

Veleučilište u Karlovcu

Stručni studij prehrambene tehnologije

Mljekarstvo

Karla Jotić

Završni rad

**PH VRIJEDNOSTI FERMENTIRANIH
MLIJEČNIH PROIZVODA**

U Karlovcu, 12. rujna 2019.

Veleučilište u Karlovcu

Stručni studij prehrambene tehnologije

Mljekarstvo

Karla Jotić

Završni rad

pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda

Mentor: dr.sc. Sandra Zavadlav, dipl. ing.

Broj indeksa studentice: **0314616028**

Rad je izrađen u tvrtci „Dukat d.d.“ sa sjedištem u Zagrebu na Odjelu proizvodnje mliječnih proizvoda- punionica čaša pod mentorstvom dr.sc. Sandre Zavadlav, dipl. ing, sa Odjela prehrambene tehnologije Veleučilišta u Karlovcu.

PREDGOVOR

Prije svega želim zahvaliti svojoj mentorici dr.sc. Sandri Zavadlav dipl. ing. na velikoj pomoći u izradi ovoga rada, potpori, pružanju jasnih smjernica te davanju savjeta koji su mi uvelike pomogli kako bi rad bio što uspješniji.

Hvala Vam na svemu.

Zahvaljujem tvrtci Dukat d.d. koja mi je omogućila provedbu eksperimentalog djela ovoga rada u njihovom najvećem pogonu, punionica čaša. Također veliko hvala na ljubaznosti i nesebičnom dijeljenju dugogodišnjeg znanja.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, ponajviše roditeljima koji su mi omogućili školovanje i pružili mi najveću potporu, ohrabivali me i bili uz mene u svakom trenutku, koliko god težak bio. Zahvaljujem im što su me izveli na pravi put i doveli me do stanja u kojem se danas nalazim.

Zahvaljujem se svim svojim prijateljima koji su bili uz mene.

Hvala Vam!

pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda

SAŽETAK

Fermentirani mliječni proizvodi obuhvaćaju čvrsti jogurt, tekući jogurt, acidofil te ostale fermentirane mliječne proizvode s dodacima i bez njih.

Mliječna fermentacija je mikrobiološki proces razgradnje laktoze do mliječne kiseline u anaerobnim uvjetima (uvjeti bez prisutnosti kisika) pri određenoj temperaturi. Dijeli se na homofermentativnu mliječnu fermentaciju (95% laktoze prelazi u mliječnu kiselinu, a samo 5% u etanol, octenu kiselinu i dr.) i heterofermentativnu mliječnu fermentaciju (50% laktoze prelazi u mliječnu kiselinu, a 50% u druge spojeve). Fermentacija mlijeka sastoji se od dva paralelna procesa: pretvorba laktoze u mliječnu kiselinu ili druge spojeve i formiranje strukture nastalog proizvoda. U predmetnom radu mjerene su pH vrijednosti nakon prekinute fermentacije i uspoređivane sa standardnom pH vrijednosti za definirane proizvode i ocjenjivana je kvaliteta ili prihvatljivost istih. Rezultati predmetnog istraživanja pokazuju da pravilnim vođenjem i pravovremenim prekidanjem fermentacije, pH vrijednosti značajno ne odstupaju od standardnih vrijednosti kod fermentiranih mliječnih proizvoda.

Ključne riječi: fermentacija, laktoza, mliječna kiselina, mliječni proizvodi, pH

pH values of fermented dairy products

ABSTRACT

Fermented milk products include hard yogurt, liquid yogurt, acidophilus and other fermented products with and without additives.

Milk fermentation is the microbiological process of lactose decomposing to lactic acid under anaerobic conditions (without oxygen presence) at a certain temperature. It is divided into homofermentative lactic fermentation (95% of lactose goes into lactic acid and only 5% into ethanol, acetic acid, etc.) and heterofermentative lactic fermentation (50% of lactose goes into lactic acid and 50% into other compounds). Milk fermentation consists of two parallel processes: lactose conversion to lactic acid or other compounds and the formation of the structure of the resulting product. In the subject paper, the pH values after discontinued fermentation were measured and compared with the standard pH values for the defined products and the quality and acceptability of the products were evaluated. The results of the research show that by proper guidance and timely termination of fermentation, pH values do not deviate significantly from standard values.

Keywords: dairy products, fermentation, lactose, lactic acid, pH

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. DEFINICIJA MLIJEKA I FERMENTIRANI MLIJEČNI PROIZVODI.....	2
2.2. RAZVOJ FERMENTACIJE	4
2.3. PROCES FERMENTACIJE.....	4
2.4. FERMENTACIJSKE REAKCIJE.....	5
2.5. PREHRAMBENA I ZDRAVSTVENA VRIJEDNOST.....	9
2.6. HRANJIVA I FIZIOLOŠKA VRIJEDNOST	9
2.7. PROIZVODNJA FERMENTIRANOG MLIJEKA/JOGURTA.....	10
2.7.1. Mlijeko	11
2.7.2. Standardizacija mlijeka	11
2.7.3. Homogenizacija mlijeka.....	12
2.7.4. Toplinska obrada	12
2.7.5. Inokulacija mlijeka/ naciepljivanje	12
2.7.6. Inkubacija/zrenje	12
2.7.7. Hlađenje jogurta	13
2.7.8. Pakiranje.....	14
2.7.9. Skladištenje	14
2.8. SENZORSKA SVOJSTVA GOTOVOG PROIZVODA.....	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO	16
3.1. MATERIJALI.....	16
3.2. METODE.....	17
3.2.1. Mjerenje kiselosti pomoću pH-metra.....	17
3.2.2. Mjerenje vremena zrenja.....	18
4. REZULTATI.....	19
5. RASPRAVA	25
6. ZAKLJUČAK	27
7. LITERATURA.....	28

1. UVOD

Fermentirani mliječni proizvodi povećali su raznolikost hrane, što u prehranbenom smislu znači da je obrok obogaćen unosom visoko vrijednih namirnica u organizam. Potrošnja fermentiranih proizvoda i fermentiranog mlijeka u Europi i SAD- u iz godine u godinu raste. Smatra se da je rast popularnosti fermentiranih proizvoda i fermentiranog mlijeka uvjetovan uvođenjem voćnih varijanti koje su se počele proizvoditi oko 1950. godine. Da bi se proizveli slatki, aromatizirani, voćni desertni tipovi fermentiranih mliječnih proizvoda koriste se različiti dodaci: prirodne arome, boje, voće, voćne prerađevine, prirodni zaslađivači (šećer saharoza, fruktoza, laktoza, invertni šećer, sorbitol). U usporedbi sa sirovim mlijekom, fermentirana mlijeka 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 fermentacije smanjuje se 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. Količina esencijalnih aminokiselina je također veća, a uz to oslobađaju se i značajne količine slobodnih masnih kiselina. Mala je 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 dodatne probiotičke, odnosno korisne bakterije iz rodova *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* 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 nastala količina mliječne kiseline (0,7-1,2g 100 ml⁻¹) koja uništava prisutnost gotovo svih patogenih mikroorganizama. U proizvodnji fermentiranih mlijeka treba odabrati mlijeko najbolje mikrobiološke kvalitete. Mlijeko ne smije sadržavati inhibitorne tvari- antibiotike, bakteriofage, kemijska sredstva i pesticide iznad granica dopuštenih vrijednosti. Kontrola kvalitete provodi se u laboratoriju. Analize se provode prema radnim uputama za svaki određeni proizvod.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Definicija mlijeka i fermentirani mliječni proizvodi

Pod pojmom mlijeko, u prehrambenoj industriji, podrazumijeva se kravlje mlijeko, dok se za mlijeko ostalih životinja uvijek prethodno koristi naziv životinje od koje mlijeko potječe (npr. kozje mlijeko, ovčje mlijeko). S obzirom na značenje mlijeka u prehrani čovjeka, kao posebna znanstvena disciplina i gospodarska djelatnost razvija se mljekarstvo, koje obuhvaća raznovrsna područja, od istraživanja procesa stvaranja mlijeka, do unapređivanja gospodarskih i tržišnih uvjeta korištenja mlijeka i mliječnih prerađevina.

