefyr* -*Sacharomyces* spp. -*Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* - *Torulospora delbruecki.*

Izvor: file:///C:/Users/B-00000/Downloads/horvat_sandra_ptfos_2014_zavrs_sveuc%20(1).pdf

6.4.Ostale bakterije

Bakterije roda *Escherichia*

Pojedine vrste ovog roda bakteija uzročnici su crijevnih bolesti kod ljudi budući da proizvode enterotoksin. Osim bolesti ljudi, uzrokuju i štete u mlijeku i mliječnim proizvodima (neugodan miris i okus, sluzavost mlijeka nadimanje i slično). Posljedica su loših higijenskih uvjeta pri mužnji i obradi mlijeka. Najpoznatiji predstavnik ovog roda je *Escherichia coli*.

Bakterije roda *Propionibacterium*

Uz fermentaciju mliječne kiseline potiču stvaranje propionske kiseline, mravlje, octene i jantarne kiseline i CO_2. koriste se za proizvodnju tvrdih sireva, a zbog njihovih karakteristika nastaju šupljine u određenim vrstama sireva.

Proteolitičke bakterije

Proteolitičke bakterije dijele se na one koje stvaraju i na one koje ne stvaraju spore. Uz djelovanje bakterija proces proteolize seđe do različitih stupnjeva. Ovoj skupini bakterije pripadaju one koje stvaraju spore otporne na visoke temperature i mogu preživjeti pasterizaciju što znači da se mogu nalaziti u pasteriziranim mliječnim proizvodima. One mogu biti aerobne poput bakterija roda *Bacillus* (*Bacillus cereus, Bacillus anthracis*

(antracis), Bacillus subtilis), a mogu biti i anaerobne poput bakterija roda *Clostridium* (*Clostridium butyricum, Clostridium tyrobutyricum, Clostridium botulinum*).

Bakterije prvog roda su u obliku kratkih, pokretnih štapića, pojedinačnih ili u lancima koji utječu na stvaranje amonijaka i razlaganje proteina. Bakterije drugog roda su kruškolike bakterije koje fermentiraju laktoru i proteine. Uzročnici su kasnog nadimanja sireva pa su štetne u mljekarstvu.

7. ZAKLJUČAK

Svježe se mlijeko sastoji od vode, suhe tvari, mliječne masti koja je najveći izvor energije u mlijeku, bjelančevna, laktoze (mliječnog šećera), mineralnih soli i vitamina A i D.
Fermentacija podrazumijeva metaboličke procese razgradnje organskih spojeva uz oslobađanje energije, uglavnom bez kisika. Ti procesi se odvijaju uz aktivnost određenih mikroorganizama koji utječu na veća ili manja terapijska svojstva finalnog proizvoda. Zbog svojeg korisnog učinka za ljudski probavni sustav, uporaba fermentiranih mliječnih proizvoda sve više raste. Takve proizvode ljudi svakodnevno koriste tisućama godina. Karakteriziraju ih žuto bijela boja blago kiseli okus, specifična aroma i u usporedbi sa sirovim mlijekom dulja trajnost i lakša probavljivost. Primjenom različitih sojeva bakterija mliječno-kiselog vrenja kao starter kultura i različitih oblika mlijeka kao početne tvari mliječno-kiselom fermentacijom nastaju različiti produkti. Zajednička karakteristika mliječnih proizvoda jest razgradnja laktoze u mliječnu kiselinu. Produkti proizašli iz procesa fermentacije ostaju u proizvodu i utječu na njegovu prirodu. Bakterije mliječne kiseline koje se koriste u procesu fermentacije mogu biti mezofilne, termofilne ili mješovitog karaktera ovisno o uvjetima i vrsti proizvoda. Najpoznatije vrste fermentiranih mliječnih proizvoda su jogurt, kefir, kumis, acidofilno mlijeko, fermentirana stepka i postoji još oko 400 varijacija ovakvih proizvoda. Ti su proizvodi trajniji od sirovog mlijeka budući da se pakiraju u specifične ambalaže i skladište na određenim temperaturama nakon procesa obrade, standardizacje, homogenizacije, inokulacije, inkubacije, zagrijavanja i hlađenja.

8. LITERATURA

1. Baković I.: Praćenje stupnja sinereze tijekom čuvanja fermentiranih mliječnih proizvoda. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet. Osijek, 2009.

2. Samaržija Dubravka: Fermentirana mlijeka, vrhnje i maslac, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2007.

3. Samaržija Dubravka i suradnici: Karakteristike i uloga mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2000.

4. Vinko Ivana**,** Rajka Božanić**:** Promjena udjela laktoze nakon fermentacije mlijeka različitim mikrobnim kulturama, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Mljekarstvo, Vol.61, No.2, lipanj 2011.

5. Vinko I. i sur.: Fermentacija mlijeka različitim mikrobnim kulturama. Mljekarstvo 61 (2), 161-167, 2011.

6. Zlatan Sarić: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, 2007.

7. Fermentirani mliječni proizvodi: Fermentacija. http://www.agr.unizg.hr/multimedia/pdf/fmp_fermentacija.pdf (10.09.2016.)

