

Proizvodnja grčkog tipa jogurta

Stanišić, Ranko

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development in Pozega / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:277:938806>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-05**



Repository / Repozitorij:

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Pozega](#)



**FAKULTET TURIZMA I RURALNOG
RAZVOJA U POŽEGI**



RANKO STANIŠIĆ, 0113021207

PROIZVODNJA GRČKOG TIPA JOGURTA
ZAVRŠNI RAD

Požega, 2024. godine.

**FAKULTET TURIZMA I RURALNOG
RAZVOJA U POŽEGI**

PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

PROIZVODNJA GRČKOG TIPA JOGURTA
ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA TEHNOLOGIJA MLIJEKA I MLIJEČNIH PROIZVODA

MENTOR: Ana Mrgan, dipl. ing.

STUDENT: Ranko Stanišić

JMBAG studenta: 0113021207

Požega, 2024. godine

SAŽETAK

Grčki tip jogurta je u novije vrijeme postao jedan od traženijih fermentiranih mliječnih proizvoda u cijelom svijetu. Postoji nekoliko dobrih razloga za to: njegov bogat okus, kremasta struktura, veći sadržaj proteina, te dobar utjecaj na ljudsko zdravlje. Za razliku od tradicionalnog grčkog jogurta koji se dobiva cijedenjem jogurta i izdvajanjem viška sirutke, grčki tip jogurta dobiva se dodavanjem praškastih mliječnih komponenti koje jogurtu osiguravaju svojstvenu teksturu, okus i nutritivna svojstva. Prilikom proizvodnje velika važnost pridaje se praćenju kvalitete i zdravstvene ispravnosti samog proizvoda. U ovom radu opisan je proces proizvodnje grčkog tipa jogurta, te su prikazani rezultati provedenih analiza tijekom proizvodnje.

Ključne riječi: grčki tip jogurta, fermentirani mliječni proizvodi, zdravstvena ispravnost, rezultati analiza

SUMMARY

The Greek type of yogurt has recently become one of the most sought-after fermented milk products in the whole world. There are several good reasons for this: its rich taste, creamy structure, higher protein content, and good impact on human health. Unlike the traditional Greek yogurt, which is obtained by straining the yogurt and extracting the excess whey, the Greek type of yogurt is obtained by adding powdered milk components that provide the yogurt with its characteristic texture, taste and nutritional properties. During production, great importance is attached to monitoring the quality and health of the product itself. This paper describes the production process of the Greek type of yogurt, and presents the results of the analyzes carried out during production.

Key words: Greek type of yogurt, fermented milk product, health suitability, analysis results

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Počeci proizvodnje mlijeka i fermentiranih mliječnih proizvoda	2
2.2. Proizvodnja grčkog tipa jogurta	3
2.3. Zakonski propisi	3
2.4. Definicija i vrste mlijeka u ljudskoj prehrani	4
2.5. Kvalitativne karakteristike sirovog mlijeka	5
2.6. Fizikalni postupci obrade mlijeka	6
2.6.1. Filtriranje i klarifikacija	6
2.6.2. Deaeracija ili deodorizacija	6
2.6.3. Baktofugacija.....	7
2.6.4. Separacija vrhnja.....	7
2.6.5. Standardizacija mliječne masti (tipizacija).....	8
2.6.6. Homogenizacija.....	9
2.6.7. Pasterizacija	9
2.7. Fermentacija mlijeka	10
2.8. Čišćenja, pranja i dezinfekcije u mljekarskoj industriji	11
2.8.1. Postupci i sredstva za pranja postrojenja u mljekarskoj industriji	12
2.8.2. Dezinfekcija.....	12
3. MATERIJALI I METODE	13
3.1. Industrijska proizvodnja grčkog tipa jogurta	13
3.2. Laboratorijske analize mlijeka, poluproizvoda i gotovog proizvoda	15
3.2.1. Određivanje prisutnosti aflatoksina i antibiotika u sirovom mlijeku.....	15
3.2.2. Određivanje kiselosti i svježine sirovog mlijeka	16
3.2.3. Određivanje kiselosti mlijeka pH metrom.....	16
3.2.4. Određivanje titracijske kiselosti po Soxhlet-Henkelu.....	16
3.2.5. Određivanje krioskopske točke ledišta sirovog mlijeka	17
3.2.6. Određivanje mliječne masti, proteina, laktoze i bezmasne suhe tvari (BST)	17
3.2.7. Određivanje mliječne masti (butirometrijska metoda po Gerberu).....	18
3.2.8. Senzorska svojstva i pH gotovog proizvoda	18
4. REZULTATI I RASPRAVA	19

5. ZAKLJUČAK	24
6. LITERATURA.....	25

1. UVOD

Jogurt i njegove varijante, te jogurtu srodne vrste proizvoda razvili su se u najpopularnija i potrošačima najprihvatljivija fermentirana mlijeka. Ove proizvode karakterizira blago kiseli okus, dobra probavljivost, raznolikost okusa, visoka prehrambena vrijednost, te ustaljena kvaliteta.

Proizvodnja jogurta temelji se na fermentaciji jednog ili više, po želji izabranih mliječnih sastojaka (mlijeka, obranog ili djelomično obranog mlijeka ili vrhnja) uz dodatak autohtonih bakterijskih kultura, točnije dvije bakterijske vrste: *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Svojom konzistencijom jogurti i njemu srodni proizvodi pripadaju polučvrstim fermentiranim mliječnim proizvodima, koji se prema fizikalnim svojstvima gel-strukture svrstavaju u čvrsta, tekuća i pitka fermentirana mlijeka.

Obogaćivanje bezmasne suhe tvari (BST) kod proizvodnje jogurta karakteristična je tehnološka operacija i provodi se prvenstveno zbog povećanja ukupnog udjela proteina, ali se time poboljšavaju i reološka svojstva gel-strukture jogurta (viskoznost, čvrstoća i kapacitet vezanja vode). Osim povećanja bezmasne suhe tvari, standardizacija (naravnavanje) udjela mliječne masti neophodna je za dobivanje široke lepeze ovakvih proizvoda, pa tako imamo bezmasne varijante do 0,5 %, niskokalorične sa 0,5 do 2 %, te punomasne varijante jogurta sa udjelom mliječne masti od 3,2 do 5 %. Iznimno kod proizvodnje grčkog tipa jogurta i drugih koncentriranih jogurta gdje sadržaj mliječne masti može biti i viši od 10 %.

Pri skladištenju standardno proizvedenog jogurta na temperaturama nižim od 10 °C rok trajanja je minimalno 8 do 10 dana, ali i znatno duže (21 do 28 dana), te je i zbog te činjenice jogurt postao prihvatljiv prehrambeni proizvod mnogim skupinama potrošača (Samaržija, 2015: 208 - 211).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Počeci proizvodnje mlijeka i fermentiranih mliječnih proizvoda

Pripitomljavanje divljih životinja te njihovo udomaćivanje i uzgoj, pružilo je ljudima mogućnosti njihove višestruke eksploatacije. Naime, od životinja se dobivalo meso, mlijeko, vuna, koža, krzno, perje i slično. Već u rano pretpovijesno doba ljudi su pripitomili velik broj životinja i od tada se mlijeko životinja počinje upotrebljavati u ljudskoj prehrani. Najstarije svjedočanstvo o proizvodnji i preradi mlijeka datira još od 3100 g. pr. Kr., a ostavili su ga Sumerani (tvorci klinastog pisma) u obliku reljefa koji se nalazi u hramu boginje Nin-har-zag. Kod starih Inda (2000 g. pr. Kr.) mljekarstvo je bilo toliko razvijeno da su kravu cijenili i plaćali po količini maslaca koji se dobije od njenog mlijeka. U drevnom Egiptu pronađeni su mnogobrojni slikoviti prikazi tadašnje proizvodnje i prerade mlijeka, a u jednoj grobnici koja je sagrađena 2500 g. pr. Kr. pronađena je i određena količina proizvedenog maslaca, sačuvana u posudi od alabastra. Starim Grcima i Rimljanima (1550 g. pr. Kr. do 475 g.) mlijeko i sir bili su važna i cijenjena hrana, a maslac se uglavnom koristio kao lijek ili u obredne svrhe. U Europi se za vrijeme ropstva po radionicama proizvodio sir i maslac, a srednji vijek karakterizira proizvodnja i prerada mlijeka uglavnom na crkvenim i imanjima svjetovnih feudalaca. Procvat mljekarske industrije dogodio se u 19. i 20. st. zbog jakog razvoja industrije te inženjerstva i tehnologije.