Razvoj mikrobiologije, biokemije i tehnologije omogućio je da se vrenje (fermentacija) mlijeka provodi pomoću odabranih mikroorganizama, koji imaju poznate karakteristike i da u kontroliranim uvjetima mogu proizvoditi fermentirana mlijeka željenih senzorskih svojstva, vrlo privlačna potrošačima. Prvo proizvedeno fermentirano mlijeko bio je jogurt koji je osvojio balkansko tržište. Nekoliko godina kasnije, počela je proizvodnja voćnih/aromatiziranih jogurta te se potrošnja jogurta još povećala te traje i danas.

Proizvodnja fermentiranih mlijeka u Europskoj Uniji:

Tablica 1. Proizvodnja fermentiranih mlijeka u Europskoj Uniji za razdoblje od 2000. do 2013. godine (Samaržija, 2015).

GODINA:	PROIZVODNJA U TONAMA:
2000.	7.285.000
2008.	10.300.000
2013.	9.290.000

U Europskoj Uniji 2000. godine potrošnja je bila 7.285.000 t, u 2008. godini 10.300.000 t, a u 2013. godini 9.290.000 t. Na svjetskoj se razini ona procjenjuje na 21.000.000 t/godišnje, s godišnjim predviđenim rastom od 4 %. Iako je proizvodnja iz godine u godinu rasla zbog veće potražnje, 2013. godine je proizvodnja padala zbog dolaska opće krize što se može vidjeti iz Tablice 1.

Sve veća potrošnja jogurta uvjetovana je i mogućnostima izbora proizvoda različitih okusa i teksture i inovacijama u pakiranju. Danas kupac u trgovačkoj mreži može izabrati niskokalorični jogurt, blagi jogurt, jogurt za doručak, "trajni" jogurt, jogurt za bebe, jogurt smanjene količine laktoze i slično.

Popularnost potrošnje fermentiranih mlijeka općenito se pripisuje i činjenici da se ona mogu konzumirati u svim prilikama.

Proizvodnja fermentiranih mlijeka u Hrvatskoj:

Tablica 2. Proizvodnja fermentiranih mlijeka u Hrvatskoj za razdoblje od 2000. do 2013. godine (Samaržija, 2015).

GODINA:	PROIZVODNJA U TONAMA:
2000.	55.000
2008.	83.000
2013.	75.000

Prema službenim podacima u posljednjih nekoliko godina proizvodnja i potrošnja fermentiranih mlijeka i u Hrvatskoj se višestruko povećala, no 2013. godine došlo je do pada proizvodnje. Razlog je također opća kriza (Tablica 2.).

Na hrvatskom tržištu 85 % fermentiranih mlijeka proizvode tri velika proizvođača:

Dukat (45 - 50 %),

Vindija (25 - 30 %),

Meggle (10 - 15 %), dok svega 7 % proizvođača dijeli preostali dio tržišta.

Također, za svoje potrebe Hrvatska godišnje uvozi približno 8 % fermentiranih mlijeka.

Unutar skupina fermentiranih mlijeka jogurt je i dalje najpopularniji s 50 %-tnim udjelom u ukupnoj proizvodnji. Njegove voćne varijante danas predstavljaju glavni izvor zarade u mljekarskoj industriji. Popularnost jogurta temelji se na činjenici da ima povećanu hranjivu i funkcionalnu vrijednost, uz istovremeno zadržavanje poželjnih fizikalnih i organoleptičkih svojstava tijekom vremena održivosti. Povoljan utjecaj na zdravlje ljudi prvenstveno se pripisuje živim aktivnim bakterijama prisutnima u jogurtu.

Potrošnja fermentiranog mlijeka po stanovniku /godišnje:

Kolika je stvarna potrošnja fermentiranih mlijeka po stanovniku vrlo je teško odrediti. Međunarodna mljekarska federacija (IDF), prema dostupnim podacima, procjenjuje da je ona između 12 i 30 kilograma. Prema istim dostupnim podacima, u svijetu su najveći potrošači fermentiranih mlijeka po glavi stanovnika na godišnjoj razini Danci i Islandđani s 40 - 45 kg, a najmanji u Argentini (9,5 kg), Kanadi (7 kg), Meksiku (4 kg) i Južnoj Africi (1,5 kg).

2.2. Razvoj fermentacije

Louis Pasteur (1822. - 1895.) francuski kemičar i mikrobiolog, 1856. godine dokazao je da se fermentacija ("život bez zraka") događa djelovanjem mikroorganizama kao posljedica biogeneze. Standardizacija mikrobne kulture u proizvodnji fermentiranih mlijeka započela je nakon 1873. godine, kada je Joseph Lister (1827. – 1912.), engleski znanstvenik i liječnik, iz kiselog mlijeka slučajno izolirao bakteriju koju je nazvao *Bacterium lactis*. Vrlo brzo nakon tog otkrića izolirani su i identificirani brojni mikroorganizmi koji su fermentirali mlijeko.

Fermentacija je jedna od najstarijih metoda koja se koristi u konzerviranju hrane, ali nikada se egzaktno nije utvrdilo gdje i kada je započela fermentacija osnovne sirovine. Pretpostavlja se da je fermentacija započela slučajnom kontaminacijom hrane koja se lako kvarila, organizmima koji imaju sposobnost stvaranja kiseline. Stvorena kiselina dala je proizvodima drukčije karakteristike i produžila im vijek trajanja. Prema povijesnim podacima, može se također pretpostaviti da je čovjek počeo proizvoditi fermentirane proizvode prije 10.000 - 15.000 godina, kada je iz sakupljačkog prešao na proizvođački način života. Pronađeni ostatci mliječne masti u posudama iz razdoblja neolita, potvrđuju da su tadašnji stanovnici proizvodili fermentirane mliječne proizvode. Danas, zbog lake probavljivosti i izuzetnih nutritivnih vrijednosti, fermentirana mlijeka imaju veliku popularnost kod potrošača svih dobnih skupina.

2.3. Proces fermentacije

Fermentirana mlijeka prema svojoj definiciji su proizvodi pripremljeni od punomasnog, djelomično ili potpuno obranog mlijeka, koncentriranog mlijeka ili mlijeka supstituiranog iz djelomično ili potpuno obranog mlijeka u prahu, nehomogeniziranog ili homogeniziranog pasteriziranog ili steriliziranog mlijeka djelovanjem specifičnih mikroorganizama. U mlijeko dodana mikrobna populacija snižava pH s koagulacijom ili bez koagulacije mlijeka. Metaboličke supstance nastale mikrobnim djelovanjem i dodana mikrobna populacija moraju biti prisutni u proizvodu do vremena njegove održivosti na policama. Međusobno, fermentirana se mlijeka razlikuju okusom, teksturom i postojanošću u odnosu na originalnu sirovinu. Proizvod ne smije sadržavati patogene mikroorganizme.

Definiciju fermentiranih mlijeka Međunarodna mljekarska federacija [engl. International Dairy Federation; franc. Fédération Internationale du Lait (FIL-IDF)] prihvatila je 1969. godine. Od 2003. godine, uz definiciju za opis fermentiranih mlijeka prihvaćen je i primjenjuje se standard za fermentirana mlijeka - CODEX STAN 243-2003.