8. Fermentirani mliječni proizvodi: Mikrobne kulture http://www.agr.unizg.hr/multimedia/pdf/fmp_kulture.pdf (10.09.2016.)

9. Gregurek Ljerka i suradnici: Mljekarske kulture mikroorganizama u proizvodnji fermentiranih mlijeka, Mljekarstvo 47 (2) 103-113, 1997. file:///C:/Users/B-00000/Downloads/GREGUREK_Mljekarske_kulture_mikroorganizama%20(2).pdf (12.09.2016.)

10. Tehnologija hrane: http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/laktoza (12.09.2016.)

11. Mljekara Meggle Hrvatska d.o.o., Osijek.

9. SAŽETAK

Ljudska prehrana obogaćena je prisutnošću fermentiranih mliječnih proizvoda tisućama godina. Razvojem stočarstva počela je i proizvodnja kiselog mlijeka pod kontroliranim uvjetima. Različiti su se okusi dobivali postepenom selekcijom bakterijskih sojeva, a otklanjanje patogenih mikroorganizama, kao uzročnika bolesti, osiguralo je sigurnost i kvalitetu proizvoda.

Fermentacija je proces djelovanja mikroorganizama u mlijeku uz aktivnost enzima, obično bez kisika uz oslobađanje energije. Glavno obilježje ovog procesa je pretvaranje mliječnog šećera laktoze u glukozu i galaktozu što uzrokuje stvaranje mliječne kiseline. Konzumacija sve više raste zbog njihove prehrambene vrijednosti i ljekovitog učinka na ljudski probavni sustav.

10.SUMMARY

The human diet is enriched by the presence of fermented milk products for thousands of years. With the development of livestock breeding began sour milk production under controlled conditions. Selection of bacterial strains was the reason of variety of flavors, and the elimination of pathogens ensure the safety and quality of products.

The fermentation is process of the activity of microorganisms in the milk with the enzyme activity, mainly without oxygen, with the release of energy. The main feature of the process is the conversion of enriched milk sugar, lactose, into glucose and galactose, which causes the production of lactic acid. Consumption is increasing rapidly because of their nutritional value and medical effect on the human digestive system.

11. POPIS SLIKA

Slika 1 *Lactobacillus bulgaricus* 6
Slika 3 *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* 7
Slika 4 *Geotrichum candidum* 8
Slika 5 Čvrsti jogurt 10
Slika 6 Kefir 11
Slika 7 Kumis 11
Slika 8 Acidofilno mlijeko 12
Slika 9 Kuglice mliječne masti prije i poslije homogenizacije 13
Slika 10 Shematski prikaz proizvodnje jogurta 14
Slika 11 *Lactococcus lactis* 19
Slika 12 *Lactobacillus casei* ssp. *rhamnosus* 20

12.POPIS TABLICA

Tablica 1 Udjeli glavnih sastojaka u svježem mlijeku. 2
Tablica 2 Zahtjevi za kakvoću sirovog svježeg mlijeka. 4
Tablica 3 Svojstva i uloge mezofilnih bakterija. 18
Tablica 4 Svojstva i uloge termofilnih bakterija. 20
Tablica 5 Vrste bakterija mliječne kiseline i kvasca uključenih u kefirna zrnca. 21

TEMELJNA DOKUMNTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

FERMENTACIJA MLIJEKA

MILK FERMENTATION

Adrian Ljubičić

Sažetak:

Ljudska prehrana obogaćena je prisutnošću fermentiranih mliječnih proizvoda tisućama godina. Razvojem stočarstva počela je i proizvodnja kiselog mlijeka pod kontroliranim uvjetima. Različiti su se okusi dobivali postepenom selekcijom bakterijskih sojeva, a otklanjanje patogenih mikroorganizama, kao uzročnika bolesti, osiguralo je sigurnost i kvalitetu proizvoda.

Fermentacija je proces djelovanja mikroorganizama u mlijeku uz aktivnost enzima, obično bez kisika uz oslobađanje energije. Glavno obilježje ovog procesa je pretvaranje mliječnog šećera laktoze u glukozu i galaktozu što uzrokuje stvaranje mliječne kiseline. Konzumacija sve više raste zbog njihove prehrambene vrijednosti i ljekovitog učinka na ljudski probavni sustav.

Ključne riječi: fermentirani mliječni proizvodi, fermentacija, mikroorganizmi, laktoza, glukoza, galaktoza, mliječna kiselina, zdravlje

Summary:

The human diet is enriched by the presence of fermented milk products for thousands of years. With the development of livestock breeding began sour milk production under controlled conditions. Selection of bacterial strains was the reason of variety of flavors, and the elimination of pathogens ensure the safety and quality of products.

The fermentation is process of the activity of microorganisms in the milk with the enzyme activity, mainly without oxygen, with the release of energy. The main feature of the process is the conversion of enriched milk sugar, lactose, into glucose and galactose, which causes the production of lactic acid. Consumption is increasing rapidly because of their nutritional value and medical effect on the human digestive system.

Key words: fermented milk products, fermentation, microorganisms, lactose, glucose, galactose, lactic acid, health

Datum obrane: