

# Finalizacija i kontrola kvalitete sladoleda Silk Milk

---

**Lukinec, Ivana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:503085>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-27**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**  
**PRERADA MLIJEKA**

Ivana Lukinec

**FINALIZACIJA I KONTROLA KVALITETE SLADOLEDA**  
**SILK MILK**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**  
**PRERADA MLIJEKA**

**FINALIZACIJA I KONTROLA KVALITETE SLADOLEDA**  
**SILK MILK**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: Sandra Zavadlav, dipl.ing.

Karlovac, 2016.

## *Predgovor*

*Najsrdajnije se zahvaljujem mentoru Sandri Zavadlav dipl.ing. na sugestijama, pomoći i strpljenju pri izradi završnog rada.*

*Također se zahvaljujem Suzani Smiljanić dipl.ing i Odjelu za kontrolu kvalitete proizvoda što su mi omogućili izradu završnog rada u sklopu tvornice Ledo d.d.*

*Osobitu zahvalnost dugujem roditeljima te cjelokupnoj obitelji na iznimno velikoj podršci, strpljenju, razumijevanju i pomoći tijekom studiranja.*



*Rad je izrađen u tvornici sladoleda Ledo d.d. iz Zagreba.*

## **SAŽETAK**

### **Finalizacija i kontrola kvalitete sladoleda Silk Milk**

Cilj rada bio je praćenje procesa finalizacije te kontrole kvalitete sirovine i proizvoda pod nazivom Silk Milk. Proces finalizacije sladoleda Silk Milk sastojao se od zrenja sladoledne smjese, djelomičnog zamrzavanja, oblikovanja sladoleda, punjenja sosom od jagode, dubokog zamrzavanja sladoleda, umakanja sladoleda u smjesu kakao preljeva i komadića lješnjaka, te pakiranja gotovog proizvoda.

Kontrola ispravnosti i kvalitete sastojala se od mikrobiološke analize sirovina, kemijske analize sladoledne smjese, praćenja procesa punjenja te mikrobiološke analize gotovog proizvoda. Kvaliteta same sladoledne smjese ovisi o kvaliteti sirovina i provedenom tehnološkom procesu te je prije pripreme provedena mikrobiološka kontrola sirovina.

Tijekom ispitivanja u razdoblju od mjesec dana nisu utvrđena značajnija odstupanja u mikrobiološkoj ispravnosti sirovina za proizvodnju sladoleda. Također nema značajnih odstupanja u kemijskom sastavu sladoledne smjese tijekom proizvodnje. Proizvedeni sladoled udovoljava mikrobiološkim kriterijima što upućuje na učinkovitost procesa proizvodnje i svrhovitost provedene kontrole kvalitete tijekom procesa proizvodnje.

**Ključne riječi:** sladoled, sladoledna smjesa, kontrola kvalitete

## **ABSTRACT**

### **Finalisation and quality control of ice cream Silk Milk**

The aim of this paper is finalisation and quality control of ice cream Silk Milk. Finalisation of ice cream Silk Milk consisted of ageing ice cream mix, partially freezing, forming of ice cream, filling with strawberry sauce, ice cream hardening, dipping of ice cream into a mixture of cacao sauce and hazelnut pieces, and packaging of the final product.

Quality control consisted of microbiological analysis of ingredients, chemical analysis of ice cream mix, monitoring of the charging process and microbiological analysis of finished product. The quality of the ice cream mix depends on the quality of ingredients and technological processes implemented and carried out before preparing microbiological control of ingredients.

During the test over a period of one month, there were no significant differences in microbial quality of ingredients for the production of ice cream. Also, there were no significant differences in the microbiological composition of the ice cream mix during production. Manufactured ice cream meets the microbiological criteria indicating the efficiency of the production process and purposefulness implemented quality control during the manufacturing process.

**Key words:** ice cream, ice cream mix, quality control

## SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	TEORIJSKI DIO.....	2
2.1.	Tehnološki postupak proizvodnje sladoleda.....	2
2.1.1.	Priprema sladoledne smjese.....	4
2.1.2.	Miješanje sladoledne smjese.....	5
2.1.3.	Predgrijavanje sladoledne smjese.....	6
2.1.4.	Homogenizacija sladoledne smjese.....	6
2.1.5.	Pasterizacija sladoledne smjese.....	7
2.1.6.	Hlađenje sladoledne smjese.....	8
2.1.7.	Zrenje sladoledne smjese.....	8
2.1.8.	Djelomično zamrzavanje sladoledne smjese i upuhivanje zraka.....	8
2.1.9.	Oblikovanje i pakiranje sladoleda.....	9
2.1.10.	Duboko zamrzavanje sladoleda.....	11
2.1.11.	Skladištenje sladoleda.....	12
2.2.	Kontrola kvalitete proizvoda.....	12
2.2.1.	Važnost analize mliječnih proizvoda.....	12
2.2.2.	Kontrola kvalitete sirovina za sladolednu smjesu.....	13
2.2.3.	Kontrola kvalitete sladoledne smjese.....	13
3.	EKSPERIMENTALNI DIO.....	16
3.1.	Materijali.....	16
3.2.	Metode rada.....	17



3.2.1. Mikrobiološka analiza sirovina i gotovog proizvoda.....	17
3.2.1.1. Određivanje broja aerobnih mezofilnih bakterija .....	17
3.2.1.2. Određivanje broja <i>Enterobacteriaceae</i> .....	17
3.2.1.3. Određivanje <i>Escherichia coli</i> .....	18
3.2.1.4. Određivanje <i>Salmonella spp.</i> i <i>Listeria monocytogenes</i> .....	18
3.2.1.5. Određivanje <i>Staphylococcus aureus</i> .....	18
3.2.1.6. Određivanje sulfitreducirajućih klostridija .....	18
3.2.1.7. Određivanje broja kvasaca i plijesni .....	19
3.2.2. Kemijska analiza sladoledne smjese (vanilija 7%).....	19
3.2.2.1. Određivanje suhe tvari spektrofotometrijskom metodom.....	19
3.2.2.2. Određivanje masti prema Gerberu .....	20
3.2.2.3. Određivanje pH.....	21
3.2.3. Kontrola proizvoda tijekom oblikovanja i pakiranja .....	21
3.2.3.1. Određivanje mase i temperature sladoleda .....	21
3.2.3.2. Određivanje volumena sladoleda.....	21
4. REZULTATI.....	23
5. RASPRAVA .....	27
6. ZAKLJUČCI.....	29
7. LITERATURA .....	30
8. POPIS TABLICA I SLIKA .....	32



# 1. UVOD

Sladoled je djelomično ili potpuno zamrznuta slastica koja se sastoji prvenstveno od mlijeka i mliječnih proizvoda (mlijeko u prahu, ugušćeno mlijeko, vrhnje ili maslac), te ne mliječnih sastojaka koji se dodaju u smjesu u svrhu podešavanja okusa, arome, boje, mirisa i konzistencije (šećeri i zaslađivači, stabilizatori i emulgatori, uz mogući dodatak voća, voćnih aroma, jaja, čokolade ili nekih drugih dodataka). Osim toga, sladoled sadrži vodu i uklopljen zrak koji služi povećanju volumena sladoleda, boljoj konzistenciji, te smanjenju osjećaja hladnoće u ustima tijekom konzumiranja.

Sladoled se stavlja u promet u zamrznutom stanju, pri najviše  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  i kao takav može se čuvati najmanje godinu dana. Sladoledi se na tržištu nalaze u brojnim oblicima, okusima i pakiranjima. Razlikuju se mliječni sladoled, krem sladoled (sadrži najmanje 8% masti), sladoled za dijabetičare (koji umjesto saharoze sadrži fruktozu, sorbitol, manitol ili neko drugo sladilo) ili smjese za sladoled (tekuće ili u prahu). Ako se mliječni sastojci sladoleda zamijene ne mliječnim, potpuno ili djelomično, takvi se proizvodi nazivaju zamrznuti deserti (Clarke, 2004).