Prema Codex Alimentarius standardu (CODEX STAN 243-2003), fermentirana mlijeka definiraju se kao mliječni proizvodi dobiveni fermentacijom mlijeka/proizvoda dobivenih od mlijeka, djelovanjem mikroorganizama koji smanjuju pH vrijednost sa ili bez koagulacije (stvaranja gela). Mikroorganizmi u fermentiranom mlijeku moraju biti održivi, aktivni i zastupljeni u velikom broju. Mikroorganizmi (bakterije, kvasci, plijesni) se u mlijeko dodaju u obliku mljekarskih mikrobnih kultura koje svojim metaboličkim procesima definiraju pojedini fermentirani mliječni proizvod, na način da smanjuju kiselost, utječu na stvaranje okusa, tvari aroma, te konzistencije. U proizvodnji fermentiranih mlijeka koriste se sojevi vrsta bakterija mliječne kiseline (BMK) najčešće *Lactococcus spp.*, *Leuconostoc spp.*, od kojih neke poput *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Enterococcus spp.* imaju probiotičko djelovanje, što znači da povoljno utječu na zdravlje domaćina (čovjeka). Odabrane vrste i sojevi bakterija mliječne kiseline te bifidobakterije nalaze se u sastavu mikrobnih kultura za proizvodnju fermentiranog mlijeka. Svojstva mikrobnih kultura utječu na svojstva fermentiranog mliječnog proizvoda. S obzirom na vrstu primjene mikrobne kulture (mezofilne, termofilne, terapijske), određuju se uvjeti inkubacije (zrenja) mlijeka kao što su temperatura i trajanje vrenja, koji moraju biti optimalni kako bi se postigla povoljna senzorska svojstva te što bolja hranjiva, dijetetska i terapijska svojstva nastalog fermentiranog proizvoda.

2.4. Fermentacijske reakcije

U fermentaciji osnovne sirovine postoji nekoliko različitih vrsta fermentacija. Neovisno o tome jesu li one za proizvod poželjne ili nepoželjne.

Za fermentirane mliječne proizvode karakteristično je pet glavnih fermentacijskih reakcija:

- mliječna fermentacija
- alkoholna fermentacija
- propionska fermentacija
- koliformno-plinotvorna fermentacija
- maslačna fermentacija

Tablični prikaz pet fermentacijskih reakcija:

Tablica 3. Mikrobne vrste i stvoreni metaboliti fermentacijom laktoze za svih pet fermentacijskih reakcija (Samaržija, 2015., str. 9.).

ŠEĆER	MIKROORGANIZMI	METABOLIT	VRSTA FERMENTACIJE
LAKTOZA	<i>Lactobacillus / Streptococcus / Lactococcus / Pediococcus</i>	-mliječna kiselina	Homofermentativna mliječna
	<i>Leuconostoc</i>	-mliječna kiselina -metanol -CO ₂	Heterofermentativna mliječna
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-Etanol -CO ₂	alkoholna
	<i>Propionibacterium</i>	-propionska - mliječna kiselina -CO ₂	propionska
	<i>E. coli</i>	-mliječna kiselina -octena kiselina -jabučna kiselina -mravlja kiselina -Etanol -CO ₂	Koliformno-plinotovna
	<i>Clostridium bytircum</i>	-maslačna kiselina -octena kiselina -butanol -propanol -aceton -etanol -CO ₂ -H ₂	Maslačna

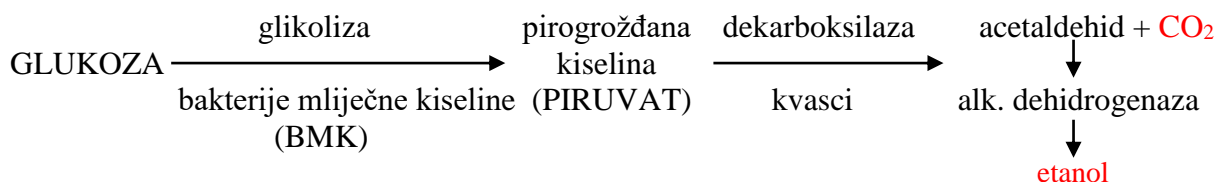
Prve tri (mliječna, alkoholna i propionska) poželjne su fermentacije i koriste se u proizvodnji točno određenih mliječnih proizvoda. Suprotno, posljednje su dvije (koliformno-plinotvorna i maslačna) nepoželjne fermentacije koje uzrokuju kvarenje fermentiranih mliječnih proizvoda. Od navedenih fermentacija, u proizvodnji fermentiranih mlijeka koriste se dvije - mliječna i alkoholna fermentacija.

- **Mliječna fermentacija**

Proces fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu je vrlo složen i odvija se postepenom razgradnjom uz stvaranje brojnih međuproizvoda i energije. Bakterije mliječne kiseline ne mogu koristiti laktozu izravno, već je pomoću enzima laktoza-permeaze prevode u svoju stanicu. Laktozu u samoj stanici cijepaju na glukozu i galaktozu, uz pomoć enzima β -galaktozidaze (laktaze). Glukoza se dalje postupno razgrađuje putem glikolize ili Embden-Meyerhof Parnasovim putem. Na putu glikolize specifični enzimi bakterija mliječne kiseline provode fermentaciju glukoze preko brojnih međuproizvoda do pirogroždane kiseline. Redukcijom pirogroždane kiseline (piruvata) djelovanjem specifičnog enzima laktat-dehidrogenaze, nastaje mliječna kiselina (laktat). Ovaj složeni put fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu naziva se homofermentativni put, a provodi se pod utjecajem homofermentativnih bakterija mliječne kiseline.

- **Alkoholna fermentacija**

Alkoholna fermentacija je biokemijska reakcija u kojoj su alkohol i CO_2 u najvećem udjelu konačan produkt razgradnje laktoze. Prema važnosti alkoholna je fermentacija druga najznačajnija fermentacija koja se koristi u proizvodnji fermentiranih mlijeka. Prvenstveno, alkoholna fermentacija je karakteristična za proizvodnju kefir i kumisa. Uz bakterije mliječne kiseline, kultura za proizvodnju tih dvaju proizvoda sadržava i kvasce (najčešće vrste roda *Torula* ili *Candida*). Iz glukoze, enzimatskim djelovanjem kvasaca nastaju etanol i CO_2 .



Alkoholna razgradnja glukoze uz pomoć enzima do etanola i CO_2 : putem glikolize uz pomoć specifičnih enzima bakterija mliječne kiseline provodi se fermentacija glukoze preko brojnih

međuproizvoda do pirogroždane kiseline. Djelovanjem enzima kvasaca, dekasboksilacijom nastaje acetaldehid i CO₂, te od acetaldehida redukcijom nastaje etanol.

Zadatak mliječne kiseline:

mliječna kiselina u fermentiranom mlijeku ima zaštitnu ulogu. Sprečava rast neželjenih bakterija. No, nakon određenog vremena čuvanja, nastaju nepovoljne promjene što znači da je trajnost fermentiranog proizvoda ipak ograničena.

Rok trajanja jogurta iznositi 4-6 tjedana. Postupkom pasterizacije, sterilizacije, zamrzavanja ili sušenja koje se provodi nakon vrenja produžuje se rok trajnosti proizvoda.

Pasterizacija se provodi na:

72-75°C/ nekoliko sekundi u izmjenjivaču topline ili

75°C/ 5-10 minuta u ambalaži

Sterilizacija se provodi na:

100°C/ 2-3 sekunde

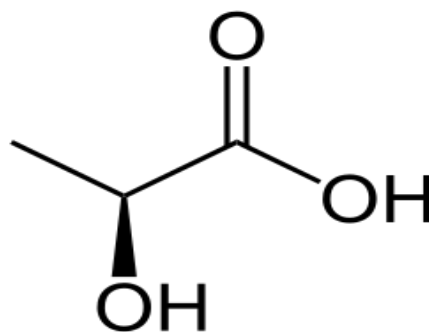
} trajnost proizvoda do 3 mjeseca

Zamrzavanje:

trajnost ovisi o temperaturi zamrzavanja i načinu čuvanja (postupak se najviše primjenjuje kod proizvodnje sladoleda)

Sušenje:

postiže se najveća trajnost proizvoda zbog isušivanja vode. Rok trajnosti 1-2 godine (npr. mlijeko u prahu).