Uporabom životinjskog mlijeka u ljudskoj prehrani zamijećene su različite promjena prilikom uporabe, manipulacije i skladištenja mlijeka, a upravo te promjene rezultirale su nastankom novih proizvoda koji su se mogli konzumirati. Naime, uslijed endogene mikroflore i enzima, pri sobnoj temperaturi dolazi do mliječno-kisele fermentacije u mlijeku i nastanka mliječne kiseline, te mlijeko postaje kiselo i grušava se. Ovakva fermentacija je nekontrolirana, a proizvod može biti ugodnog okusa i dugotrajan, ali može sadržavati i druge, neželjene patogene mikroorganizme koji bi mogli narušiti čovjekovo zdravlje ili samu kvalitetu proizvoda.

U novije vrijeme, razvojem mikrobiologije i tehnologije, ovaj proces fermentacije postao je kontroliran i tako je omogućeno dobivanje fermentiranih mliječnih proizvoda različitih svojstava i standardne kvalitete (Petričić, 1984: 3 - 229).

2.2. Proizvodnja grčkog tipa jogurta

Grčki jogurt poznat još i kao koncentrirani ili procijeđeni jogurt, dobiva se cijedenjem običnog jogurta, tj. uklanjanjem viška tekućine-sirutke. Procesom cijedenja smanjuje se ukupni volumen jogurta, pa je za proizvodnju grčkog jogurta potrebno znatno više mlijeka nego za proizvodnju iste količine običnog jogurta. Tradicionalno se grčki jogurt cijedi u platnenim vrećicama i do tri puta sve dok se ne postigne željena tekstura. U današnje vrijeme ovaj proces cijedenja može se odraditi i pomoću centrifuga, a cilj je isti (izdvajanje sirutke). Budući da se većina tekućine kod ove vrste jogurta uklanja, jogurt postaje puno gušći i čvršći od običnog jogurta, pa to povećava i samu cijenu proizvoda jer je potrebna i veća količina početne sirovine-mlijeka (Lang, 2020, URL).

U novije vrijeme u mliječnoj industriji proizvode se jogurti koji se svojom teksturom žele približiti grčkom jogurtu. Takvi proizvodi ne koriste tradicionalnu metodu cijedenja viška sirutke, već se za postizanje željene gustoće i čvrstoće jogurta u mlijeko dodaju određeni sastojci poput: proteina sirutke, mliječnih proteina ili ultrafiltriranog mlijeka. Ove proizvode nazivamo grčki tip jogurta ili jogurt u grčkom stilu. Kod ovih jogurta postoji mogućnost podešavanja udjela proteina, pa udio proteina može doseći koncentracije kao i kod grčkog jogurta (8 do 10 %). S obzirom da se ovim postupkom proizvodnje ne izdvaja sirutka vrijeme fermentacije grčkog tipa jogurta duže je nego kod proizvodnje tradicionalnog grčkog jogurta (Think USA Dairy, 2016, URL).

2.3. Zakonski propisi

Proizvodnja prehrambenih proizvoda između ostalog i grčkog jogurta i njemu srodnih fermentiranih mliječnih proizvoda, mora udovoljiti zakonskim propisima. Temeljni zakonski propisi su: Zakon o hrani (NN 18/2023) Zakon o poljoprivredi (NN 118/2018 i 152/2022) te podzakonski propisi vezani za kvalitetu mlijeka, Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020) te Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima (NN 64/2017).

Sirovo mlijeko kao osnovna sirovina u proizvodnji ove vrste jogurta ispituje se i sa aspekta sigurnosti hrane prema sljedećim propisima:

- Pravilnik o farmakološki djelatnim tvarima i njihovoj klasifikaciji u odnosu na najveće dopuštene količine rezidua u hrani životinjskog podrijetla (NN 21/2011). Ovim Pravilnikom preuzeta je Uredba Komisije (EZ) br. 37/2010 od 22. prosinca 2009. o

farmakološki djelatnim tvarima i njihovoj klasifikaciji u odnosu na najveće dopuštene količine rezidua u hrani životinjskog podrijetla

- Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 396/2005 Europskog parlamenta i Vijeća od 23. veljače 2005. o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla (NN br. 80/13)
- Zakon o kontaminantima (NN 39/2013; 114/2018) koji je usklađen s Uredbom Komisije (EZ) br. 1881/2006 od 19. prosinca 2006. o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani.

2.4. Definicija i vrste mlijeka u ljudskoj prehrani

Mlijeko je biološka tekućina, koja je vrlo složenog kemijskog sastava, žućkasto bijele boje, ima karakterističan okus i miris, a izlučuju ga mliječne žlijezde ženki sisavaca i žena, određeno vrijeme nakon poroda. Kakvoća mlijeka mora odgovarati zakonskim propisima, a definira se kao normalni sekret mliječne žlijezde koji se dobiva redovitom i neprekidnom mužnjom jedne ili više zdravih krava, ispravno držanih i hranjenih, a kojemu ništa nije oduzeto niti dodano (Tratnik, 1998: 13-15).

Pored kravljeg mlijeka, čija je uporaba i konzumacija najraširenija u svijetu, postoje još neke vrste životinjskog mlijeka koje je čovjek uvrstio u svoju prehranu ali u znatno manjim količinama. Tu ubrajamo: kozje mlijeko, ovčje mlijeko, mlijeko bivolica, kobilje mlijeko, mlijeko magarica i devino mlijeko. Svjetska proizvodnja i prerada mlijeka uglavnom se bazira na mlijeko ovih pet životinjskih vrsta: krave, bivolice, koze, ovce i deve. Prema podacima međunarodne mljekarske federacije (International Dairy Federation, IDF, 2016, URL), ukupna proizvodnja mlijeka po vrstama u svijetu je:

- kravlje mlijeko 81,2 %
- mlijeko bivolice 13,3 %
- kozje mlijeko 2,3 %
- ovčje mlijeko 1,3 %
- devino mlijeko 0,2 %.

Sve navedene vrste mlijeka, osim u proizvodnim količinama, razlikuju se po kemijskom sastavu odnosno koncentraciji pojedinih sastojaka, fizikalnim i kemijskim svojstvima, te prehrambenoj i zdravstvenoj vrijednosti (Božanić, Lisjak Jakopović i Barukčić, 2018: 13). Prosječni kemijski sastav različitih vrsta mlijeka prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav različitih vrsta mlijeka (Tratnik i Božanić, 2012: 19)

Vrsta mlijeka	Ukupni proteini (%)	Kazein (%)	Proteini sirutke (%)	Mast (%)	Ugljikohidrati (%)	Pepeo (%)
Majčino	1,0	0,5	0,5	4,5	7,0	0,2
Kobilje	2,2	1,3	0,9	1,7	6,2	0,5
Kravlje	3,5	2,8	0,7	3,7	4,8	0,7
Kozje	3,6	2,7	0,9	4,1	4,7	0,8
Bivolje	4,0	3,5	0,5	7,5	4,8	0,7
Ovčje	4,6	3,9	0,7	7,2	4,8	0,8

2.5. Kvalitativne karakteristike sirovog mlijeka

Ovisno o temperaturi, mlijeko je emulzija ili suspenzija mliječne masti u vodi, u kojoj se nalaze različite otopljene tvari (laktoza i mineralne tvari u obliku soli) te tvari u koloidnom obliku (kao što su proteini) (Tratnik, 1998:16).

Prema važećem propisu za kvalitetu mlijeka (Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, NN 136/2020), sirovo mlijeko mora imati: najmanje 3 % a najviše 5,5 % mliječne masti, te najmanje 2,5 % a najviše 4 % bjelančevina. Za preračunavanje količine sirovog mlijeka iz litara u kilograme koriste se sljedeći koeficijenti:

- 1,030 za sirovo kravlje mlijeko
- 1,030 za sirovo kozje mlijeko i
- 1,036 za sirovo ovčje mlijeko.

Sirovo mlijeko:

- ne smije imati točku ledišta višu od -0,517 °C
- ne smije imati gustoću nižu od 1,028 g/cm³ pri temperaturi od 20 °C
- ne smije imati suhu tvar bez masti nižu od 8,5 %
- mora imati kiselinski stupanj od 6,0 do 6,8 °SH i pH vrijednost od 6,5 do 6,7
- negativnu reakciju na alkoholnu probu sa 72 % etilnim alkoholom
- mora potjecati od životinja u laktaciji kod kojih je od poroda prošlo minimalno 8 dana,

- ili je do poroda najmanje 30 dana
- mora imati svojstven izgled, boju i miris
- ne smije sadržavati rezidue ili druge kontaminante u količinama većim od najvećih dopuštenih, ostatke tvari, detergente i druge tvari koje mogu imati štetan učinak za zdravlje ljudi ili koje mijenjaju organoleptička svojstva mlijeka.