U radu praćena je proizvodnja sladoleda „Silk Milk“ koji se sastoji od sladoleda okusa vanilija, sosa od jagode te kakao preljeva sa dodatkom komadića lješnjaka. U svrhu utvrđivanja kakvoće gotovog proizvoda izvršena su mjerenja i vaganja tijekom proizvodnog procesa, fizikalno - kemijska analiza sladolednih smjese vanilije te mikrobiološke analize sirovina i gotovog proizvoda.

Fizikalno - kemijska analiza sladoledne smjese vanilije uključivala je određivanje ukupnog sadržaja masti, gustoće, sposobnosti bubrenja te mjerenje temperature.

Mikrobiološke analize izvršene su na uzorcima sirovina, poluproizvoda i gotovog proizvoda, a uključivale su određivanje: aerobnih mezofilnih bakterija, *Enterobacteriaceae*, kvasaca i plijesni, sulfitreducirajućih klostridija i *Staphylococcus aureus*.

Dobiveni rezultati u skladu su sa odredbama Pravilnika o mikrobiološkim standardima za hranu [NN 60 / 92] te s odredbama Pravilnika o smrznutim desertima [NN 20 / 2009].

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Tehnološki postupak proizvodnje sladoleda

Tehnološki postupak proizvodnje sladoleda može se podijeliti u dva dijela.

Prvi dio obuhvaća samu proizvodnju sladoledne smjese koja se u slučaju proizvodnje Silk Milk sladoleda sastoji od mliječnih sastojaka ( mlijeko u prahu, maslac ), te ne mliječnih sastojaka (voda, šećer kristal, kokosovo ulje, emulgatori, stabilizatori,). Nakon sastavljanja i miješanja smjese, slijedi predgrijavanje, homogenizacija, pasterizacija, hlađenje sladoledne smjese na 5 °C te zrenje pri toj temperaturi 2 - 24 sata.

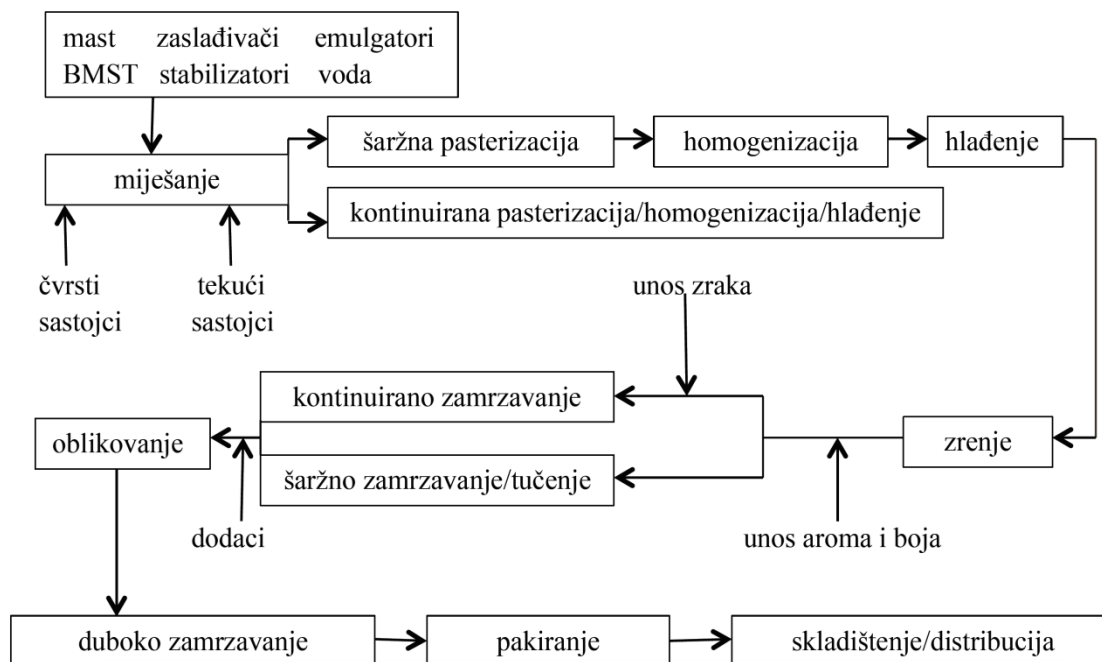
Prilikom miješanja sladoledne smjese potrebno je voditi računa o njezinim karakteristikama, a to su sposobnost tučenja, viskoznost, stabilnost te fizikalna struktura.

Sposobnost tučenja ima utjecaj na bubrenje sladoledne smjese čiji volumen može porasti od 70-100 % . To se dešava na način da se tučenjem u sladolednu smjesu inkorporira zrak u malim zračnim mjehurićima.

Drugi dio postupka čini proces zamrzavanja, tijekom kojeg pripremljena sladoledna smjesa postaje sladoled. Tim se procesom između ostalog razbija prirodna viskoznost sladoledne smjese jer zbog odijeljivanja kristala leda dolazi do prevelike koncentracije smjese te nakupljanja masnih kapljica.

Operacije zamrzavanja uključuju dodatak arome vanilije i boja , djelomično zamrzavanje (pri oko - 5 °C) uz upuhivanje zraka, oblikovanje sladoleda, duboko zamrzavanje u tunelu (na oko - 20 °C) i pakiranje.

Kako bi se dobio kvalitetan finalni proizvod bitno je paziti na kvalitetu sirovina i pravilan tehnološki postupak. Tehnološkim postupkom se određuje struktura i konzistencija sladoleda, a kvalitativnim i kvantitativnim određivanjem sastojaka se određuju njegova svojstva.



**Slika 1 .** Shematski prikaz proizvodnje sladoleda (Tratnik i Božanić, 2012)

Postoje određene specifičnosti u proizvodnji pojedinih vrsta sladoleda, ovisno o tome radi li se o proizvodnji sladoleda u kornetu, na štapiću ili nekoj drugoj vrsti oblikovanja.

Sladoled na štapiću se proizvodi na okruglom rotirajućem zamrzivaču na kojem se u jednom satu može proizvesti i do 15 000 komada sladoleda, ovisno o promjeru stroja.

Sladoledna se smjesa nakon djelomičnog zamrzavanja lijeva u kalupe i prekriva poklopcima kroz koje se utiskuju štapići. Ti se kalupi uranjaju u slanu otopinu temperature  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  na 45 minuta, ili u tekući  $\text{CaCl}_2$  temperature  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  na minuta čime smjesa postaje tvrđa.

Prilikom zamrzavanja kalup se slijepi za sladoled, pa ga je stoga potrebno uroniti u mlaku slanu vodu temperature  $12\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$  kako bi se sladoled lagano odvojio od kalupa (Tratnik, Lj. Božanić R. 2012.)

U složenom tehnološkom procesu proizvodnje sladoleda na štapiću primjenjuju se sljedeće operacije:

1. priprema sladoledne smjese
2. miješanje sladoledne smjese
3. predgrijavanje, homogenizacija, pasterizacija i hlađenje sladoledne smjese

4. zrenje sladoledne smjese
5. djelomično zamrzavanje sladoledne smjese i upuhivanje zraka
6. oblikovanje i pakiranje sladoleda
7. duboko zamrzavanje sladoleda
8. skladištenje sladoleda



**Slika 2.** Pogon za proizvodnju sladoleda tvornice Ledo d.d. (Ledo d.d., 2016)

#### 2.1.1. Priprema sladoledne smjese

Sladoledna smjesa se sastavlja prema recepturi tj. proizvođačkoj specifikaciji. Sve sirovine koje su potrebne u proizvodnji sladoleda prvo se pripremaju i važu.

Krute sirovine (mlijeko u prahu, jaja u prahu, kristal šećer, stabilizatori, emulgatori, kakao) se važu, dok se tekuće sirovine (tekuće mlijeko, vrhnje, ugušćeno mlijeko, voda, voćni sirup) doziraju pomoću mjerača protoka.

Kod sastavljanja sladoledne smjese dodaju se emulgatori i stabilizatori. Boje i arome ne podnose toplinsku obradu, te se stoga dodaju tek nakon procesa pasterizacije. Iz tog je razloga potrebno obratiti posebnu pažnju na mikrobiološku ispravnost tih sirovina.

### 2.1.2. Miješanje sladoledne smjese

Miješanje sladoledne smjese odvija se u duplikatorima pri temperaturi od 50 - 60 °C. Automatskim miješanjem smjese dolazi do emulgiranja masti i otapanja sirovina.