Slika 1. Strukturna formula mliječne kiseline

2.5. Prehrambena i zdravstvena vrijednost

Prehrambena vrijednost fermentiranih mliječnih proizvoda najviše ovisi o sirovini upotrijebljenoj za proizvodnju, te o promjenama koje nastaju pri obradi i preradi te sirovine, osobito pri fermentaciji (vrenju). Nastale promjene i stvoreni metaboliti vrenja najviše ovise o sastavu primijenjene mikrobnog kulture, koja bitno utječe na novo formirana svojstva proizvedenog fermentiranog mliječnog napitka. Fermentacijom mlijeka razgrađuje se oko 20% prisutne laktoze, a stvara se mliječna kiselina koja snižavanjem pH-vrijednosti i inhibira rast nepoželjne mikroflore. Djelovanjem bakterija mliječne kiseline povećava se udio nekih vitamina (npr. B-kompleksa), proteini se djelomično razgrađuju (oko 1%) do aminokiselina i tako postaju lakše probavljivi, dok mliječna mast i mineralne tvari ostaju gotovo nepromijenjeni. Zbog smanjenog udjela laktoze fermentirani su mliječni napitci važni u prehrani ljudi koji ju teško probavljaju (nedostatak β -galaktozidaze). Fermentirani mliječni proizvodi se općenito smatraju zdravim i visokovrijednim namirnicama u ljudskoj prehrani.

2.6. Hranjiva i fiziološka vrijednost

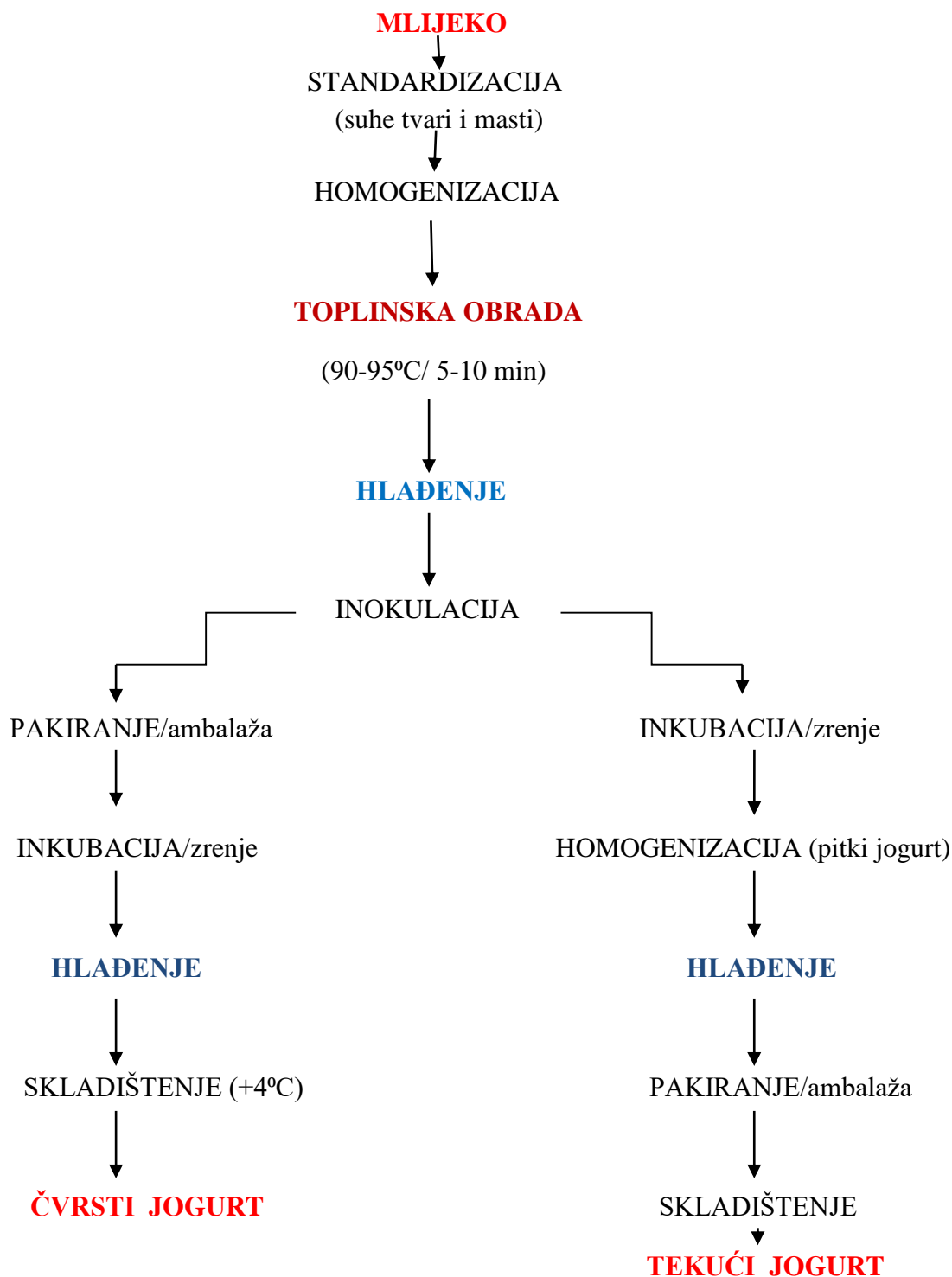
Hranjiva vrijednost fermentiranih mlijeka definira se udjelom i biološkom vrijednošću za organizam raspoloživih sastojaka. Nasuprot hranjivoj, pojam fiziološka vrijednost hrane odnosi se na količinu određenih nutrijenata sadržanih u hrani koji su neophodni za normalno funkcioniranje organizma. Svaki od tih fiziološki važnih nutrijenata u organizmu ima jednu ili više funkcija. Funkcija može biti: energetska, građiva ili regulacijsko-zaštitna. U tom smislu, u usporedbi sa sirom i mlijekom, fermentirana mlijeka zbog sastava i udjela pojedinih nutrijenata koje sadržavaju imaju veću hranjivu i funkcionalnu vrijednost. U proizvodnji fermentiranih mlijeka u finalnom su proizvodu sačuvani gotovo svi prirodni sastojci mlijeka što znači da fermentirana mlijeka sadrže približno devet različitih vrsta proteina, osam različitih vrsta lipida, sve mikroelemente i makroelemente, vitamine topljive u vodi i laktozu i glukozu.. Zato su fermentirani proizvodi izvor esencijalnih hranjivih tvari i sastojaka bitnih za zdravlje, koje je teško nadomjestiti prehranom siromašnom mliječnim proizvodima ili koja ih ne sadrži. Kalcij je mineral čiji glavni izvor su upravo mliječni proizvodi. Gao i sur (2006), su utvrdili da je nemoguće zadovoljiti preporuke za dnevnom količinom kalcija bez konzumacije fermentiranih proizvoda.