2.6. Fizikalni postupci obrade mlijeka

2.6.1. Filtriranje i klarifikacija

Filtriranje mlijeka tehnološka je operacija koja služi za izdvajanje raznih nečistoća i stranih tijela iz mlijeka, a provodi se pomoću različitih filtara koji su ugrađeni na ulazu u cjevovod prilikom prijema mlijeka u mljekaru.

Klarifikacija je postupak izdvajanja mehaničkih nečistoća pomoću centrifugalnih separatora koje nazivamo klarifikatori. Rotacijom tanjura klarifikatora ne samo da dolazi do izdvajanja nečistoća, već se uklanja i veliki broj mikroorganizama, pa se klarifikaciji daje prednost ispred filtracijskih procesa, jedino što je nešto veća potrošnja energije (Tratnik 1998: 77-83).

2.6.2. Deaeracija ili deodorizacija

Mlijeko uvijek sadrži određene količine plinova i to najviše CO₂, nešto manje dušika i najmanje kisika. Ovi plinovi mogu biti otopljeni ili kemijski vezani u mlijeku, međutim najveći problem predstavlja raspršeni zrak koji mlijeku povećava volumen. Povećanje volumena mlijeka utječe na smanjenje točnosti mjerenja protoka pri prijemu mlijeka, učinka pasterizacije ili obiranja mliječne masti, te utječe na preciznost standardizacije udjela mliječne masti. U svrhu uklanjanja nepoželjnih plinova koristi se deaerator ili deodorizator (Slika 1). Konstrukcijski je to ekspanziona vakuumska komora s ugrađenim kondenzatorom, a na liniji prijema mlijeka uglavnom dolazi prije mjerača protoka. Postupkom deaeracije uklanjaju se plinovi, ali i lako hlapive tvari koje mlijeko može apsorbirati iz okoline, a koji mogu dati nepoželjan okus ili miris kako mlijeku tako i mliječnim proizvodima (po korovu, po stočnoj hrani, ili po samoj kravi) (Tratnik, 1998: 88 -89).



Slika 1. Deaerator (ssprocess, URL)

2.6.3. Baktofugacija

Uređaje za baktofugaciju nazivamo baktofugatori i njihov zadatak je da iz mlijeka izdvajaju bakterije koje imaju veću gustoću od mlijeka. Baktofugatori rade na principu centrifugalne sile, te služe za postizanje bolje bakteriološke kvalitete mlijeka. Glavni dio konstrukcije baktofugatora su rotirajući tanjuri koji na svojim krajevima imaju rupe gdje se razdvaja mlijeko od taloga (baktofugat) u kojemu se nalaze izdvojene bakterije. Baktofugatori mogu biti jednofazni ili dvofazni, a primjenom dvije baktofugacije može se iz mlijeka ukloniti i više od 99 % termorezistentnih spora (*Clostridium* ssp.) (Tratnik, 1998: 83-84).

2.6.4. Separacija vrhnja

Izdvajanje vrhnja ili drugim riječima obiranje mlijeka vrši se u posebnom uređaju – separatoru vrhnja. Kapacitet separatora vrhnja (Slika 2) vezan je za kapacitet pasteurizatora u kojem se mlijeko prethodno zagrije na određenu temperaturu pogodnu za postupak separacije. Mlijeko se u separatoru može zadržati od 5 do 10 minuta. Sami uređaj je hermetički zatvoren i radi na principu centrifugalne sile. Okretanjem bubnja stvara se centrifugalna sila koja uzrokuje izdvajanje masti iz mlijeka. Globule (kuglice) mliječne masti koje su manje gustoće kreću se prema osi rotacije, a obrano mlijeko (veća gustoća) prema obodu bubnja. Povećanjem brzine bubnja raste i brzina centrifugalne sile, a samim time povećava se i izdvajanje mliječne masti (Tratnik, 1998: 78).



Slika 2. Separator vrhnja (exapro, URL)

2.6.5. Standardizacija mliječne masti (tipizacija)

Udjeli mliječne masti u fermentiranim mliječnim proizvodima mogu se kretati manje od 0,1 %, pa sve do 10 % (kao što je slučaj kod grčkog tipa jogurta). Željeni udio mliječne masti može se postići na nekoliko načina: potpunim obiranjem mlijeka, miješanjem punomasnog i obranog mlijeka, dodavanjem vrhnja punomasnom i obranom mlijeku, te kombinacijom navedenih metoda (Samaržija, 1998: 158).

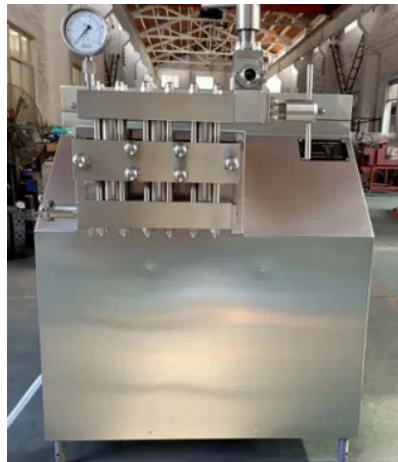
U današnje vrijeme, s obzirom na velike kapacitete prerade mlijeka koriste se automatski kontinuirani sustavi za standardizaciju (Slika 3). Takvi sustavi vrlo su efikasni, ali zahtijevaju visoku točnost kalibracije mjerača protoka i standardizirane uvjete same operacije.



Slika 3. Standardizator (Kompomaster) (secondhand-equipment, URL)

2.6.6. Homogenizacija

Homogenizacija predstavlja postupak razbijanja, tj. usitnjavanja i izjednačavanja veličina globula mliječne masti u mlijeku ili vrhnju pod utjecajem visokog tlaka i povišene temperature, čime se postiže veća stabilnost emulzije masti u mlijeku. Uređaj za homogenizaciju-homogenizator (Slika 4) sastoji se od postolja i pokrova te nekoliko visokotlačnih pumpi. Mlijeko pod pritiskom prolazi kroz sitne otvore ventila, te uslijed protoka dolazi do usitnjavanja masnih globula (Tratnik, 1998: 85). Tlakovi koji se prilikom homogenizacije najčešće koriste u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda kreću se od 100 do 250 bara, a optimalna temperatura mlijeka pri homogenizaciji je između 55 i 65 °C (Samaržija, 2015: 172). U proizvodnji se koriste jednofazni ili dvofazni homogenizatori, a praksa je pokazala da se prilikom uporabe dvofaznog homogenizatora postiže stabilniji proizvod, odnosno manja je mogućnost ponovnog spajanja globula masti (Tratnik, 1998: 86).



Slika 4. Homogenizator (sh-kaiquan.en.made-in-china, URL)

2.6.7. Pasterizacija

Pod pasterizacijom podrazumijevamo toplinsku obradu mlijeka, koja se provodi na različitim temperaturama nižim od 100 °C, a obrnuto proporcionalno vremenu trajanja pasterizacije. Mlijeko koje je pristiglo u mljekaru potrebno je što prije toplinski obraditi (minimalno 24 sata od primitka). Svrha pasterizacije je uništavanje patogenih, ali i što većeg broja ostalih mikroorganizama, inaktivacija enzima prisutnih u mlijeku radi produljenja trajnosti mlijeka, te osiguranje standardne mikrobiološke kvalitete proizvoda. Temperature i

trajanje pasterizacije ovise o toplinskoj otpornosti mikroorganizama, pa su tako potrebne više temperature za uništenje spora bakterija, plijesni i kvasaca, nego njihovih vegetativnih oblika.

Tri su osnovna načina pasterizacije:

- niska dugotrajna pasterizacija (63 do 65 °C/30 minuta), koja se u današnje vrijeme u industriji više ne koristi
- srednja kratkotrajna pasterizacija (71,7 do 74 °C/20 do 40 sekundi, ali ne manje od 15 sekundi), koja se najviše koristi u industrijskoj proizvodnji
- visoka pasterizacija (primjena temperature od 82 °C najmanje 20 sekundi).

U sva tri slučaja krajnji cilj pasterizacije je uništenje patogenih bakterija, ali i 99,5 do 99,9 % saprofitne mikroflore mlijeka, te inaktivacija enzima (fosfataza, peroksidaza) (Tratnik, 1998: 90-93).

Pasterizacija, kao i predgrijavanje ili pothlađivanje mlijeka u procesu proizvodnje vrši se pomoću izmjenjivača topline (Slika 5) koji konstrukcijski mogu biti cijevni ili češće pločasti.