Duplikatori su posude volumena 1000 L, opremljeni duplim stjenkama od nehrđajućeg čelika. Između njih se nalazi spiralna zavojnica kroz koju cirkulira vruća voda, koja ima zadatak predgrijavanja sadržaja posude. Okomito u duplikatoru smještena je mješalica koja obavlja miješanje smjese. U duplikatoru se prema recepturi dodaju sirovine određenim redom.

Vakuuum služi za usisavanje praha te sprječava inkorporaciju zraka u proizvod te tako pridonosi kvaliteti slijedećih operacija u proizvodnji i samog proizvoda.

Sekcija za miješanje omogućava odlično miješanje krutih sirovina sa vodom ili mlijekom, te emulgiranje masti i vode pri temperaturi od 20 °C. Sirovine se konstantno miješaju dok se ne otope i pretvore u homogenu smjesu. Sladoledna smjesa se centrifugalnom pumpom ispumpava u spremnik te dalje u izmjenjivač topline. Kruti sastojci, odnosno količina suhih sirovina (mlijeko u prahu, jaja u prahu, šećer, stabilizatori, emulgatori, kakao) doziraju se vaganjem dok se tekući sastojci (mlijeko, vrhnje, voćni sirup, voda) doziraju mjerenjem protoka ili vaganjem.

Ledo d.d. koristi Almix uređaj za miješanje sladoledne smjese.



**Slika 3.** Almix uređaj za miješanje sastojaka sladoledne smjese (Webpackaging, 2015)

### 2.1.3. Predgrijavanje sladoledne smjese

Predgrijavanje se odvija u pasterizatoru u posebnoj sekciji regeneracije pri temperaturi od 73-75 °C i tijekom tog procesa dolazi do potpunog otapanja mliječne masti.

### 2.1.4. Homogenizacija sladoledne smjese

Homogenizacija je neophodan korak pri obradi smjesa koje sadržavaju mast ili ulje koje nije u stabilnoj emulziji pa je tako i neophodna u proizvodnji sladoleda.

To je postupak ustinjavanja i izjednačavanja veličine globula mliječne masti u mlijeku (ili vrhnju) pod utjecajem visokoga tlaka radi veće stabilnosti emulzije masti u mlijeku. (Tratnik, Lj. Božanić R. 2012.)

Homogenizacija sladoledne smjese provodi se pri temperaturi od oko 75 °C. U homogenizatoru smjesa je prisiljena proći kroz ventile s malim otvorom pod visokim pritiskom (obično oko 140 - 200 bara). Bitno je odabrati optimalan tlak što ovisi o različitim faktorima kao što su udio i vrsta mliječne masti u smjesi, odnosu masti i bezmasne suhe tvari, tipu ventila homogenizatora, stupnju homogenizacije, temperaturi. U slučaju ako se odabere prenizak tlak globule masti se neće dovoljno usitniti, dok u slučaju previsokog tlaka one se usitnjavaju previše te se zbog toga ponovo nakupljaju u veće nakupine.

Pri pravilno odabranom tlaku kapljice masti pod pritiskom formiraju finu emulziju i raspršuju se u mnoštvo manjih kapljica. Na taj se način dobiva fina homogena smjesa u kojoj nema odvajanja faza i u kojoj je veličina globula masti manja od 2 µm. Takva sladoledna smjesa lakše je probavljiva zbog smanjenih globula masti i proteina.

Primjerice za sladoledne smjese višnje i jagode s 2% mliječne masti, optimalna homogenizacija postignuta je pri tlaku od 200 bara. Pri tlaku od 180 bara globule masti bile su veličine oko 4 µm što nije zadovoljavajuće. Za smjese sa 6% biljne masti optimalna homogenizacija bila je pri tlaku od 190-200 bara, dok za one sa 8% biljne masti pri tlaku od oko 170 bara. Iz navedenog je vidljivo da što je udio biljne masnoće u sladolednoj smjesi veći to tlak pri homogenizaciji mora biti niži. Postoji razlika u odabiru tlakova ovisno o vrsti izvora masti u sladolednoj smjesi. Kako se udio masti u sladolednoj smjesi povećava, tako bi se tlak homogenizacije trebao snižavati, međutim biljna mast zahtjeva niži tlak homogenizacije u odnosu na mliječnu mast. Opet kod mliječne masti potreban je niži tlak homogenizacije kada se kao



izvor mliječne masti koristi maslac, nego kad se koristi vrhnje (sukladno istraživanjima Ive Murgić, dipl.ing i prof.dr.sc Rajka Božanić).

#### 2.1.5. Pasterizacija sladoledne smjese

Pasterizacija je toplinska obrada mlijeka pri temperaturama od 100°C, odnosno proces koji se primjenjuje na proizvod s ciljem minimaliziranja mogućih zdravstvenih rizika od patogenih mikroorganizama povezanih s mlijekom.

Nakon homogenizacije sladoledna se smjesa ponovo vraća u izmjenjivač topline gdje se pasterizira, to jest zagrijava na temperaturu od 85 °C, te se pri toj temperaturi zadržava 50 sekundi u zadrživaču.

Proces pasterizacije provodi se u pločastim pasterizatorima. Pasteri se sastoje od niza tankih metalnih ploča sa karakterističnim udubljenjima i izbočenjima, koja su tako podešena da između njih nastaju mnogobrojni kanali. Po kanalima struji u tankom sloju s jedne strane sladoledna smjesa, a s druge strane sredstvo za zagrijavanje ili hlađenje. U tom prolazu sladoledna smjesa mijenja smjer i tok, a time se brže i ravnomjernije zagrijava, odnosno hladi. Metalne ploče se međusobno povezuju serijski, a rubovi imaju ugrađene gumene pojaseve koji se spajaju u jednu cjelinu i međusobno nepropusno priljubljuju.

Pasterizator se sastoji od 4 sekcije:

1. sekcija predgrijavanja u kojoj se ulazna masa zagrijava od mase koja izlazi iz druge sekcije
2. sekcija pasterizacije u kojoj se masa pomoću vruće vode zagrijava na temperaturu od 85 °C kroz 15 - 20 sekundi
3. sekcija hlađenja u kojoj se masa djelomično hladi bunarskom vodom do temperature 24 °C
4. sekcija hlađenja pomoću hladne vode na temperaturu 4 °C

Glavni cilj ovog postupka je uništavanje mikroorganizama i njihovih enzima, ali on utječe i na otapanje, održivost i miješanje sastojaka smjese, popravljjanje arome i povoljno utječe na teksturu smjese. Naime sladoledna smjesa ima visoku viskoznost koja je slična viskoznosti vrhnja. Tijekom pasterizacije se iz koloidnog stanja izluče serum proteini koji na sebe vežu više vode pri čemu se sastojci smjese bolje povezuju (Tratnik i Božanić, 2012.)

#### 2.1.6. Hlađenje sladoledne smjese

Nakon pasterizacije smjesa se hladi u regeneratorskom (hladnom smjesom).

Hlađenje se vrši ledenom vodom do temperature 4 – 6 °C. Ono treba biti što brže obavljeno jer se s tim sprječava razvoj bakterija koje su preživjele pasterizaciju i povećanje viskoziteta koje negativno utječe na teksturu proizvoda.

#### 2.1.7. Zrenje sladoledne smjese

Zrenje sladoledne smjese se odvija u spremnicima sa dvostrukom stijenkom, tzv. zrijačima, u kojima je moguća regulacija temperature od 4 - 8 °C uz blago miješanje u trajanju od 2 - 4 sata. Kod te temperature dolazi to fizikalno kemijskih promjena, mliječna mast kristalizira, stabilizator i proteini na sebe vežu vodu i bubre te se povećava viskoznost smjese. Fizikalno - kemijske promjene tijekom zrenja povoljno utječu na konzistenciju i teksturu sladoleda, a čine sladoled otpornim na otapanje. Vrijeme zrenja ovisi o sastavu sladoledne smjese. Za one smjese sa većim udjelom masti, isto kao i one koje su homogenizirane pri nižem tlaku biti će potrebno duže vrijeme zrenja. Ono može trajati i do 24 sata, no u tvornici Ledo d.d. zrenje smjese ne traje više od 6h. Kod smjesa kojima je potrebno duže zrenje dodaju se emulgatori i stabilizatori koji skraćuju vrijeme zrenja. Arome i boje obično se dodaju u smjesu prije zrenja.