Nutritivne vrijednosti laktoze:

- niski glikemijski indeks i kalorijsku vrijednost,
- slatkoća manja od glukoze i galaktoze,

- ima slična svojstva prehrambenim vlaknima i prebioticima,
- poboljšava apsorpciju kalcija i magnezija,
- derivati laktoze (laktuloza, laktitol i galakto-oligosaharidi) koriste se kao prebiotici za poboljšanje rada crijeva

2.7. Proizvodnja fermentiranog mlijeka/jogurta



Slika 2. Tehnološki proces proizvodnje fermentiranog mlijeka (jogurta)

2.7.1. Mlijeko

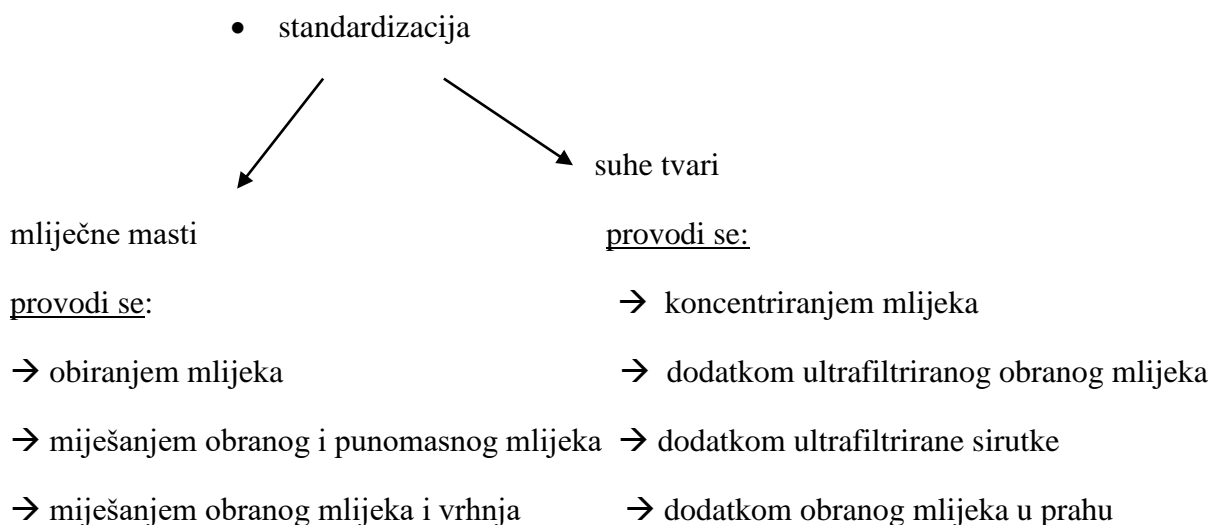
Smatra se visokovrijednom namirnicom ponajprije zbog iznimne biološke vrijednosti bjelančevina (posebice laktoalbumina) te sadržaja kalcija. Bjelančevine mlijeka sadržavaju sve esencijalne aminokiseline neophodne za izgradnju tkiva, enzima i hormona u ljudskom organizmu.

Prema standardnim propisima mlijeko za fermentirane mliječne proizvode treba sadržavati:

- najmanje 8,5 % suhe tvari bez masti
- kiselost mlijeka ne smije biti viša od 6,8°SH ili niža od pH 6,5

Povećanje kiselosti jedna je od najčešćih, promjena mlijeka. Uzrok mu je redovito fermentacija laktoze bakterijama mliječnog kiselog vrenja u mliječnu kiselinu. Određivanje kiselosti mlijeka jedan je od načina kontrole njegove svježine (prikazano u metodama). Mlijeko držano dulje vremena na sobnoj temperaturi prelazi u kiseli oblik i takvo se mlijeko ne može centrifugirati osim u hladnom stanju, što može uzrokovati velik gubitak mliječne masti koja zaostaje u obranom mlijeku. Prema zahtjevima za brzinu i točnost razlikuju se brze i analitičke metode određivanja kiselosti mlijeka. Analitičke metode su precizne laboratorijske metode. Brze metode ispitivanja mlijeka odnose se na utvrđivanje kritičnih kiselosti ili određenih graničnih kiselosti mlijeka. Tim metodama se na vrlo brz i jednostavan način omogućava kategorizacija mlijeka za određene tehnološke svrhe i to već na samom prijemu mlijeka.

Standardizacija mlijeka



2.7.2. Homogenizacija mlijeka

→ povećava viskoznost i bolju konzistenciju proizvoda

→ poboljšava teksturu gruš

→ nastaje puniji okus proizvoda

→ povećava probavljivost proizvoda

Cilj homogenizacije je povećati stabilnost emulzije mliječne masti, odnosno spriječiti izdvajanja masti na površinu mlijeka. Taj postupak je vrlo bitan za fermentirane proizvode jer na taj način dolazi do težeg izdvajanje sirutke. Dolazi do usitnjavanja i ujednačenja kuglica mliječne masti. Promjer globula u nehomogeniziranom mlijeku varira od 0.1-15 mm, dok u homogeniziranom iznosi 0.1 do 2 mm. Na ulasku u uski prostor ventila homogenizatora dolazi do deformacije i razvlačenja masne globule, a pri izlazu do konačnog cijepanja na sitnije kuglice. Homogenizacijom nije postignuta apsolutna stabilnost i ne sprječava se kretanje masnih globula prema površini (samo je znatno sporije). Zato se ovo mlijeko ne naziva homogenim već homogeniziranim.

2.7.3. Toplinska obrada

U proizvodnji fermentiranog mlijeka provodi se visoka toplinska obrada jer se na taj način postiže denaturacija proteina sirutke, interakcija k-kazeina, denaturacija SH-skupina, djelomična hidroliza kazeina, pretvorba aminokiselina u tvari arome, preraspodjela Ca, Mg i P između koloidnih i topljivih oblika, smanjenje udjela otopljenog kisika, dušika i CO₂ u mlijeku.

Temperatura toplinske obrade iznosi: [90-95°C/ 5-10 min ili 80-85°C/ 20-30 min]

2.7.4. Inokulacija mlijeka/ nacjepljivanje

Nacjepljivanje se provodi dodatkom određenog udjela mikrobnog kulture (ovisno o tipu, vrsti i aktivnosti kulture) pri temperaturi koja je optimalna za rast te kulture uz intenzivno miješanje.

2.7.5. Inkubacija/zrenje

Nakon inokulacije nastupa proces fermentacije odnosno događa se acidifikacija mlijeka i formira se gel, odnosno mlijeko se zgruš. Acidifikacija mlijeka je biokemijski proces i zato se mora odvijati u kontroliranim uvjetima u specijalnim inkubatorima i/ili fermentacijskim spremnicima (tankovima). Pri proizvodnji **čvrstog jogurta** inkubacija se provodi nakon

punjenja nacijepljenog mlijeka u ambalažu. Inkubacija mlijeka u ambalaži odvija se u komorama za inkubaciju pri odgovarajućim temperaturama ovisno koji tip jogurta se proizvodi. Za razliku od proizvodnje **tekućeg jogurta**, inkubacija mlijeka se provodi u spremniku za vrenje prije pakiranja u ambalažu. Na taj se način postiže tečnost proizvoda jer se oblikovani koagulum tijekom hlađenja i punjenja u ambalažu razbija i postaje tekući. Dodatnom primjenom homogenizacije nastaje vrlo tekući tj. **pitki jogurt**. Trajanje inkubacije ovisi o temperaturi, količini, aktivnosti dodane kulture i vrsti kulture (mezofilne, termofilne ili probiotičke bakterije). Inkubacija se provodi do oblikovanja koaguluma pri pH oko 4,6. Inkubacija može trajati i duže ovisno o postizanju željene kiselosti proizvoda (duža inkubacija-veća kiselost), no moramo paziti i kontrolirati kiselost kako ne bi došlo do sinereze jer se koagulum daljnjim kiseljenjem i djelovanjem temperature steže i odvaja sirutku koja se pojavi na površini čvrstog proizvoda. Kako bi se spriječila ta pojava, kiselost se treba kontrolirati mjerenjem pH vrijednosti proizvoda i zaustaviti daljnje kiseljenje u određenom trenutku. Za razliku od proizvodnje voćnog jogurta, zrenje se može prekinuti i pri nižoj pH vrijednosti jer šećeri sprečavaju naknadno kiseljenje proizvoda.