Slika 5. Pločasti izmjenjivač topline – pasterizator (m.indiamart, URL)

2.7. Fermentacija mlijeka

Fermentacija ili vrenje definira se kao proces u kojem se događaju biokemijske promjene organskih sastojaka djelovanjem enzima mikroorganizama (oksidoredukcijske reakcije), najčešće bez prisutnosti kisika, uz oslobađanje energije. Najvažnija biokemijska reakcija za mliječne proizvode je reakcija fermentacije laktoze (mliječnog šećera). Proces fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu vrlo je složen i odvija se postupnom razgradnjom uz stvaranje brojnih među-produkata i oslobađanje energije. Laktoza se uz pomoć enzima β -

galaktozidaze (laktaze) razgrađuje na glukozu i galaktozu. Glukoza se dalje postupno razgrađuje glikolizom ili Embden-Meyerhof Parnasovim (EMP) putem.

Na putu glikolize, specifični enzimi mliječno kiselinskih bakterija provode fermentaciju glukoze preko brojnih međuprodukata do pirogroždane kiseline. Redukcijom pirogroždane kiseline (piruvata) djelovanjem specifičnog enzima laktat-dehidrogenaze nastaje mliječna kiselina (laktat). Ovaj složeni način fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu naziva se homofermentativni put, a odvija se pod utjecajem homofermentativnih bakterija mliječne kiseline.

Homofermentativne bakterije mliječne kiseline proizvode uglavnom mliječnu kiselinu (oko 90 %), s vrlo malim udjelima drugih spojeva kao što su: diacetil, acetoin (acetilmetilkarbinol), aceton, acetaldehid, etanol, maslačna, propionska, octena i mravlja kiselina. Za razliku od homofermentativnih bakterija, heterofermentativne bakterije mliječne kiseline proizvode manje mliječne kiseline (oko 50 %), a više ostalih produkata (hlapljive kiseline, nehlapljive kiseline, karbonilne spojeve, etanol, CO₂) koji utječu najviše na aromu proizvoda. Tijekom mliječno-kiselog vrenja nastaje optički aktivan L(+) ili D(-) izomerni oblik mliječne kiseline ili DL smjesa ova dva oblika (racemat, koji je optički inaktivan) (Tratnik, 1998: 129-133).

2.8. Čišćenja, pranja i dezinfekcije u mljekarskoj industriji

Postupci čišćenja, pranja i dezinfekcije u prehrambenoj industriji izuzetno su bitni, a posebice u mljekarskoj industriji. Čišćenjem uklanjamo ostatke namirnice iz proizvodnog sustava, a time i veći dio prisutnih mikroorganizama. Učinak čišćenja može se opisati kao produkt kemije, mehanike, temperature i vremena. Preostale mikroorganizme uništavamo dezinfekcijom koja slijedi nakon čišćenja. Zbog toga treba dezinficirati prethodno očišćene i isprane površine. Čišćenje i dezinfekcija se provode u slijedećim koracima:

- fizikalno, mehaničko čišćenje; odstranjivanje svih vidljivih nečistoća
- kemijsko čišćenje; uklanjanje vidljivih i prostim okom nevidljivih nečistoća
- ispiranje sredstava za čišćenje
- dezinfekcija
- zadnje ispiranje (osim ako je dezinficijens peroksiocтена kiselina) (Milk-Ed, 2021, URL).

2.8.1. Postupci i sredstva za pranja postrojenja u mljekarskoj industriji

U praksi postoje dva načina pranja, tj. čišćenja:

- CIP postupak čišćenja (engl. *cleaning in place*)
- COP postupak čišćenja (engl. *cleaning out place*)

CIP postupak- je poluautomatizirano ili potpuno automatizirano unutarnje čišćenje proizvodnih sustava bez demontaže.

COP postupak - je vanjsko čišćenje opreme i pogona, ali i čišćenje opreme iznutra, nakon što se proizvodne linije rastave. Čišćenje se izvodi: ručno, pomoću aparata na visoki pritisak, ili pomoću aparata za čišćenje pjenu. Unatoč razvoju tehnike još uvijek je potreba za ovakvim načinom čišćenja (Milk-Ed, 2021, URL).

Sredstva za pranje u mljekarskoj industriji su uglavnom vodene otopine lužina i kiselina kod kojih su važne dvije stvari; vodljivost i pH vrijednost. Još jedna stvar je jako bitna, a to je tvrdoća vode (količina kalcijevih i magnezijevih sulfata i karbonata), a važna je u procesima čišćenja i ispiranja jer se otopljene soli mogu taložiti kao vodeni kamenac u proizvodnom sustavu. Zbog toga se za čišćenje koristi djelomično omekšana voda.

S obzirom na područje pH vrijednosti sredstva za čišćenje dijelimo na alkalna, kisela i neutralna. Od alkalnih sredstava najviše se upotrebljava natrijev hidroksid (NaOH). Zbog visoke pH vrijednosti reagira s različitim sastojcima nečistoća tako da ih drugi sastojci lako emulgiraju. U blago alkalnim sredstvima se još koristi i natrijev karbonat (Na₂CO₃). Od kiselina najviše se upotrebljavaju dušična kiselina (HNO₃) i fosforna kiselina (H₃PO₄). Koncentracija aktivnih tvari u sredstvu za čišćenje provjerava se alkalimetrijom i acidimetrijom uz odgovarajuće indikatore (Milk-Ed, 2021, URL).

2.8.2. Dezinfekcija

Sredstva za dezinfekciju u mljekarskoj industriji moraju zadovoljiti čitav niz zahtjeva, a to su: širok spektar djelovanja, brzo djelovanje pri niskim temperaturama, niska toksičnost, dobro ispiranje vodom, ekološka prihvatljivost, nekorozivnost, ostaci sredstva ne smiju negativno utjecati na proizvod, mogućnost automatske kontrole koncentracije, te dobra stabilnost koncentrata i vodenih otopina. Najupotrebljavaniji dezinficijensi u mljekarskoj industriji su: vodikov peroksid (komercijalna sredstva sadrže 35, 50 i 70 % H₂O₂), peroksiocena kiselina (POK), kvarterni amonijevi spojevi, te aldehidi (Milk-Ed, 2021, URL).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Industrijska proizvodnja grčkog tipa jogurta

Način proizvodnje, analize sirovina, poluproizvoda i gotovog proizvoda prikazani u ovom radu rađeni su u jednoj hrvatskoj mljekarskoj industriji.

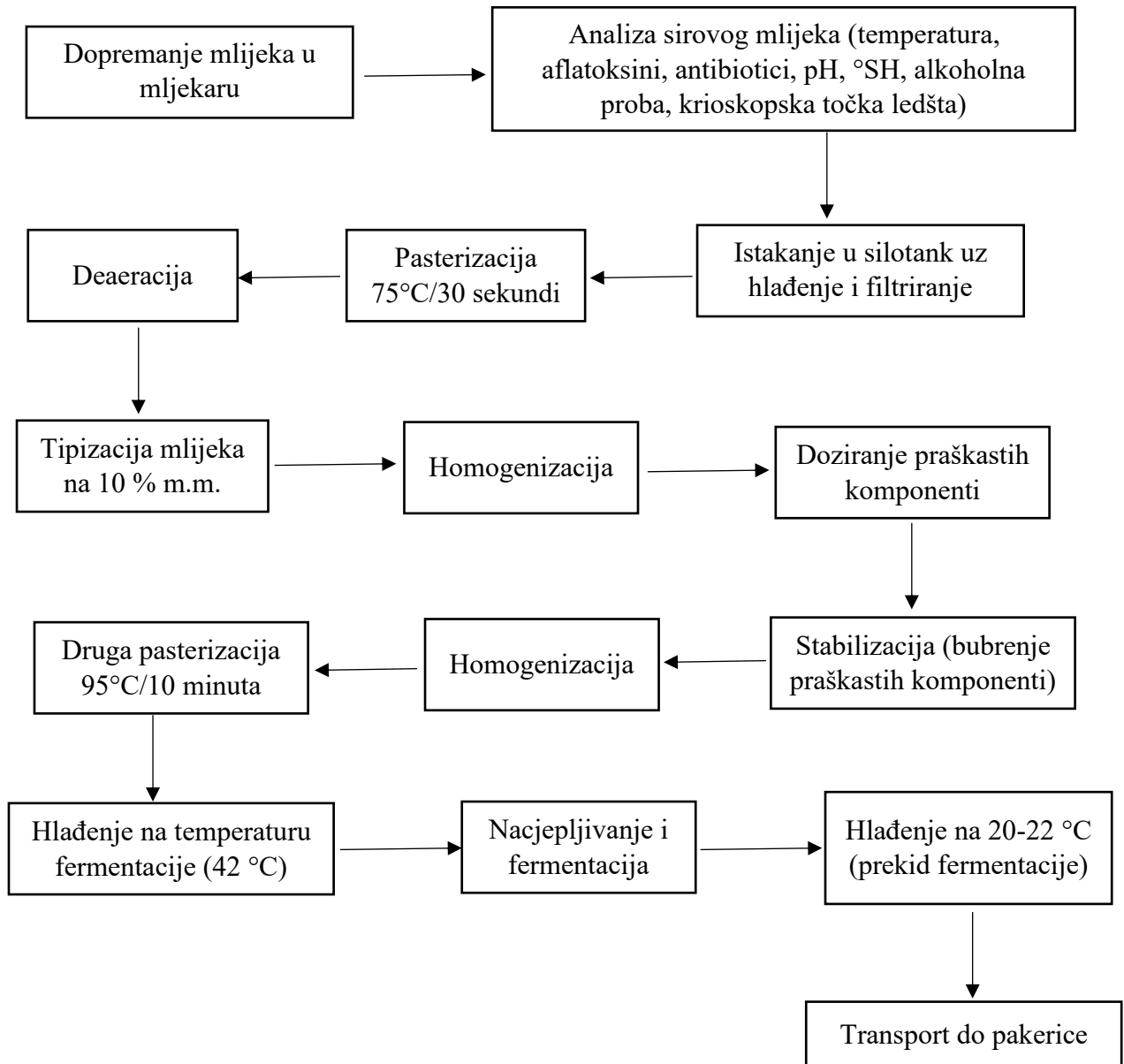
Prije početka proizvodnje grčkog tipa jogurta mlijeko prolazi standardni postupak kontrole kvalitete na prijemu i obrade za određeni proizvod. Tipizacija mliječne masti u mlijeku vrši se uz pomoć vrhnja koje se dobije nakon obiranja, a suhe tvari dodavanjem praškastih komponenti kao što su obrano mlijeko u prahu, mliječni proteini, škrob i stabilizatori, a sve u svrhu dobivanja željene konzistencije jogurta, odnosno povećanja sadržaja proteina i bezmasne suhe tvari. Dodavanje ovih komponenti mlijeku vrši se pomoću dozatora (Slika 6), nakon čega se mlijeko temperature do 8 °C ostavlja stajati dva sata u zadrživaču uz konstantno miješanja, kako bi suhe komponente mogle apsorbirati određenu količinu vode iz mlijeka.