#### 2.1.8. Djelomično zamrzavanje sladoledne smjese i upuhivanje zraka

Zamrzavanje sladoledne smjese je jedna od najvažnijih faza u procesu proizvodnje sladoleda jer prvenstveno utječe na njegova svojstva, osigurava kvalitetu proizvoda, dobar okus i prinos gotovog proizvoda. U tvornici se smrzavanje odvija u specijalnim strojevima koje nazivamo frizeri.

Sladoledna smjesa u frizerima prolazi dvije faze: djelomično smrzavanje slobodne vode u smjesi te upuhivanje zraka. Kontinuirani zamrzivač sladoledne smjese sastoji se od dva koncentrična kruga gdje se u vanjskom djelu nalazi rashladno sredstvo (amonijak) , a u unutarnjem djelu smjesa koja se smrzava. Sloj smrznute smjese struže se s površine pomoću rotirajućih noževa smještenih na osovini te se miješa sa nezamrznutom fazom. Brzina prolaza smjese kroz cilindar zamrzivača određuje brzinu zamrzavanja, tvrdoću sladoleda, oblikovanje kristala te strukturu gotovog sladoleda.

Obično se smjesa zadržava u zamrzivaču do dvije minute, dok kod nekih vrsta sladolednih smjesa to vrijeme može biti i znatno duže. Djelomično smrzavanje sladoledne smjese mora biti vrlo brzo kako bi se formirali što manji kristali, a odvija se pri temperaturi od -3 do -7 °C ovisno o sastavu smjese. Ovisno o tipu sladoleda, pritom se zamrzne oko 30-50% vode. Prilikom upuhivanja zraka ili plina (najčešće se koristi dušik ili ugljični dioksid) dolazi do povećanja volumena od 80 – 100 %. Koliko će se povećati volumen smjese ovisi o udjelu suhe tvari i samoj tehnološkoj obradi. Povećanje se može prethodno izračunati na način da se udio suhe tvari u sladolednoj smjesi pomnoži sa 2,5. Zrak koji se ubrizgava u sladolednu smjesu mora biti mikrobiološki besprijekoran pa se stoga mora prethodno pročistiti preko mikrofiltera sa mikroporama veličine 0,65 µm.

Sladoledna smjesa koja napušta zamrzivač je viskozna jer sadrži oko 50 % smrznute vode te 90 – 100 % inkorporiranog zraka.



**Slika 4 .** Kontinuirani sladoledni frizer s automatskom kontrolom (Alfred & Co, 2016)

#### 2.1.9. Oblikovanje i pakiranje sladoleda

Postoje različiti načini pakiranja i oblikovanja sladoledne smjese (štapić, kornet, kartonske ili plastične čašice ili kutije).

Tijekom ove faze sladoledu se mogu dodati različiti dodaci. Silk Milk sladoledu se u ovoj fazi dodaje sos od jagode, čokoladni preljev te komadići lješnjaka.

Tijekom pakiranja moguće su deformacije sladoleda ili lijepljenje sladoleda za ambalažu što povećava mogućnost kontaminacije te utječe na potrošačevu prosudbu o kvaliteti proizvoda.

Oblikovanje i pakiranje sladoleda Silk Milk vrši se na kontinuiranom uređaju RIA 10.

Uređaj RIA 10 je namijenjen za automatsku i kontinuiranu proizvodnju sladoleda.

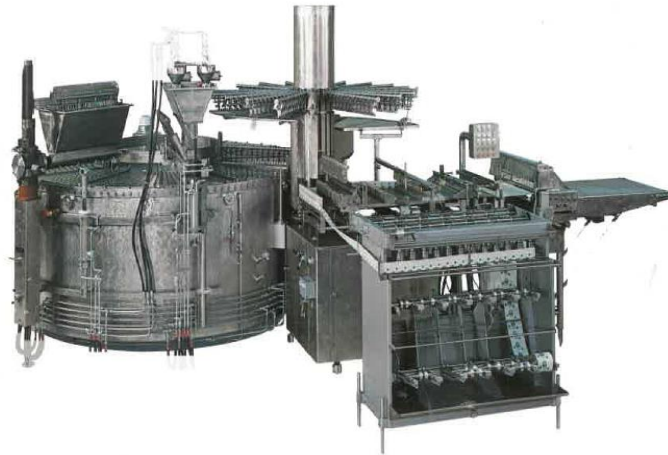
Kapacitet proizvodnje uređaja ovisi o sastavu i temperaturi sladoledne smjese, veličini sladolednog štapića no u prosjeku iznosi do 30 000 proizvedenih sladolednih štapića na sat.

Uređaji za oblikovanje i pakiranje sladoleda su u potpunosti građeni od nehrđajućeg materijala te uključuju sljedeće komponente:

- rotirajuću površinu za smrzavanje sa ugrađenim hladnjakom koji ima funkciju cirkulirajuće pumpe
- hladnjak koji je smješten u izoliranom tanku dvostruke stjenke
- prsten podijeljen u sekcije koji sadržava kalupe od nehrđajućeg čelika ( u jednom redu može biti između 10-20 kalupa za sladoled )
- hidraulični punjač za sladoled ili vodeni desert koji služi punjenju kalupa
- hidraulični mehanizam za umetanje drvenih štapića u kalupe
- hidraulični mehanizam za uklanjanje gotovih štapića
- hidraulični mehanizam sa termostatom i grijačem za uranjanje štapića u čokoladni sos
- kontrolnu ploču koja uključuje hidrauličnu jedinicu sa glavnim motorom, uljnom pumpom, uljnim akumulatorom i ostalim kontrolama
- pumpu za cirkulaciju hladne vode namjenjenu hlađenju
- pumpu za cirkulaciju vruće vode namjenjenu zagrijavanju
- tank za zagrijavanje vrućom parom
- kontrolnu kutiju sa ugrađenim termometrom za mjerenje temperature pri zagrijavanju/hlađenju te prekidačima koji upravljaju svim motornim funkcijama uređaja

Bitnu ulogu u proizvodnji sladoleda na uređaju imaju kalupi za zamrzavanje. S obzirom da postoji veoma opsežan broj i vrsta kalupa, biranje istih je zahtjevna procedura. Takvi uređaji imaju na odabir između 100 različitih vrsta kalupa za proizvodnju sladoleda. Svakim okretom rotirajuće površine u jednom kalupu bude zamrznut po jedan sladoledni štapić. Sladoledni štapić putuje sa temperature od -40 °C, preko zone za otapanje, pa opet do zone za zamrzavanje.

Drastične temperaturne razlike odnosno brze oscilacije u promjeni temperature omogućuju bolju zategnutost i konzistenciju sladoleda. U početku proizvodnje uređaja, kalupi su bili rađeni od pobakrenog materijala, no danas se svi rade od nehrđajućeg čelika koji je velike čvrstoće i otporan prema koroziji.



**Slika 5 .** Uređaj RIA 10 za automatsku i kontinuiranu proizvodnju sladoleda (Direct Industry, 2016)

#### 2.1.10. Duboko zamrzavanje sladoleda

Na uređaju RIA 10 vrši se duboko zamrzavanje sladoleda Silk Milk. Kako bi se spriječilo miješanje čokoladnog preljeva s komadićima lješnjaka i sladoleda vanilije duboko zamrzavanje je bitno provesti u što kraćem vremenu. Isto je potrebno provesti što brže kako bi veličina kristala leda koji se formiraju zamrzavanjem bila što manja.

Duboko smrzavanje provodi se u tunelima pri temperaturi do  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  pri čemu dolazi do smrzavanja oko 90 % vode. Oblikovan i pothlađen sladoled, u koji je umetnut štapić, transportira se rotirajućim postoljem u tunel za duboko zamrzavanje. Ovim dubokim zamrzavanjem se zaustavlja ili usporava rast preostalih štetnih mikroorganizama koji su zaostali nakon procesa pasterizacije u ranijoj fazi proizvodnog procesa. Kao rashladno sredstvo se koristi

amonijak, a sam uređaj funkcioniра na sličnom principu kao i frizer. Smatra se da je zamrzavanje završeno tek kada sredina proizvoda postigne temperaturu od -15 °C.