BITNO je da jogurt i drugi fermentirani mliječni proizvodi u trenutku prodaje nemaju preveliku kiselost.

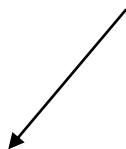
Primjer:

Mjerenje pH vrijednosti Dukat jogurta. Uzimaju se po dva uzorka iz komore za zrenje (gornji i donji uzorak na paleti) i mjeri se pH vrijednost uz pomoć pH metra. Ako je vrijednost pH između 4,50-4,60 zrenje se prekida i paleta se prebacuje na hlađenje u hladnjaču na temperaturu od 4-8 °C u odgovarajući tunel.

2.7.6. Hlađenje jogurta

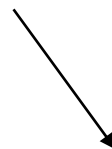
Svrha hlađenja fermentiranih mlijeka nakon završene fermentacije je kontrola razine fermentacijom stvorene mliječne kiseline i strukture gela.

Hlađenje fermentiranog proizvoda se razlikuje ovisno radi li se o čvrstom ili tekućem jogurtu.



ČVRSTI TIP JOGURTA

→ inkubacija u komori nakon pakiranja



TEKUĆI TIP JOGURT

→ inkubacija u spremniku prije fermentacije

→ hlađenje u komorama za hlađenje

→ hlađenje prije pakiranja u hladnjacima

Provodi se pažljivo jer prebrzo hlađenje dovodi do sinereze /odvajanja sirutke

Provodi se u 2 faze:

1. Hlađenje se vrši na temperaturu od 15-20 °C + dodatak voća (ako se radi o voćnom proizvodu)
2. Završno hlađenje na temperaturu nižu od 5 °C u hladnom skladištu

2.7.7. Pakiranje

Pakiranje se provodi u plastične čaše koje se zatvaraju Al- poklopcem ili u kartonsku ambalažu, hermetički u aseptičnim uvjetima. Natpisi na ambalaži moraju biti čitljivi s podacima prema propisima (vrsta mlijeka, udjel mliječne masti, šećera, količina voća...), mora biti naveden datum, vrijeme proizvodnje i rok trajanja proizvoda.

2.7.8. Skladištenje

Za čuvanje fermentiranih vrsta mlijeka koriste se niže temperature (temperature hladnjaka) od 4 °C do 8 °C. Tijekom razdoblja čuvanja može doći do naknadnog zakiseljavanja proizvoda ovisno o pH vrijednosti jogurta nakon završene proizvodnje, uvjetima čuvanja, omjeru bakterija jogurte kulture i o soju. Trajnost fermentiranih mlijeka proizvedenih na industrijski način je najmanje 20 dana.

2.8. Senzorska svojstva gotovog proizvoda

Mnogi faktori utječu na senzorska svojstva gotovog proizvoda, a to su: ambalažni materijal, rok trajanja, komponente koje čine proizvod, posebni dodaci (aditivi), način i vrijeme skladištenja. Proizvod je najbolje upotrijebiti prije isteka roka trajanja, zbog mogućnosti da se neke od komponenti ne istalože na dno pakovine. To dovodi do promjene same konzistencije proizvoda i njegovog okusa, do čega može doći čak i unutar roka valjanosti. Upravo iz toga razloga, testiranje provodi grupa analitičara (panelista) od 3-5 članova. Svaki dan u isto vrijeme ocjenjuju proizvode koji su se proizveli toga dana i proizvode koji su pri kraju roka trajnosti kako bi provjerili njihovu kvalitetu. Svaki član grupe mora imati određenu razinu poznavanja svojstava proizvoda, kako bi mogao potpuno i samostalno davati odgovarajuće bodove. Preporuča se da bodove (ocjene) članovi grupe izražavaju cijelim brojevima, a vođa

(koordinator) izračunava prosjek ocjena za svaki parametar senzorske kakvoće testiranog proizvoda. Ako se postignuti bodovi pojedinog analitičara statistički značajno razlikuju od izračunatog prosjeka, takvi se bodovi odbacuju, te se izračunava novi prosjek. Razlika se smatra značajnom kod dovoljno homogenih namirnica ako prelazi vrijednost + 1,2 boda u odnosu na prosječnu vrijednost. Kod heterogenih namirnica ta se razlika proširuje do +1, 5 boda. Ako grupa istraživača broji samo tri člana senzorski test se mora ponoviti, jer su rezultati samo 2 člana nedovoljni za izračunavanje pouzdanog prosjeka. U daljnjem stupnju procjene rezultata, pomnože se prosječne vrijednosti bodova parametra kakvoće s odgovarajućim faktorima značajnosti. Time se dobivaju vagani (ponderirani) bodovi.

Proizvod je prihvatljiv ako je svaki pojedini parametar postigao najmanje 2,8 boda (prosječna ocjena parametra), a ukupna suma produkata bodova s faktorima značajnosti (ponderirani bodovi) iznosi najmanje 11,2 od 20 mogućih.

Karakteristike proizvoda koje se promatraju: izgled boja, konzistencija miris, okus proizvoda te ambalaža proizvoda (var, lakoća otvaranje poklopca, hermetičnost). U slučaju otkrivanja ne adekvatnog proizvoda, proizvod se ne distribuira na tržište.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijali

Za eksperimentalni dio korišteno je jedanaest fermentiranih proizvoda koji zriju u komorama zrenja nakon cijepjenja s odgovarajućom kulturom.

Temeljem provedenog preliminarnog ispitivanja proizvodi su podijeljeni u dvije kategorije: fermentirani mliječni proizvodi koji zriju u komorama za zrenje na temperaturi od 26 °C i fermentirani mliječni proizvodi koji zriju u komorama za zrenje na temperaturi od 42 °C. Niže temperature korištene su kod fermentacije za proizvode koji sadrže više mliječne masti.

Proizvodi:

1. Dukat jogurt,
2. K- Classic jogurt-jogurt privatne robne marke (PL),
3. b.Aktiv LGG čvrsti jogurt,
4. Dukat acidofil,
5. Dukat kiselo vrhnje s 12% mliječne masti,
6. Pilos kiselo vrhnje s 12% mliječne masti (PL),
7. Dukat kiselo vrhnje s 20% mliječne masti,
8. Pilos kiselo vrhnje s 20% mliječne masti (PL),
9. Mileram,
10. Salakis turski jogurt i
11. Salakis grčki jogurt.

Kao kultivacioni supstrat upotrebjeno je obrano mlijeko koje je bilo termički pripremljeno zatim, cijepljeno sa odgovarajućom kulturom, inkubirano na 26 ili 42 °C i prepušteno zrenju kroz određeno vrijeme.

3.2. Metode

Cilj ispitivanja bio je prikazati koliki je pH zadanih proizvoda nakon prekida zrenja u odnosu na standardne pH vrijednosti te utvrditi da li je došlo do odstupanja tijekom mjerenja. Zrenje se vršilo u dvjema komorama različite temperature. Temperatura prve komore iznosila je 26 °C dok je temperatura druge komore iznosila 42 °C. U proizvodnji fermentiranog mlijeka praćeno je i vrijeme trajanja zrenja (u satima) koje je također uspoređeno sa standardnim vrijednostima.