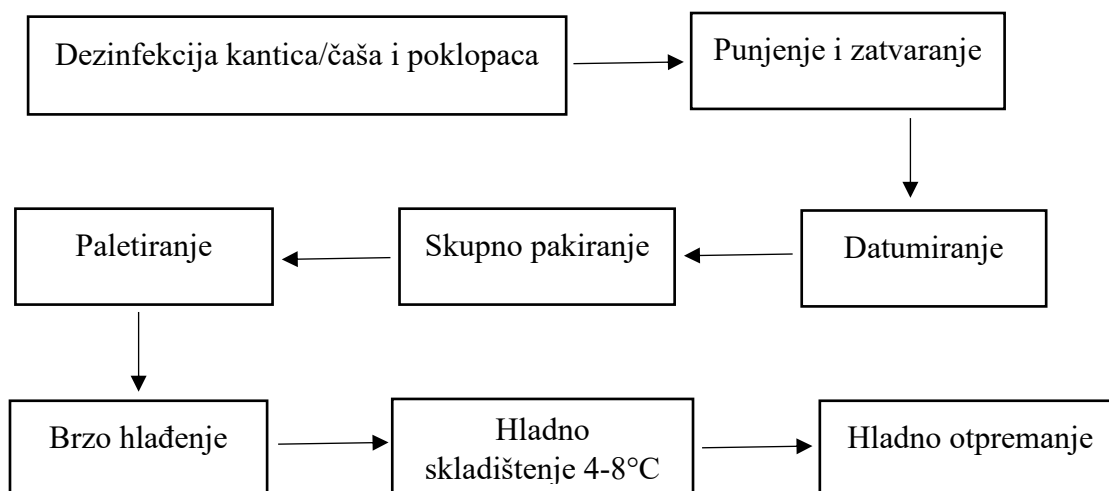
Slika 6. Dozator za praškaste komponente (indiamart, URL)

Nakon dva sata, tipizirano mlijeko odlazi na homogenizaciju i dodatnu pasterizaciju na 95 °C. Inokulacija ili nacjepljivanje i fermentacija odvija se u duplikatoru na 42 °C. Mikrobne kulture koje se koriste za proizvodnju grčkog tipa jogurta su *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus acidophilus*. Fermentacija ovog tipa jogurta traje oko 12 sati, odnosno dok se ne postigne željeni pH proizvoda (oko 4,5). Prekid fermentacije postiže se hlađenjem jogurta protokom kroz cijevni sustav na temperaturu od 20-22 °C, iako bi ta temperatura mogla biti i nešto niža, ali bi tada protok jogurta kroz cijevi, prilikom punjenja bio otežan. Ohlađeni jogurt puni se u plastične kantice ili čašice (prethodno dezinficirane), zatvara poklopcima, odlazi na brzo hlađenje i skladištenje na temperaturu od 4 do 8 °C.

Na slikama 7 i 8 dani su shematski prikazi industrijske proizvodnje i pakiranja grčkog tipa jogurta.



Slika 7. Shematski prikaz procesa proizvodnje grčkog tipa jogurta (interni podaci mljekare)



Slika 8. Shematski prikaz pakiranja grčkog tipa jogurta (interni podaci mljekare)

3.2. Laboratorijske analize mlijeka, poluproizvoda i gotovog proizvoda

Mlijeko kao osnovna sirovina u mliječnoj industriji je jako kompleksno i kao takvo podložno je raznim promjenama. Ono može sadržavati i razne nepoželjne, ali i po zdravlje ljudi, štetne tvari. Stoga je u mliječnoj industriji jako bitna detaljna laboratorijska kontrola mlijeka i njegovih sastojaka od prijema u proizvodnju, proizvodnog procesa do gotovog proizvoda.

Prije prijema sirovog mlijeka u mljekaru obavezno se određuje prisutnost aflatoksina i antibiotika. Ukoliko su rezultati prihvatljivi dalje se rade provjera temperature, mjerenje pH, alkoholna proba, kiselost mlijeka ($^{\circ}\text{SH}$), te određivanje krioscopske točke ledišta sirovog mlijeka. Ako su rezultati i ovih analiza prihvatljivi tek tada se mlijeko zaprima u mljekaru, pa se dalje mogu analizirati slijedeći parametri: sadržaj mliječne masti, sadržaj proteina, sadržaj laktoze, sadržaj bezmasne suhe tvari (BST), te gustoća mlijeka. Nakon hlađenja i prijema mlijeko se priprema za proizvodnju određenih proizvoda u ovom slučaju grčkog tipa jogurta (pasterizacija, tipizacija, doziranje suhih praškastih komponenti). U pripremljenom mlijeku ponovno se rade analize: sadržaj mliječne masti, proteina, laktoze, bezmasne suhe tvari (BST), provjera pH i provjera temperature. Kod gotovog proizvoda ispituju se senzorska svojstva i pH.

3.2.1. Određivanje prisutnosti aflatoksina i antibiotika u sirovom mlijeku

Testiranje na prisutnost antibiotika je obavezno. Ostaci antibiotika u sirovom mlijeku tijekom fermentacije mogu u potpunosti zaustaviti rast mikrobnih kultura. Ekonomski gledano

učinak proizvodnje fermentiranih mlijeka za mljekare bio bi znatno smanjen. S druge strane, utvrđivanje ostataka antibiotika u mlijeku kao obaveznog testa nalažu i službeni zdravstveni propisi. U praksi se za utvrđivanje ostataka antibiotika koriste razni testovi različite osjetljivosti, a najčešće se upotrebljavaju Delvo – P test s granicom detekcije $0,004 \text{ IU mL}^{-1}$ kroz 2,5 sata i Delvo-X-Press i Lack-Tek s granicom detekcije $0,006 \text{ IU mL}^{-1}$ za 7 minuta (Samaržija, 2015: 331).

Određivanje koncentracije aflatoksina provodi se ELISA imunološkim testovima (Bilandžić i sur, 2013: 198).