#### 2.1.11. Skladištenje sladoleda

Nakon dubokog zamrzavanja sladoled se skladišti na temperaturi od najmanje -25°C na period koji nije duži od 18 mjeseci.

Tijekom skladištenja može doći do rasta kristalića leda što se sprječava dodatkom stabilizatora koji imobiliziraju vodu te održavanjem temperature skladišta konstantnom.

## **2.2. Kontrola kvalitete proizvoda**

### 2.2.1. Važnost analize mliječnih proizvoda

Mliječni proizvodi zahtijevaju dobru angažiranost i kontrolu laboratorijskih službi od mjesta proizvodnje pa sve do mljekarskih pogona i distribucije, odnosno skladištenja proizvoda.

Što se tiče same kakvoće mlijeka kao sirovine, nečisto i patvoreno mlijeko neprimjereno je za bilo kakvu obradu te može biti u većoj ili manjoj mjeri štetno za preradu i potrošače.

Potrošači često imaju iskrivljenu predodžbu da je izvorno seljačko ili domaće mlijeko najkvalitetnije, no ono nerijetko ne bude zadovoljavajuće mehaničke čistoće i mikrobiološke kvalitete. Mlijeko često puta može biti patvoreno razvodnjavanjem te su u tom slučaju potrošači i prerađivači oštećeni, jer ne samo da mljekarska industrija mlijeko plaća po cijeni visoke kvalitete, nego i mliječni proizvodi imaju neželjenu kakvoću te se lako kvare.

U proizvodnji sladoleda tvornice Ledo d.d. koristi se mlijeko u prahu.

Mlijeko u prahu je trajan proizvod koji se dobiva uklanjanjem vode iz mlijeka (sušenjem).

Smanjeni postotak vode u proizvodu inhibira rast mikroorganizama te se na taj način produžuje trajnost. Pri proizvodnji mlijeka u prahu, mlijeko se podvrgava postupku visoke pasterizacije (HTST) pri čemu se najmanje utječe na stabilnost proteina, a najučinkovitije se uništavaju mikroorganizami i inaktiviraju njihovi enzimi.

### 2.2.2. Kontrola kvalitete sirovina za sladolednu smjesu

Prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 74/08) na mlijeku u prahu potrebno je provesti analizu na stafilokokne enterotoksine, koji kako bi test bio zadovoljavajuć ne smiju biti dokazani u uzorku.

Također je potrebno napraviti test na *Enterobacteriaceae* koje smiju biti pristune u količini od 10 CFU/g. Koagulaza pozitivni Stafilokoki također smiju biti prisutni u količinama 10-100 CFU/g.

Potrebno je provesti i test na *Salmonella spp.* koja mora biti odsutna u uzorku, no test se ne provodi u tvornici Ledo d.d. već ga provode vanjske suradničke institucije.

Za maslac je obavezno provesti analizu na *E. Coli* koja može biti prisutna u količini od 10-100 CFU/g. Analiza se provodi s ciljem poboljšanja higijene proizvodnje te najboljeg izbora sirovina.

Maslac je potrebno testirati i na *Salmonella spp.* koja mora biti potpuno odsutna iz sirovine.

Sukladno Pravilniku za šećer je potrebno provesti analizu na aerobne mezofilne bakterije koje smiju biti prisutne u količinama  $10^3 - 10^4$  CFU/g, *Enterobacteriaceae* i kvasci i plisni također smiju biti prisutni u količinama 10-100 CFU/g, dok *Salmonella spp.* mora biti u potpunosti odsutna.

Preporučene analize za kokosovo ulje su na aerobne mezofilne bakterije, *Enterobacteriaceae*, kvasce i plijesni te njihova količina može biti u rasponu od 10-100 CFU/g.

### 2.2.3. Kontrola kvalitete sladoledne smjese

Sladoledna smjesa je dobra podloga za rast i razmnožavanje mikroorganizama budući da je bogata hranjivim sastojcima poput laktoze i proteina, a pH vrijednost joj je gotovo neutralna (pH = 6-7). U sladoledu se mogu pojaviti mikroorganizmi poput: *Lysteria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus aureus*, *Escherichia Coli*.

Mikrobiološka analiza sladoledne smjese provodi se s ciljem utvrđivanja prisutnosti mikroorganizama koji bi ugrozili zdravlje ljudi kao i utvrđivanja mikrobiološke ispravnosti u smislu održivosti i ispravnosti za uporabu.

*Lysteria monocytogenes* je bakterija koja je često prisutna u sirovom mlijeku i mliječnim proizvodima. Do njezine prisutnosti u spomenutim proizvodima dolazi zbog grešaka u pasterizaciji sirovog mlijeka ili kontaminacije proizvoda drugim izvorima. Može preživljavati

pH vrijednosti kisele i lužnate sredine (5,0 – 9,0) te je otporna na niske i povišene temperature. Razmnožava se pri temperaturi od +4 °C.

Mlijeko i mliječni proizvodi su uz jaja najčešći izvori bakterije *Salmonella spp.* Radi se bakteriji koja može dugotrajno preživjeti u hrani, krmu, prašini u proizvodnim pogonima, vodi te otpadnim vodama. Postoji mnogo istraživanja o dugotrajnom zadržavanju *Salmonella spp.* u proizvodima obranog mlijeka u prahu te jajima kojima je dokazano da bakterija može u mlijeku u prahu preživjeti i do 12 mjeseci skladištenja pri sobnoj temperaturi ( Vlaemynck. G.: Značaj patogenih mikroorganizama u sirovom mlijeku, *Mljekarstvo* 46(3) 216-231,1996. )

*Staphylococcus aureus* je bakterija koja se brzo razmnožava u hrani bogatoj ugljikohidratima naročito u mliječnim sladoledima. Neadekvatno držanje hrane izvan hladnjaka ili pri sobnoj temperaturi pospešuje brzo razmnožavanje *Staphylococcus aureus*.

Hrana kontaminirana bakterijom ne pokazuje promjene senzorskih svojstava (mirisa, boje, okusa ili konzistencije) već se u takvoj hrani počinje stvarati termostabilan otrov, koji se kasnijom termičkom obradom ne može uništiti (temperatura vrenja ne uništava ga ni kroz sat vremena).

*Escherichia Coli* je česti kontaminant mlijeka i mliječnih proizvoda. Veoma je otporna bakterija i ima veliku sposobnost prilagodbe na uvjete u kojima preživljava. S obzirom da je sastavni dio mikroflore čovjeka lako se prenosi sa čovjeka na hranu i obrnuto, a posljedice uzrokuje kod ljudi oslabljenog imunološkog sustava.

Prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu [NN 74 / 08] mliječni sladoledi obavezno se moraju ispitati na prisutstvo *Salmonella spp.* i *Enterobacteriaceae*.

Da bi test na *Salmonella spp.* bio zadovoljavajuć sve ustanovljene vrijednosti moraju pokazivati odsutnost bakterije.

Test na *Enterobacteriaceae* je zadovoljavajuć ukoliko su ustanovljene vrijednosti manje ili jednake graničnoj vrijednosti od 10 CFU / g. Prisutnost mikroorganizama u sladolednoj smjesi ispituje se u ovlaštenim laboratorijima, a mikrobiološka analiza uključuje:

- kvalitativnu analizu → određivanje prisutnosti određenog mikroorganizma (*Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*)
- kvantitativnu analizu → određivanje ukupnog broja pojedinih mikroorganizama u 10 g (10 ml) uzorka (*Salmonella spp.*, *Enterobacteriaceae*, aerobne mezofilne bakterije, sulfidoreducirajuće klostridije, kvasci, plijesni)



Zahtjevi za kakvoću kojima u proizvodnji i stavljanju na tržište moraju udovoljavati svi smrznuti deserti propisani su Pravilnikom o smrznutim desertima [NN 20 / 2009.] Prema navedenom pravilniku:

Mliječni sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 % mliječne masti, najmanje 6 % bezmasne suhe tvari mlijeka i najmanje 24 % ukupne suhe tvari.