3.2.1. Mjerenje kiselosti pomoću pH-metra

Uzorci su uzrokovani tako što se iz komore za zrenje uzimalo po dva uzorka s palete (jedan s vrha a drugi s dna palete). Proizvodi su bili dostavljeni do mjesta za uzorkovanje i uklonio se zaštitni aluminijski poklopac. Čista, oprana elektroda uranja se u jedan uzorak, a zatim i u drugi. Na uređaju se očitala pH vrijednost proizvoda koja nam govori o njegovoj kiselosti. Dobivene vrijednosti uspoređene su sa standardnim vrijednostima na temelju čega se odlučivalo da li je proizvod dovoljno zreo. Ukoliko je zrenje završilo proizvod se prebacuje na hlađenje, zatim skladištenje i na kraju se distribuira na tržište.

Princip određivanja

U svrhu određivanja kiselosti proizvoda korišten je pH-metar – Instrument VOLTcraft pH METAR 0 - 14 pH, PH-100 ATC. Uređaj se sastoji od specijalne sonde za mjerenje (staklene elektrode) spojene na elektronski metar koji mjeri i prikazuje izmjerenu pH vrijednost. Sonda proizvodi malu voltažu 0,06 volti po jedinici pH što se mjeri i prikazuje kao pH vrijednost pomoću pH metra.

Aparatura i pribor:

- pH metar

Tehnički podaci:

Dimenzija proizvoda, visina 205 mm

Dimenzija proizvoda, širina 68 mm

Kalibriran po Tvornički standard (vlastiti)

Kalibriranje moguće prema ISO

Opskrba naponom 9 V blok

Radna temperatura 0 - +50 °C

Težina 220 g



Slika 3. pH metar (lat. *potentiahydrogenii*: snaga vodika)

3.2.2. Mjerenje vremena zrenja

Za jedanaest ispitivanih uzoraka iz svake grupe mjerilo se vrijeme koje su proizvodi proveli u komorama zrenja. Početak mjerenja vremena vršio se ulaskom proizvoda u komoru. Vrijeme ulaska bilježio se za svaki proizvod. Po završetku zrenja odnosno kada se postigla željena kiselost, proizvod izlazi iz komore te se bilježi vrijeme izlaska proizvoda iz komore. Zbrajanjem početnog ulaznog vremena i izlaznog vremena dobije se vrijeme zrenja proizvoda u komori. Zrenje se mjeri u satima i minutama. Određivanje vremena zrenja vrši se uz pomoć štoperice

Aparatura i pribor:

Hanhart Crown Stopper Mechanical Stopwatch 111 0117

Tehnički podaci:

Hanhart Crown stoppers u ABS kućištu
Svi modeli su zaštićeni od ulaska prašine i vode
1/5 sek. 30 min.
Promjer Ø 55 mm, težina 75 g



Slika 4. Štoperica,
Izvor: <https://www.rost-sport.hr/stoperica-hanhart-111-0117-111-0117.aspx>

4. REZULTATI

Tablica 4. Standardne pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda za prekidanje zrenja pri temperaturi komore od 26°C

VRSTA PROIZVODA	ULAZNA TEMP. U ČAŠI (°C)	TEMP. U KOMORI ZA VRIJEME ZRENJA (°C)	SANDARDNE pH VRIJEDNOSTI PRI PREKIDU ZRENJA	STANDARDNO VRIJEME TRAJANJA ZRENJA U KOMORI (h)
12% Dukat kiselo vrhnje	24-28	26	4,40-4,50	12-14
12% Pilos kiselo vrhnje	24-28	26	4,40-4,50	12-14
20% Dukat kiselo vrhnje	24-28	26	4,40-4,50	12-14
20% Pilos kiselo vrhnje	24-28	26	4,40-4,50	12-14
Mileram	24-28	26	4,40-4,50	12-18

Tablica 5. pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda pri prekidanju zrenja u komorama pri temperaturi od 26°C

VRSTA PROIZVODA	ULAZNA TEMP. U ČAŠI (°C)	TEMP. U KOMORI ZA VRIJEME ZRENJA (°C)	MJESTO ISPITIVANJA U KOMORI	pH PREKIDA ZRENJA	SREDNJA VRIJEDNOST pH PREKIDA ZRENJA
12% Dukat kiselo vrhnje	24-28	26	Vrh palete	4,43	4,42
			Dno palete	4,40	
12% Pilos kiselo vrhnje	24-28	26	Vrh palete	4,43	4,44
			Dno palete	4,45	
20% Dukat kiselo vrhnje	24-28	26	Vrh palete	4,42	4,41
			Dno palete	4,39	
20% Pilos kiselo vrhnje	24-28	26	Vrh palete	4,38	4,40
			Dno palete	4,41	
Mileram	24-28	26	Vrh palete	4,43	4,44
			Dno palete	4,44	

Tablica 6. Vrijeme trajanja zrenja fermentiranih mliječnih proizvoda pri temperaturi komore od 26°C

VRSTA PROIZVODA	VRIJEME ULASKA PROIZVODA U KOMORU (h)	VRIJEME IZLASKA PROIZVODA IZ KOMORE (h)	VRIJEME TRAJANJA ZRENJA U KOMORI (h)
12% Dukat kiselo vrhnje	14:55	02:50	11:55
12% Pilos kiselo vrhnje	09:17	20:05	10:48
20% Dukat kiselo vrhnje	10:40	00:20	13:40
20% Pilos kiselo vrhnje	09:50	13:20	15:30
Mileram	13:35	00:25	10:50

Tablica 7. Standardne pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda za prekidanje zrenja pri temperaturi komore od 42°C

VRSTA PROIZVODA	ULAZNA TEMP. U ČAŠI (°C)	TEMP. U KOMORI ZA VRIJEME ZRENJA (°C)	SANDARDNE pH VRIJEDNOSTI PRI PREKIDU ZRENJA	STANDARDNO VRIJEME TRAJANJA ZRENJA U KOMORI (h)
Dukat jogurt	40-44	42	4,65-4,70	5-8
K-Classic jogurt	40-44	42	4,65-4,70	5-8
B. aktiv čvrsti jogurt	40-44	42	4,65-4,70	5-8
Dukat acidofil	40-44	42	4,60-4,65	6-8
Salakis turski jogurt (0,5kg)	40-44	42	4,50-4,55	6-8
Salakis grčki jogurt (0,5kg)	40-44	42	4,50-4,55	7-9

Tablica 8. Mjerenje pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda za prekidanje zrenja pri temperaturi komore od 42°C

VRSTA PROIZVODA	ULAZNA TEMP. U ČAŠI (°C)	TEMP. U KOMORI ZA VRIJEME ZRENJA (°C)	MJESTO ISPITIVANJA U KOMORI	pH PREKIDA ZRENJA	SREDNJA VRIJEDNOST pH PREKIDA ZRENJA
Dukat jogurt	40-44	42	Vrh palete	4,60	4,62
			Dno palete	4,63	
K-Classic jogurt	40-44	42	Vrh palete	4,52	4,58
			Dno palete	4,64	
B. aktiv čvrsti jogurt	40-44	42	Vrh palete	4,70	4,67
			Dno palete	4,63	
Dukat acidofil	40-44	42	Vrh palete	4,66	4,64
			Dno palete	4,61	
Salakis turski jogurt (0,5kg)	40-44	42	Vrh palete	4,51	4,52
			Dno palete	4,53	
Salakis grčki jogurt (0,5kg)	40-44	42	Vrh palete	4,50	4,52
			Dno palete	4,53	

Tablica 9. Mjerenje vremena trajanja zrenja fermentiranih mliječnih proizvoda pri temperaturi komore od 42°C

VRSTA PROIZVODA	VRIJEME ULASKA PROIZVODA U KOMORU (h)	VRIJEME IZLASKA PROIZVODA IZ KOMORE (h)	VRIJEME TRAJANJA ZRENJA U KOMORI (h)
Dukat jogurt	08:15	13:10	05:05
K-Classic jogurt	12:35	19:00	06:25
B. aktiv čvrsti jogurt	06:20	12:45	06:25
Dukat acidofil	01:35	08:35	07:00
Salakis turski jogurt (0,5kg)	10:10	17:00	06:50
Salakis grčki jogurt (0,5kg)	08:40	16:00	07:20

5. RASPRAVA

Za istraživanje korišteno je jedanaest različitih fermentiranih proizvoda. Na temelju provedenog ispitivanja proizvodi su podijeljeni u dvije kategorije: fermentirani mliječni proizvodi koji zriju u komorama za zrenje na temperaturi od 26 °C i fermentirani mliječni proizvodi koji zriju u komorama za zrenje na temperaturi od 42 °C.