3.2.2. Određivanje kiselosti i svježine sirovog mlijeka

Ova metoda naziva se alkoholna proba i obavezno se primjenjuje prilikom zaprimanja mlijeka u mljekaru. Djelovanjem alkohola dolazi do zgrušavanja proteina mlijeka, ukoliko su oni promijenjeni zbog djelovanja mliječne kiseline ili kao posljedica djelovanja bakterija čiji enzimi mogu uzrokovati sirenje mlijeka. Prilikom zaprimanja mlijeka radi se alkoholna proba sa 75 % etilnim alkoholom u omjeru 1:1. Ako dođe do grušanja mlijeka, tada se radi još alkoholna proba sa 72 % etilnim alkoholom, pri čemu je omjer sirovog mlijeka i alkohola također 1:1. Zgrušavanje mlijeka pomoću 72 %-tnog alkohola nastupa tek pri 8 i 9 °SH. Ako u ovom slučaju ne dolazi do grušanja znači da je kiselost mlijeka niža od 8 °SH i ono može biti zaprimljeno u mljekaru (Božanić, Jeličić i Bilušić, 2010: 24-25).

3.2.3. Određivanje kiselosti mlijeka pH-metrom

Kiselost mlijeka može se određivati i pehametrom ili voltmetrom. Elektroda uređaja je kalibrirana prema uputama proizvođača. Elektroda se uroni u čašu sa uzorkom, lagano miješa, te nakon što se ustali vrijednost pH očita na zaslonu. Između obavljenih mjerenja elektrodu je potrebno isprati destiliranom vodom. Po završetku rada sa pH-metrom, elektroda se ispire destiliranom vodom, briše staničevinom, te uranja u otopinu kalijevog klorida (KCl) u kojoj se čuva do slijedeće upotrebe (Božanić, Jeličić i Bilušić, 2010: 26).

3.2.4. Određivanje titracijske kiselosti po Soxhlet-Henkelu

Smjesa 20 mL uzorka mlijeka i 1 mL indikatora fenolftaleina titrira se sa 0,1 M

natrijevog hidroksida (NaOH) do pojave crvenkaste boje (boja mora biti stabilna jednu minutu) (Božanić, Jeličić i Bilušić, 2010: 27).

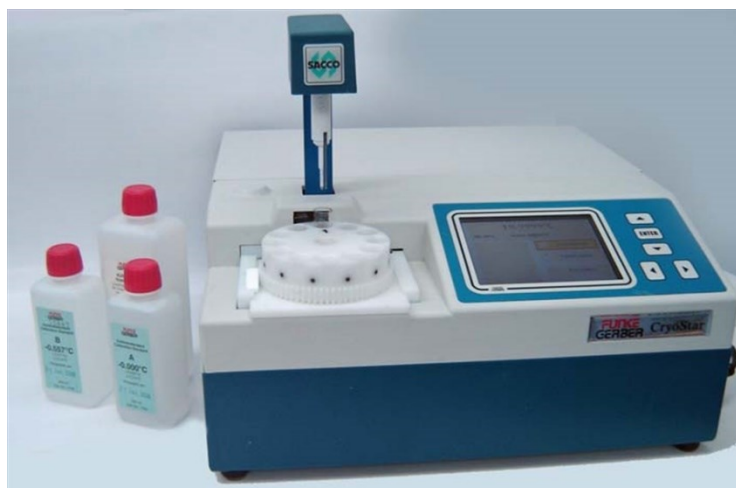
Izračun kiselosti mlijeka ($^{\circ}\text{SH}$) radi se po formuli: $^{\circ}\text{SH} = a \times 2 \times f$

gdje je: a = mL 0,1 M NaOH utrošene za neutralizaciju

f = faktor otopine NaOH

3.2.5. Određivanje krioskopske točke ledišta sirovog mlijeka

Ovom metodom utvrđuje se da li je mlijeko patvoreno, tj. da li je mlijeku dodana voda. Uzorak mlijeka ispituje se na uređaju trgovačkog naziva Funke Gerber Cryostar koji očitava točku ledišta mlijeka (Slika 9). Granična vrijednost za točku ledišta nerazvodnjenog mlijeka je $-0,517^{\circ}\text{C}$ i ako postoji znatno odstupanje od te vrijednosti (ako je točka ledišta viša) znači da je mlijeku dodana voda. Udio dodane vode uređaj prikazuje u postotcima (interni podaci mljekare).



Slika 9. Uređaj za mjerenje krioskopske točke ledišta (Funke Gerber Cryostar (saccosystem, URL)

3.2.6. Određivanje mliječne masti, proteina, laktoze i bezmasne suhe tvari (BST)

Određivanje koncentracije ovih tvari mlijeka radi se na uređaju MilkoScan (Slika 10) čiji je opseg djelovanja širok, a princip po kojem radi je infracrvena spektrofotometrija. Uzorak koji mjerimo dobro promiješamo u čaši i stavljamo ispod pipete uređaja. Uređaj pipetom uvlači određenu količinu uzorka i očitava vrijednosti spomenutih parametara, te ih prikazuje na displeju (interni podaci mljekare).



Slika 10. MilkoScan (labmakelaar, URL)

3.2.7. Određivanje mliječne masti (butirometrijska metoda po Gerberu)

U butirometar se otpipetira 10 mL sumporne kiseline (H_2SO_4), a zatim 11 mL mlijeka, te na kraju 1 mL izoamilnog alkohola ($\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$). Butirometar se potom zatvara čepom, a sadržaj dobro promućka dok ne promijeni boju iz svijetlosmeđe u tamnosmeđu. Za vrijeme mućkanja butirometar se brzo zagrijava, te tako zagrijan stavlja u centrifugu koja je temperirana na $65\text{ }^\circ\text{C}$. Nakon završetka centrifugiranja sadržaj masti se treba što je moguće brže očitati. Očitavanje se radi tako da se butirometar okrene prema svijetlu (strogo okomito), tako da je prvo donji i zatim gornji menisk stupca masti točno u visini oka. Rezultat se uvijek izražava u postocima (Božanić, Jeličić i Bilušić, 2010: 35-37).

3.2.8. Senzorska svojstva i pH gotovog proizvoda

Senzorska procjena hrane sastavni je dio analize gotovih mliječnih proizvoda. Ovakvom procjenom dobije se najbolja slika sveopće prihvatljivosti i kvalitete proizvoda. Najbolji mjerni instrumenti u ovom slučaju su ljudska osjetila. U analizu su uključeni: procjena općeg izgleda proizvoda, procjena boje i mirisa, procjena okusa, te naposljetku procjena teksture (Senzorske analize, 2023, URL).

pH vrijednost gotovog proizvoda provjerava se kao i kod sirovog mlijeka pH metrom. Ciljana pH vrijednost u slučaju grčkog tipa jogurta je oko 4,5 pH.

4. REZULTATI I RASPRAVA

U poglavlju rezultati i rasprava prikazani su rezultati provedenih analiza sirovog mlijeka, poluproizvoda i praćenja kiselosti tijekom fermentacije pri proizvodnji grčkog tipa jogurta.

Tablica 2. Rezultati analiza sirovog mlijeka prije zaprimanja u mljekaru

Uzorak	Antibiotici	Aflatoksini ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	pH	Alkoholna proba (75%)	Kiselost ($^{\circ}\text{SH}$)
1.	NEG	<0,050	4,8	6,70	NEG	6,3
2.	NEG	<0,050	4,7	6,71	NEG	6,3
3.	NEG	<0,050	5,2	6,74	NEG	6,4
4.	NEG	<0,050	4,8	6,71	NEG	6,3
5.	NEG	<0,050	6,73	6,73	NEG	6,4
Očekivana vrijednost	NEG*	<0,050***	< 6**	6,5- 6,7*	NEG**	6,0-6,8*

*propisane vrijednosti prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020)

**standard mljekare

***dopuštene vrijednosti prema zakonu o kontaminantima (NN 39/2013, 114/2019)

U tablici 2 prikazani su parametri analiza uzoraka sirovog mlijeka iz pet cisterni pri dopremi i zaprimanja u mljekaru. Prvo se radi test na prisutnost antibiotika kojih u mlijeku ne smije biti, i aflatoksina čija koncentracija mora biti manja od 0,050 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Kako su rezultati ovih analiza zadovoljavajuće uzeti uzorka iz cisterne koristi se za daljnje analize, a rezultati su prikazani u tablici 2. Usporedbom dobivenih rezultata s ciljanim vrijednostima, može se vidjeti da su pH vrijednosti osim kod uzorka jedan nešto malo veće od očekivanih, što potvrđuje da nije došlo do porasta kiselosti u mlijeku. Paralelno s određivanjem pH vrijednosti određuje se i titracijska kiselost po Soxhlet-Henkelu. Kod određivanja titracijske kiselosti vidljivo je da su svi uzorci mlijeka u skladu s očekivanim vrijednostima. Kao provjera svježine mlijeka radi se i alkoholna proba sa 75 %-tnim alkoholom. Rezultati alkoholnih proba kod svih pet uzoraka su negativni što je potvrda svježine mlijeka. Temperature mlijeka, osim kod uzorka broj pet su niže od 6 $^{\circ}\text{C}$, što je zadano standardom mljekare. Nešto viša temperatura mlijeka može biti znak da se radi o svježem pomuženom mlijeku koje se do otpreme u mljekaru još nije stiglo ohladiti.