Mliječni sladoled ne smije sadržavati biljnu mast i biljne bjelančevine.

Krem sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 5 % mliječne masti, najmanje 6 % bezmasne suhe tvari mlijeka i najmanje 30 % ukupne suhe tvari.

Krem sladoled ne smije sadržavati biljnu mast i biljne bjelančevine.

Sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 % mliječne i / ili biljne masti, mliječne i / ili biljne bjelančevine, a sadrži najmanje 24 % ukupne suhe tvari.

Mikrofloru sladoleda većinom sačinjavaju termorezistentne bakterije, mikrokoke, streptokoke, aerobne i anaerobne sporogene bakterije, koliformne i Pseudomonas vrste.

Uzročnici povećanja kontaminacije u toku dana su termofilne bakterije u opremi. Sladoledna smjesa predstavlja vrlo povoljnu podlogu za razmnožavanje pojedinih patogenih bakterija, osobito stafilokoka, pa osoblje mora biti obučeno za ovu proizvodnju što uključuje radno odijelo, masku te čizme na nogama.

Pasterizacijom se inhibira većina mliječno - kiselih bakterija koje dolaze eventualno iz sirovina. Sladoledom se mogu prenijeti klice tifusa, paratifusa i difterije, koje dopijevaju od zaraženih ljudi zaposlenih u proizvodnji. Ove klice se smrzavanjem ne oštećuju i mogu izazvati infekciju.

Važno je napomenuti da se otopljeni i ponovo zamrznuti sladoled ne smije stavljati u proizvodnju (Interna radna uputa Ledo d.d., 2015).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijali

Praćen je proces finalizacije Silk Milk sladoleda na štapiću. Proces finalizacije izvršen je na uređaju RIA 10. Uređaj RIA 10 je namijenjen za automatsku i kontinuiranu proizvodnju sladoleda. RIA uređaj je komponenta proizvodne linije za grupiranje proizvoda te dijelom za zamatanje i zavarivanje gotovog proizvoda - Gram HSW uređaj, (Interna radna uputa, 2015). Tijekom završne obrade proizvoda praćeni su značajni parametri za finalizaciju pomoću navedenoga uređaja koji je opremljen mjernim sondama.

Za mikrobiološke i kemijske analize korišteni su slijedeći materijali:

- MilkoScan FT1
- Uređaj za određivanje masti metodom po Gerberu
- digitalni termometar
- digitalna vaga
- podloga za određivanje bakterija *Staphylococcus aureus* : "Giolitti-Cantoni Staph. Broth" slani bujon (SBS) i petrijeve zdjelice s Baird - Parker agarom (BP)
- podloga za određivanje *Enterobacteriaceae*: Ljubičasto crveni žučni glukozni agar (VRB)
- podloga za određivanje aerobnih mezofilnih bakterija: Agar za određivanje ukupnog broja mikroorganizama (A)
- podloga za određivanje kvasaca: Peptonski agar s ekstraktom kvasca (SAB)
- podloga za određivanje plijesni: Peptonski agar s ekstraktom kvasca (SAB)
- sterilna fiziološka otopina
- destilirana voda
- uzorak čokoladni sos Ledo
- uzorak sos jagoda
- uzorak komadići lješnjaka 2/4 manji
- uzorak šećer kristal
- uzorak kokosovo ulje
- uzorak maslac blok

- uzorak mlijeko u prahu
- uzorak sladoledna smjesa vanilija 7%
- uzorak gotov proizvod

## 3.2. Metode

### 3.2.1. Mikrobiološka analiza sirovina i gotovog proizvoda

#### 3.2.1.1. Određivanje broja aerobnih mezofilnih bakterija

Iz homogeniziranog uzorka sterilnom pipetom prenese se 1 mL osnovnog razrjeđenja u epruvetu s 9 mL sterilne fiziološke otopine. Nastalo razrjeđenje potrebno je dobro homogenizirati, te iz epruvete u koju je dodano mlijeko uzeti čistom sterilnom pipetom 1 ml homogeniziranog razrjeđenja i prenjeti u epruvetu sa 9 mL sterilne fiziološke otopine. Postupak se ponavlja dok se ne dobije željeni broj decimalnih razrjeđenja. Pipetom se odmjeri 1 mL decimalnog razrjeđenja uzorka. Pritom se jedan kraj poklopca petrijevke digne tek toliko da se između njega i donjeg dijela petrijevke može pipetom, držanom pod kutom od oko 45° te tako dosegnuti do sredine dna ploče. Najkasnije 15 minuta nakon odmjeravanja razrjeđenja Petrijeve ploče zalijevaju se sa 10 - 12 mL Tripton glukoza - kvašćevog agara koji je prethodno rastopljen u vodenoj kupki zagrijanoj na 100 °C, zatim ohlađen i držan u (drugoj) vodenoj kupki na 43 - 45 °C. Temperaturu je potrebno precizno namjestiti, kako nebi došlo do skrućivanja agara pri temperaturi od 42 °C (prema koncentraciji), ili oštećivanja i usmrćivanja bakterija pri temperaturi preko 48 - 50 °C. Kada u petrijevkama, koje moraju ležati na potpuno vodoravnoj podlozi, "agar" potpuno očvrstne (nakon 15 minuta), ploče se okrenu sa dnom prema gore, a poklopcem prema dolje. Svrha toga je da se isparena voda ne kondenzira na agaru. Ploče se odmah stavljaju u termostat, pojedinačno ili jednu na drugu, do najviše 4 komada. Uobičajeno, inkubacija pri stalnoj temperaturi od 32 °C traje 48 sati.

#### 3.2.1.2. Određivanje broja *Enterobacteriaceae*

Enterobakterije (crijevne bakterije) vrlo su heterogena skupina G- bakterija čije je prirodno stanište probavni sustav ljudi i životinja. Vrste porodice *Enterobacteriaceae* su mikroorganizmi koji fermentiraju glukožu i daju negativnu oksidaza reakciju. Prilikom

određivanja broja enterobakterija Petrijeve zdjelice se inokuliraju sa po 1 ml potrebnog razjedenja, zaliju VRB agarom te inkubiraju na temperaturi od 37 °C kroz 24 sata. Nakon inkubacije pojavljuju se tipične kolonije crvene do ljubičaste boje, promjera 0.5 mm ili više koje je potrebno izbrojati kako bi se utvrdilo dali je njihov broj prihvatljiv.

#### 3.2.1.3. Određivanje *Escherichia coli*

Radi se na način da se odmjeri 1 mL ili 1 g uzorka te nacijepi u briljant zeleni laktoza žučni bujon s Durhamovim cjevčicama. Inkubacija traje 24 - 48 h pri 44 °C, nakon čega nastanak plina daje pozitivan rezultat. Iz pozitivnih epruveta ezom se nanese uzorak na ljubičasto crveni žučni agar te inkubira 24 - 48 sati pri 44 °C. Izrasle kolonije potrebno je mikroskopirati te izvršiti (G-) pozitivan potvrdni pokus. Kulture tih kolonija prenesu se na hranjivi kosi agar (24 h / 37 °C) i identificiraju kratkim biokemijskim nizom - IMVC pokusom. Kulture se presijavaju na: peptonsku vodu za indol, podlogu za izvođenje MR i VP pokusa i podlogu za dokaz korištenja citrata. Inkubacija 24-48 h / 37 °C, te identifikacija prema tablici (MR, VP, simons citrat i indol).

#### 3.2.1.4. Određivanje *Salmonella spp.* i *Listeria monocytogenes*

Prema vodiču potrebno je raditi i analizu na *Salmonella* vrste i *Listeriu monocytogenes*, no ta se ispitivanja ne provode u tvornici Ledo d.d. već ga provodi Zavod za javno zdravstvo grada Zagreba te Prehrambeno-biotehnološki fakultet.

#### 3.2.1.5. Određivanje *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* je bakterija koja raste u slanom mediju. 1 g ili 1 mL uzorka zasije se u slani bujon (24 h / 37 °C). Uzorak ezom prenijeti na agar po Braid - Parkeru (24 - 48 h / 37 °C). Izrasle sitne plavkasto - crne kolonije provjeriti na sposobnost koaguliranja plazme. U tri sterilne epruvete stavi se 0,5 - 1 ml krvne plazme. U jednu se unese ispitivana kultura, u drugu kontrolni poznati koagulaza pozitivni stafilokok, a treća je kontrola plazme. Inkubacija pri 37 °C. Pozitivna reakcija : potpuna koagulacija u 1. i 2. epruveti, a u 3. nema koagulacije.