Niže temperature korištene su kod fermentacije proizvode koji sadrže više mliječne masti. Tablica 4. prikazuje standardne pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda za prekidanje zrenja pri temperaturi komore od 26 °C, dok Tablica 5. prikazuje realno izmjerene pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda pri prekidanju zrenja u komorama temperature od 26 °C. pH vrijednost mjeri se na vrhu i dnu palete (Tablica 5.) na način da se uzima jedan proizvod sa vrha palete, a drugi sa dna zbog prosječne vrijednosti. Uzimajući srednju vrijednost ispitanih proizvoda i uspoređujući rezultate sa standardnim vrijednostima utvrđeno je kako se rezultati podudaraju ili neznatno variraju u zadanom rasponu između pH 4,40-4,50 bez značajnih odstupanja. U Tablici 6. vidljivo je vrijeme trajanja zrenja fermentiranih mliječnih proizvoda pri temperaturi komore od 26 °C. Svi fermentirani mliječni proizvodi na temperaturi komore 26 °C trebali bi dozrjeti u roku od 12-14 sata, osim Milerama jer taj proizvod ima nešto veći udio mliječne masti pa kod njega zrenje traje između 12-18 sati što se može očitati u Tablici 4. Uspoređujući standardne podatke s mjerenim podacima vidi se kako je kod mjerenja došlo do odstupanja u vremenu od maksimalno jednog sata i dvanaest minuta kod 12%-tnog Pilos kiselog vrhnja. Razlog dužeg trajanja zrenja može se prepisati vrsti i količini korištene kulture. Manja količina kulture produžava vrijeme trajanja zrenja, dok previsoke doze uzrokuju prezrelost i izdvajanje sirutke u vrlo kratkom vremenu. Vrijeme trajanja zrenja fermentiranih mliječnih proizvoda pri temperature komore od 26 °C prekinuto je u optimalnom vremenu (Tablica 7.) uz minimalna odstupanja. Dužim zrenjem pH proizvoda se snižava prema kiselom i na taj način dobiva se proizvod koji ne zadovoljava standarde i ne može se plasirati na tržište zbog neprikladnog kiselog okusa. Tablica 7. prikazuje standardne pH vrijednosti fermentiranih mliječnih proizvoda za prekidanje zrenja pri temperaturi komore od 42 °C, dok s druge strane Tablica 8. prikazuje mjerene pH vrijednosti za fermentirane mliječne proizvode pri temperaturi komore od 42°C. Usporedbom sa standardnim vrijednostima utvrđeno je kako se rezultati također poklapaju uz minimalna odstupanja koja su dopuštena. Standardne pH vrijednosti kreću se u rasponu od 4,50-4,70. Provedbom eksperimenta ustanovljeno je kako se sve vrijednosti mjerenja koje je provedeno na isti način kao i pri 26 °C, poklapaju sa standardnim vrijednostima. (Tablica 8.) bez odstupanja.

U Tablici 9. vidljivo je kako bi svi fermentirani mliječni proizvodi u komorama temperature 42 °C trebali dozrijeti između 5-9 sati. Vrijeme trajanja zrenja je kraće u odnosu na standardno vrijeme trajanja zrenja u komori pri 26 °C. Razlog je veća temperature zrenja te veća ulazna temperatura u čaši. Povećavanjem temperature ubrzava se zrenje, a vrijeme trajanja je smanjuje. Mjerenjem vremena trajanja zrenja fermentiranih mliječnih proizvoda pri temperature komore od 42°C dokazano je da se podaci podudaraju sa standardnim vrijednostima trajanja zrenja fermentiranih mliječnih proizvoda pri temperaturi komore od 42 °C.

6. ZAKLJUČCI

1. Proizvodi kao što su 12%-tno Dukat kiselo vrhnje, 12%-tno Pilos kiselo vrhnje, 20%-tno Dukat kiselo vrhnje, 20%-tno Pilos kiselo vrhnje i Mileram imaju veći udio mliječne masti te niži pH zbog dužeg trajanja zrenja od Dukat jogurta, K- Classic jogurta, b.Aktiv LGG čvrstog jogurta, Dukat acidofila, Salakis turskog jogurt i Salakis grčkog jogurta.
2. Također proizvodi 12%-tno Dukat kiselo vrhnje, 12%-tno Pilos kiselo vrhnje, 20%-tno Dukat kiselo vrhnje, 20%-tno Pilos kiselo vrhnje i Mileram imaju nižu ulaznu temperaturu u čaši i nižu temperaturu zrenja u komori od Dukat jogurta, K- Classic jogurta, b.Aktiv LGG čvrstog jogurta, Dukat acidofila, Salakis turskog jogurt i Salakis grčkog jogurta.
3. Srednje vrijednosti pH prekida zrenja kod Dukat jogurta i K-Classic jogurta nešto su niža u odnosu na standardne pH vrijednosti prekida zrenja.
4. Odstupanja u vremenu od maksimalno jednog sata i dvanaest minuta uočeno je kod 12%-tnog Pilos kiselog vrhnja.
5. Slična odstupanja uočena su i kod Milerama u vremenu od jednog sata i deset minuta.

7. LITERATURA

- BEGANOVIĆ J., KOS B., LEOŠ PAVUNC A., UROIĆ K., DŽIDARA P., ŠUŠKOVIĆ J. (2013) Proteolytic activity of probiotic strain *Lactobacillus helveticus*M92. *Anaerobe* 20: 58-64.
- BOLF N. (2015) Mjerenje i regulacija pH (I. dio), Mjerna i regulacijska tehnika, *Kem. Ind.* 64 (9-10) (2015) 578–580.
- BUCK J. D. (1982) Nonstaining (KOH) Method for Determination of Gram Reactions of Marine Bacteria, *Appl Environ Microbiol* 44: 992-993.
- BUIST G., VENEMA G., KOK J. (1998) Autolysis of *Lactococcus lactis* influenced by proteolysis. *J Bacteriol* 180: 5947–5953.
- CHASSARD C., GRATTEPANACHE F., KNEIFEL C. W., SALMINENS. (2011) Probiotics and health claims, *Wiley-Blackwell, Oxford*, pp.: 49-67.
- CHRISTENSEN J. E., DUDLEY E. G., PEDERSON J. A., STEELE J. L. (1999) Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek* 76: 217–246.
- CONWAY P. L. I HENRIKSON A. (1994) Strategies for the Isolation and Characterisation of Functional Probiotics. U: Human Health: The Contribution of Microorganisms, S. A. W. Gibson (ured.), Springer Verlag, London, 75-93.
- HUPPERTZ T., FOX P. F., KELLY A. L. (2018) 3 –The caseins: Structure, stability, and functionality, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Proteins in Food Processing (Second Edition), (ured.: Yada R. Y.), Woodhead Publishing, 49-92.
- SAMARŽIJA, L. (2015) Fermentirana mlijeka. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- ŠUŠKOVIĆ J. (1996) Rast i probiotičko djelovanje odabranih bakterija mliječne kiseline. Disertacija. Prehrambeno-biotehnološki fakultet u Zagrebu.
- TRATNIK LJ. (1998) Mlijeko –tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.