Tablica 3. Rezultati analiza sirovog mlijeka iz protoka tijekom zaprimanja u mljekaru

Uzorak	Mliječna mast (%)	Proteini (%)	Laktoza (%)	Bezmasna suha tvar (%)	Udio dodane vode (%) / točka ledišta (°C)	Gustoća (g/cm ³)
1.	4,31	3,57	4,64	9,05	0,0 / -0,5212	1,0317
2.	4,12	3,54	4,66	9,06	0,0 / -0,5261	1,0322
3.	4,37	3,55	4,63	9,06	0,0 / -0,5364	1,0326
4.	4,33	3,55	4,66	9,05	0,0 / -0,5218	1,0316
5.	4,30	3,56	4,64	9,06	0,0 / -0,5357	1,0323
Očekivana vrijednost	3,0-5,5*	2,5-4,0*	≥ 4,60**	>8,5*	<-0,517*	>1,028*

* propisane vrijednosti prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020)

**standard mljekare

U tablici 3 prikazani su rezultati analiza sirovog mlijeka iz protoka tijekom istakanja i zaprimanja u mljekaru iz pet cisterni. Udio mliječne masti u sirovom mlijeku kretala se od 4,12 do 4,33 %. Ove vrijednosti pokazuju da se radi o relativno visokom udjelu mliječne masti. Vrijednosti za udio proteina su se kretale od 3,54 do 3,57 %, što pokazuje da su male razlike u udjelu proteina u analiziranim uzorcima. Kako se cijena mlijeka izračunava iz udjela i mliječne masti i proteina, ovo je pokazatelj brige o ishrani krava odnosno njihove izbalansirane ishrane. Udio laktoza od 4,63 do 4,66 %, je uobičajena vrijednost za mliječni šećer u kvalitetnom kravljem mlijeku i ona je nešto viša od očekivane vrijednosti propisane standardom mljekare. Vrijednosti bezmasne suhe tvar (BST) od 9,05 do 9,06 %, zadovoljavaju očekivane vrijednosti a one su direktno ovisne o udjelu proteina i laktoze u mlijeku. Vrijednosti za udio dodane vode vidljive su iz točke ledišta koje su se kretale od -0,5364 do -0,5212 °C. Ove točke ledišta su dokaz da se ne radi o patvorenom mlijeku, odnosno mlijeku nije dodavana voda. Vrijednosti za gustoću mlijeka kretale su se od 1,0316 do 1,0326 g/cm³, što je iznad minimalne vrijednosti propisane pravilnikom (1,0280 g/cm³), ali i faktora koji se koristi za preračunavanje litara u kilograme (1,030 g/cm³). Iz rezultata analiziranih parametara svih pet uzoraka, može se uočiti da postoje vrlo male razlike u dobivenim vrijednostima, a obzirom da svi uzorci zadovoljavaju očekivane vrijednosti parametara kvalitete, svo mlijeko može ići na daljnju preradu.

Tablica 4. Rezultati analiza kemijskog sastava mlijeka za proizvodnju grčkog tipa jogurta nakon tipizacije mliječne masti

Šarža	Mliječna mast (%)	Proteini (%)	Laktoza (%)	Bezmasna suha tvar (%)	pH	Temperatura (°C)
1.	10,49	3,33	4,62	8,63	6,68	6,4
2.	10,5	3,22	4,57	8,43	6,65	7,3
3.	10,46	3,31	4,61	8,58	6,64	4,0
Očekivana vrijednost	10,00**	2,5-4,0*	4,60**	>8,5*	6,5-6,7*	<8,0**

* propisane vrijednosti prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020)

**standard mljekare

U tablici 4 su prikazani rezultati analiza mlijeka nakon tipizacije mliječne masti i pripreme za daljnju proizvodnju grčkog tipa jogurta. Udio mliječne masti u svim šaržama nešto je veći od očekivane vrijednosti. Povećanjem udjela mliječne masti očekivano se smanjuje postotni udio proteina u mlijeku, ali vrijednosti su unutar intervala očekivanih vrijednosti. Kod udjela laktoze vrijednosti se nešto malo niže nego kod ne tipiziranog mlijeka i zadovoljavaju očekivane vrijednosti osim uzorka broj 2. Bezmasna suha tvar je niža nego kod mlijeka kojemu nije dodana mliječna mast, i tu je vrijednost kod uzorka broj 2 niža nego što je očekivano. pH vrijednost je odgovarajuća kod sve tri šarže, kao i temperatura mlijeka.

Po završetku naravnavanja mliječne masti u mlijeku, mlijeku se dodaju suhe praškaste komponente (obrano mlijeko u prahu, mliječni proteini i stabilizatori) u svrhu povećanja sadržaja proteina i bezmasne suhe tvari. Ovako tipizirano mlijeko se analizira prije homogenizacije i odlaska na fermentaciju.

Tablica 5. Rezultati analiza tipiziranog mlijeka za proizvodnju grčkog tipa jogurta prije inokulacije

Šarža	Mliječna mast (%)	Proteini (%)	Laktoza (%)	Bezmasna suha tvar (%)	pH	Temperatura fermentacije (°C)
1.	9,93	5,18	5,32	11,45	6,43	42,6
2.	10,34	5,18	5,30	11,42	6,45	42,3
3.	10,02	5,09	5,29	11,34	6,49	43,1
Očekivana vrijednost*	10,0	5,0-5,5	5,0-5,5	11,0-11,5	6,0-6,5	42-43

*standard mljekare

Prije inokulacije uzimaju se uzorci tipiziranog mlijeka i analiziraju osnovni parametri koji moraju biti u skladu s očekivanim, a o njihovim vrijednostima ovise deklarirani parametri u gotovom proizvodu. Rezultati ovih analiza prikazani su u tablici 5. Iz rezultata je vidljiv povećani udio proteina i laktoze, a onda vezano za ukupan udio suhe tvari dolazi do smanjenja udjela mliječne masti. Uzorak iz šarže jedan pokazuje nešto niži udio mliječne masti od očekivane vrijednosti. Prije inokulacije u šarži jedan mora se napraviti još jedna dodatna korekcija mliječne masti prije inokulacije. U šarži tri izmjereno je neznatno odstupanje u temperaturi od +0,1 °C od temperature fermentacije, ali to je u granicama dozvoljenoga.

U tablici 6 prikazani su parametri praćenja fermentacije u proizvodnji grčkog tipa jogurta. Tijekom fermentacije svakih sat vremena iz svake šarže analiziraju se dva paralelna uzorka u kojima se određuje pH vrijednost. Očekivano je da pH vrijednost pada tijekom fermentacije jer udio kiselina raste osobito mliječne kiseline, kao rezultat mliječno-kiselinske fermentacije. Fermentacija se vodi do postizanja željene vrijednosti od 4,5 pH. Iz rezultata je vidljivo da kod prekida fermentacije u sve tri šarže vrijednost pH je nešto malo viša od ciljane, u šarži jedan i dva za 0,01 a šarži tri za 0,03. Ova odstupanja su u granicama dozvoljenoga jer vrijednost pH će još malo pasti tijekom hlađenja i punjenja u ambalažu, dok se ne postigne odgovarajuća temperatura kada je aktivnost bakterija veoma mala od 4 do 8 °C.