#### 3.2.1.6. Određivanje sulfitreducirajućih klostridija

Sulfidoreducirajući klostridiji su sporogene bakterije koje formiraju crne kolonije u specifičnom selektivnom mediju. 1 mL ili g uzorka odpipetirati u epruvetu i termički tretirati (10

minuta / 80 °C). Preliti otopljenim sulfitnim agarom (da udaljenost od čepa ne bude veća od 1 cm). Lagano homogenizirati, hladiti pod vodovodnom vodom dok se ne skrutne. Začepiti čepom te prekriti parafinskom trakom da se spriječi ulazak zraka. Inkubirati 3 - 5 dana / 37 °C.

Rast karakterističnih crnih kolonija u dubini podloge ili difuzno crnjenje cijele podloge uz stvaranje plina je znak vjerojatne prisutnosti sulfitoreducirajućih klostridija u uzorku.

### 3.2.1.7. Određivanje broja kvasaca i plijesni

Odpipetira se 1 mL razrjeđenja u Petrijevu zdjelicu i prelije Sabouraud maltoznim agarom. Inkubacija 3-5 dana pri sobnoj temperaturi nakon čega se izbroje kolonije kvasaca i plijesni.

### 3.2.2. Kemijska analiza sladoledne smjese (vanilija 7%)

#### 3.2.2.1. Određivanje suhe tvari spektrofotometrijskom metodom

MilkoScan je spektroskopski uređaj za analizu mlijeka koji koristi Furierovu transformaciju infracrvenog spektra. FTIR tehnologija omogućuje mjerenje u čitavom infracrvenom spektru i određivanje velikog broja parametara (masti, proteina, ugljikohidrata, suhe tvari, suhe tvari bez masti, ukupnih šećera, glukoze, fruktoze, saharoze, laktoze, limunske kiseline, uree i količine dodane vode). Analiza uzorka može trajati od 30 do 45 sekundi, što ovisi o viskoznosti uzorka, a mogu obraditi i do 500 uzoraka na sat .

Uređaj radi na principu da sastojci mlijeka apsorbiraju svjetlost valnih duljina od 3-10  $\mu\text{m}$  unutar infracrvenog spektra. Promjena energije vibracija unutar molekula dešava se unutar područja infracrvene svjetlosti elektromagnetskog spektra. Funkcionalne grupe imaju karakteristične frekvencije vibracija, tako su one za mast 3,5  $\mu\text{m}$  i 5,7  $\mu\text{m}$ , proteine 6,5  $\mu\text{m}$  i laktozu 9,6  $\mu\text{m}$ . Svi instrumenti koji se koriste infracrvenom svjetlošću su zapravo spektrofotometri koji mjere količinu energije infracrvene svjetlosti propuštene kroz uzorak. Kada je molekula izložena zračenju na frekvenciji sličnoj onoj kod koje vibrira određena funkcionalna grupa, energija infracrvene svjetlosti će se apsorbirati kao rezultat titranja.

Uređajem MilkoScan provodila sam analizu masti, proteina, laktoze, ukupne suhe tvari i bezmasne suhe tvari mlijeka i vrhnja i sladoledne smjese.



**Slika 6.** Spektroskopski uređaj za analizu mlijeka i sladoledne smjese MilkoScan FT1 (FOSS , 2016)

#### 3.2.2.2.. Određivanje masti prema Gerberu

Metoda se zasniva na kemijskom otapanju zaštitne opne globule mliječne masti sumpornom kiselinom. Radi lakšeg odvajanja masti dodaje se amilni alkohol koji snižava površinsku napetost sladoledne smjese. Mast se odvoji centrifugiranjem i količina se očitava naskali butirometra. U butirometar se otpipetira 10 ml 90%-tne sumporne kiseline, 5 ml sladoledne smjese, 5 ml amilnog alkohola, te se začepi čepom. Sadržaj se promućka, te se butirometar stavlja u centrifugu na 4 minute. Nakon obavljene centrifuge, očitava se količina mliječne masti u sladolednoj smjesi.



**Slika 7.** Određivanje udjela masti u sladolednoj smjesi metodom po Gerberu (Ledo d.d., 2016)

### 3.2.2.3. Određivanje pH

Metoda se temelji na utvrđivanju stupnja kiselosti sladoledne smjese Soxhlet-Henklovim postupkom. Kiselost ovisi o sastavu smjese te mora odgovarati internom standardu. Uzorak sladoledne smjese za analizu uzima se iz zrijača. Prije analize uzorak se zagrije do sobne temperature uz miješanje. U Erlenmeyer tikvicu se odmjeri 20 mL sladoledne smjese i razblaži s 20 mL destilirane vode. Tome se doda 2 mL 2%-tne otopine fenolftaleina u etanolu. Sadržaj se titrira s 0,1 M otopinom natrijeva hidroksida do pojave ružičaste boje, koja mora biti postojana pola minute. Kiselost se računa prema formuli:

$$^{\circ}\text{SH} = a \times f \times 1$$

a – broj mililitara 0,1M otopine natrijeva hidroksida utrošena za neutralizaciju uzorka sladoledne smjese

f – faktor otopine natrijeva hidroksida  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$

### 3.2.3. Kontrola proizvoda tijekom oblikovanja i pakiranja

#### 3.2.3.1. Određivanje mase i temperature sladoleda

Tijekom proizvodnog procesa se obavljaju mjerenje temperature i mase sladoleda, ambalaže i štapića. Mjerenje temperature provodi se digitalnim termometrom, a mjerenje mase digitalnom vagom periodično tijekom smjene, minimalno 4 puta.

Prije samog početka rada priprema se kontrolna lista proizvoda. Na kontrolnoj se listi nalaze referentne vrijednosti pojedinih sastojaka za određeni proizvod. Tijekom rada mjerila se mase sosa jagode, preljeva čokolade, lješnjak komadića, ambalaže, radnu težinu, volumen sladoleda, te temperaturu svake vrste sladoleda, sosa, preljeva i tunela.

Mjerila se temperaturu smjese vanilije, preljeva te sosa jagode.

Mjerenje se uobičajeno provodi 4 puta tijekom jednog proizvodnog procesa, no po potrebi se mjerenje provodi i intenzivnije ukoliko dođe do nekog poremećaja u proizvodnom procesu.

#### 3.2.3.2. Određivanje volumena sladoleda

Volumen sladoleda određuje se uranjanjem sladoleda u vodu i određivanjem mase istisnute vode. Laboratorijska čaša se ispuni vodom ( $T=40^{\circ}\text{C}$ ) i istarira na vagi. Sladoled se

izvadi iz ambalaže i uroni u vodu te očita težina. Volumen sladoleda jednak je težini istisnute vode, te se izračuna prema formuli:

$$\text{Volumen sladoleda} = (m_2 - m_1) - (m_4 - m_3)$$

$m_1$  – vrijednost odvage prazne posude - ambalaže

$m_2$  - vrijednost odvage do vrha napunjene posude s ledenom vodom

$m_3$  - vrijednost odvage uzorka (posuda napunjena sladoledom)

$m_4$  - vrijednost odvage uzorka (posuda napunjena sladoledom) i do vrha napunjene posude s ledenom vodom.