Tablica 6. Praćenje pH vrijednosti tijekom fermentacije grčkog tipa jogurta

Šarža 1			Šarža 2			Šarža 3		
Točno vrijeme (h)	pH		Točno vrijeme (h)	pH		Točno vrijeme (h)	pH	
	Uzorak 1	Uzorak 2		Uzorak 1	Uzorak 2		Uzorak 1	Uzorak 2
22:15	6,43	6,43	21:30	6,45	6,45	22:30	6,49	6,49
23:15	5,62	5,63	22:30	5,64	5,65	23:30	5,66	5,67
00:15	5,20	5,21	23:30	5,21	5,21	00:30	5,22	5,22
01:15	5,01	5,01	00:30	5,01	5,02	01:30	5,03	5,03
02:15	4,89	4,88	01:30	4,88	4,90	02:30	4,92	4,92
03:15	4,80	4,82	02:30	4,81	4,82	03:30	4,83	4,85
04:15	4,77	4,77	03:30	4,78	4,77	04:30	4,80	4,81
05:15	4,71	4,70	04:30	4,72	4,71	05:30	4,73	4,73
06:15	4,63	4,64	05:30	4,65	4,64	06:30	4,66	4,67
07:15	4,61	4,60	06:30	4,62	4,62	07:30	4,62	4,63
08:15	4,59	4,59	07:30	4,59	4,58	08:30	4,60	4,60
09:15	4,57	4,58	08:30	4,58	4,57	09:30	4,58	4,58
10:00	4,51	4,51	09:30	4,51	4,51	10:15	4,53	4,53
Ciljana pH*	4,5	4,5		4,5	4,5		4,5	4,5

*Standard mljekare

5. ZAKLJUČAK

Iz prikazanih rezultata može se zaključiti:

- Sirovo mlijeko koje se doprema na preradu u mljekaru vrlo visoke je kvalitete i zadovoljava sve zadane parametre kvalitete i važećim pravilnikom i standardom mljekare.
- Naravnavanje mliječne masti i proteina, odnosno ukupne suhe tvari u mlijeku zadovoljava zadane vrijednosti i u skladu je s karakteristikama koje zahtjeva gotovi proizvoda.
- Fermentacija mlijeka je dugotrajna s obzirom na temperaturu i tijekom fermentacije prati se porast kiselosti do očekivane pH vrijednosti, što je sve u očekivanom vremenu trajanja fermentacije. Fermentacija se prekida nešto malo prije postizanja zadane pH vrijednosti, a što je razlog produžena fermentacija tijekom manipulacije do potpunog hlađenja proizvoda, čime se postiže željena kiselost gotovog proizvoda.

6. LITERATURA

Knjige i časopisi:

1. Bilandžić, N., Varenina, I., Božić, Đ., Sedak, M., Đokić, M., Solomun Kolanović, B., Cvetnić, Ž. (2013) *Aflatoksin M1 u mlijeku i mliječnim proizvodima*. Veterinarska stranica 44 (3), 195-203.
2. Božanić, R., Jeličić, I., Bilušić, T. (2010) *Analiza mlijeka i mliječnih proizvoda*: Priručnik. Zagreb: Plejada.
3. Božanić, R., Lisjak Jakopović, K., Barukčić, I. (2018). *Vrste mlijeka*. Zagreb: Hrvatska mljekarska udruga.
4. Petričić, A. (1984) *Konzumno i fermentirano mlijeko*. Zagreb: Udruženje mljekarskih radnika SRH.
5. Samaržija, D. (2015) *Fermentirana mlijeka*. Zagreb: Hrvatska mljekarska udruga.
6. Tratnik, Lj. (1998) *Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Zagreb: hrvatska mljekarska udruga.
7. Tratnik, Lj., Božanić, R. (2012) *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Zagreb: Hrvatska mljekarska udruga.

Mrežne stranice:

1. exapro,Alfa-laval,URL:<https://www.exapro.com.hr/alfa-laval-mrpx214tgv-74-p230314227/> [pristup: 10.05.2024.]
2. International Dairy Federation (2016) Bulletin of the IDF N° 485/2016: The World Dairy Situation 2016. URL: [pristup: 10.05.2024.]
3. indiamart,Milk-powder-mixing-venturi-system,URL:<https://www.indiamart.com/proddetail/milk-powder-mixing-venturi-system-20647912948.html> [pristup: 10.05.2024.]https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2016/10/Bulletin-485-2016_-The-World-Dairy-Situation-2016.CAT_.pdf
4. labmakelaar,Milkoscan-ft120-milk-analyzer,URL:<https://www.labmakelaar.eu/shop/uncategorized/foss-milkoscan-ft120-milk-analyzer/> [pristup: 10.05.2024.]
5. Lang, A. (2020). What's the Difference Between Greek and Regular Yogurt? Healthline Media. URL: <https://www.healthline.com/health/food-nutrition/greek-yogurt-benefits> [pristup: 16.04.2024.]

6. m.indiamart, Plate-heat-exchanger URL: <https://m.indiamart.com/proddetail/milk-chiller-plate-heat-exchanger-2850171670662.html> [pristup: 10.05.2024.]
7. Milk-Ed (2021). Higijena u proizvodnji i preradi mlijeka. URL: <https://milk-ed.eu/wp-content/uploads/2022/04/Milk-hygiene-HR.pdf> [pristup: 16.4.2024.]
8. sacco-system, Crioscopio-multicampione-cryostar-labware, URL: <https://www.sacco-system.com/p/fr/crioscopio-multicampione-cryostar-labware-1001313/5902/> [pristup: 10.05.2024.]
9. secondhand-equipment, Compomaster-kcc, URL: <https://www.secondhand-equipment.com/products/apv-compomaster-kcc> [pristup: 10.05.2024.]
10. Senzorske analize (2023.). URL: <https://www.inspecto.hr/hr/laboratorij/senzorske-analize> [pristup: 27.03.2024.]
11. sh-kaiquan.en.made-in-china, Milk homogenizer, URL: <https://sh-kaiquan.en.made-in-china.com/product/ESHmcKwxIntT/China-Stainless-Steel-Dairy-Factory-Milk-Homogenizer-From-1000L-100000L.html> [pristup: 10.05.2024.]
12. ssprocess, Milk Deaerator. URL: <https://www.ssprocess.com/milk-deaerator--161.html> [pristup: 10.05.2024.]
13. Think USA Dairy (2016). Greek-style Yogurt. Dairy Management Inc. URL: <https://www.thinkusadairy.org/products/yogurt/yogurt-categories/greek-style-yogurt> [pristup: 16.04.2024.]

Pravni izvori:

1. Narodne novine (2020) *Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 136/2020.
2. Narodne novine (2017) *Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 64/2017.
3. Narodne novine (2011) *Pravilnik o farmakološki djelatnim tvarima i njihovoj klasifikaciji u odnosu na najveće dopuštene količine rezidua u hrani životinjskog podrijetla*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 21/2011.
4. Narodne novine (2023) *Zakon o hrani*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 18/2023.
5. Narodne novine (2018) *Zakon o poljoprivredi*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 118/2018.
6. Narodne novine (2022) *Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o poljoprivredi*. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 152/2022.
7. Narodne novine (2013) *Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 396/2005 Europskog parlamenta i Vijeća od 23. veljače 2005. o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i*

hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla. Zagreb: Narodne novine d.d. NN 80/2013.

8. Narodne novine (2018) *Zakon o kontaminantima.* Zagreb: Narodne novine d.d. NN 39/2013, 114/2018.

POPIS TABLICA, SLIKA, KRATICA I SIMBOLA

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav različitih vrsta mlijeka

Tablica 2. Rezultati analiza sirovog mlijeka prije zaprimanja u mljekaru

Tablica 3. Rezultati analiza sirovog mlijeka iz protoka tijekom zaprimanja u mljekaru

Tablica 4. Rezultati analiza kemijskog sastava mlijeka za proizvodnju grčkog tipa jogurta nakon tipizacije mliječne masti

Tablica 5. Rezultati analiza tipiziranog mlijeka za proizvodnju grčkog tipa jogurta prije inokulacije

Tablica 6. Praćenje pH vrijednosti tijekom fermentacije grčkog tipa jogurta

POPIS SLIKA

Slika 1. Deaerator

Slika 2. Separator vrhnja

Slika 3. Standardizator (Kompomaster)

Slika 4. Homogenizator

Slika 5. Pločasti izmjenjivač topline – pasterizator

Slika 6. Dozator za praškaste komponente

Slika 7. Shematski prikaz procesa proizvodnje grčkog tipa jogurta

Slika 8. Shematski prikaz pakiranja grčkog tipa jogurta

Slika 9. Uređaj za mjerenje krioskopske točke ledišta – Funke Gerber Cryostar

Slika 10. MilkoScan

POPIS KRATICA I SIMBOLA

% - postotak

BST – bezmasna suha tvar

m.m. – mliječna mast

°C – Celzijev stupanj

°SH – stupnjevi po Soxhlet-Henkelu

NPN – neproteinski dušik

mL – mililitar

g/cm³ - gram po centimetru kubnom

pH – mjera kiselosti

CO₂ - ugljik dioksid

NaOH – natrijev hidroksid

Na₂CO₃- natrijev karbonat

HNO₃ - dušična kiselina

H₃PO₄ - fosforna kiselina

H₂O₂ - vodikov peroksid

POK – peroctena kiselina

CIP – engl. *cleaning in place*

COP – engl. *cleaning out place*

KCl – kalijev klorid

M – molarnost

H₂SO₄ - sumporna kiselina

C₅H₁₂O – izoamilni alkohol

IU – *International Unit* (internacionalna jedinica)

bar – mjerna jedinica za tlak

µg/kg – mikrogram po kilogramu

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Ranko Stanišić**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom: **Proizvodnja grčkog tipa jogurta** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 05.06.2024.

Potpis studenta

Ranko Stanišić