## 4. REZULTATI

**Tablica 1.** Rezultati parametara za praćenje procesa finalizacije proizvoda

	$N_{\min}-N_{\max}$	$\bar{N}$
Masa štapića (g)	48,9 - 53,9	51,4
Masa vanilija 6%+sos jagoda+štapić (g)	42,6 - 45,4	44,0
Masa sos jagoda (g)	13,0-13,4	13,2
Masa kakao preljev+komadići lješnjaka (g)	5,4 - 6,5	5,9
Masa ambalaže (g)	2,48 - 2,49	2,49
Temp. vanilija 6% (°C)	- 1,6 - 2,0	-1,8
Temp.kakaov preljev (°C)	35,7 - 38,5	37,1
Temp.sos jagoda (°C)	5,0 - 7,5	6,2
Volumen (ml)	68-69	68,5

**Tablica 2.** Rezultati mikrobiološke analize mlijeka u prahu

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$2,4 \times 10^2 - 5,6 \times 10^2$	$4 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	0-0	0
<i>Escherichiae coli</i>	0-0	0
Sulfitreducirajuće klostridije	0-0	0
Kvasci	-	-
Plijesni	-	-

**Tablica 3.** Rezultati mikrobiološke analize maslaca

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$3 \times 10^2 - 6 \times 10^2$	$4,5 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	0-0	0
<i>Escherichiae coli</i>	0-0	0
Sulfitreducirajuće klostridije	-	-
Kvasci	0-0	0
Plijesni	0-0	0

**Tablica 4.** Rezultati mikrobiološke analize kristal šećera

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$0,2 \times 10^2 - 0,5 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-
<i>Escherichiae coli</i>	-	-
Sulfitreducirajuće klostridije	-	-
Kvasci	0-0	0
Plijesni	0-0	0

**Tablica 5.** Rezultati mikrobiološke analize biljne masti (kokosovo ulje)

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$1,6 \times 10^2 - 3,8 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-
<i>Escherichiae coli</i>	-	-
Sulfitreducirajuće klostridije	0-0	0
Kvasci	0-0	0
Plijesni	0-0	0

**Tablica 6.** Rezultati mikrobiološke analize komadića lješnjaka

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$1,6 \times 10^2 - 2,2 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-
<i>Escherichiae coli</i>	-	-
Sulfitreducirajuće klostridije	0-0	0
Kvasci	0-0	0
Plijesni	0-0	0

**Tablica 7.** Rezultati mikrobiološke analize čokoladnog sosa

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$4 \times 10^2 - 1,5 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-
<i>Escherichiae coli</i>	-	-
Sulfitreducirajuće klostridije	0-0	0
Kvasci	0-0	0
Plijesni	0-0	0

**Tablica 8.** Rezultati mikrobiološke analize sosa od jagode

Vrsta analize	$N_{\min}-N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$6 \times 10^2 - 2 \times 10^2$	$4 \times 10^2$
Enterobakterije	0-0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-
<i>Escherichiae coli</i>	-	-
Sulfitreducirajuće klostridije	0-0	0
Kvasci	0-0	0
Plijesni	0-0	0

**Tablica 9.** Rezultati kemijske analize sladolene smjese ( Milkoscan FT 120)

	$N_{\min}-N_{\max}$	$\bar{N}$
Ukupna suha tvar (%)	30,43 - 32,27	31,35
Masti (%)	8,00 - 8,20	8,10
Proteini (%)	3,57 - 4,03	3,8
Saharoza (%)	8,97 - 9,41	9,19
Laktoza (%)	5,62 - 6,26	5,94
Ukupni invert (%)	16,52 - 17,23	16,87
Ph	6,54 - 6,60	6,57

**Tablica 10.** Rezultati mikrobiološke analize gotovog proizvoda (Silk Milk)

Vrsta analize	$N_{\min}$ - $N_{\max}$ CFU/g	$\bar{N}$ CFU/g
Aerobne mezofilne bakterije	$0,4 \times 10^2 - 1,4 \times 10^3$	$7,2 \times 10^2$
Enterobakterije	10-30	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0
<i>Escherichiae coli</i>	-	-
Sulfitreducirajuće klostridije	-	-
Kvasci	-	-
Plijesni	-	-

## 5. RASPRAVA

Silk Milk je krem sladoled obogaćen punjunjem od jagode i preliven kakaovim preljevom s komadićima lješnjaka. Od sastojaka sadržava vodu, 25 % punjenja od jagode 13% kakaov preljev, obrano mlijeko u prahu, šećer, kokosovo ulje, glukozni sirup, maslac, komadiće lješnjaka.

Tijekom oblikovanja i pakiranja proizvoda vršena su mjerenja mase štapića, vanilija sladoledne smjese, sosa jagode, kakao preljeva i komadića lješnjaka. Mjerenjima je utvrđeno da se vrijednosti navedenih parametara nalaze u granicama proizvođačkih specifikacija. Mjerena je i temperatura sladoledne smjese vanilije, te kakaovog preljeva i sosa od jagode. Dobivene vrijednosti također su u granicama proizvođačkih vrijednosti. Izmjereni volumen iznosio je 68 mL te je vrijednost u dopuštenom rasponu od preporučene vrijednosti navedene na deklaraciji proizvoda ( 65 mL ). Izmjerene vrijednosti u skladu su sa vrijednostima na deklaraciji.

U radu izvršena je mikrobiološka analiza sirovina potrebnih za proizvodnju Silk Milk sladoleda na štapiću. Mikrobiološke analize su provedene prema preporukama koje navodi Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu ( 2011).

Mikrobiološki standard za sladoled određen brojem pojedinih mikroorganizama u 1 g sladoleda propisan je u Pravilniku o mikrobiološkim standardima za namirnice (NN 74/08, 156/08). Prema Pravilniku u 1g sladoledne smjese smije biti:

- < 10 000 aerobno mezofilnih bakterija
- < 100 *Enterobacteriaceae sp.*
- < 10 sulfitoreducirajućih klostridija
- < 10 plijesni i kvasaca
- 0 bakterija vrste *Escherichia coli*

Tijekom ovog rada izvršena je mikrobiološka analiza mlijeka u prahu, maslaca, kristal šećera, biljne masti ( kokosovog ulja ) , komadića lješnjaka, čokoladnog sosa te sosa od jagode.

Analizom mlijeka u prahu utvrđeno je  $4 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija, dok nije dokazana prisutnost enterobakterija, *Staphylococcus aureus*, *Escherichiae coli*, sulfitreducirajućih klostridija.

Analizom maslaca utvrđeno je  $4,5 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija dok nije dokazana prisutnost enterobakterija, *Staphylococcus aureus*, *Escherichiae coli*, kvasci i plijesni.

U kristal šećeru utvrđeno je  $0,3 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija, dok nije nađeno enterobakterija, kvasci i plijesni.

Analizom kokosovog ulja utvrđeno je  $2,7 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija, dok nije nađeno enterobakterija, sulfitreducirajućih klostridija, kvasaca ni plijesni.

U 1 g uzorka komadića lješnjaka utvrđeno je  $1,9 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija, a nije nađeno enterobakterija, sulfitreducirajućih klostridija, kvasaca ni plijesni.

Analizom čokoladnog sosa utvrđeno je  $2,7 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija, a nije nađeno enterobakterija, sulfitreducirajućih klostridija, kvasaca ni plijesni.

U sosu od jagode nađeno je  $4 \times 10^2$  CFU/g , dok nije nađeno enterobakterija, sulfitreducirajućih klostridija, kvasaca ni plijesni.

Nakon završetka proizvodnje izvršena je i mikrobiološka analiza gotovog proizvoda u kojem je pronađeno  $7,2 \times 10^2$  CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija što je prema Pravilniku o mikrobiološkim standardima za namirnice u dopuštenom rasponu.

Iz navedenih analiza može se zaključiti da sirovine i poluproizvodi odgovaraju kriterijima koje propisuju Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu ( 2011) te Pravilnik o mikrobiološkim standardima za namirnice (NN 74/08, 156/08).

Prema Pravilniku o mlijeku i mliječnim proizvodima (NN 46/2007) mliječni krem sladoled mora sadržavati najmanje 8 % mliječne masti, najmanje 14 % dodanog šećera, te najmanje 30 % suhe tvari. Sastav sladoledne smjese propisan je i proizvođačkom specifikacijom i vrstom sladoleda.

Kemijskom analizom sladoledne smjese utvrđeno je da smjesa sadrži 31% ukupne suhe tvari, 8% masti, 9% saharoze, 5% laktoze, 16% ukupnog inverta, dok joj pH vrijednost iznosi 6. Rezultatima je potvrđeno da se vrijednosti kemijskog sastava sladoledne smjese nalaze u granicama DPP.

## 6. ZAKLJUČCI

Kvaliteta sladoleda ovisi o zdravstvenoj ispravnosti i kvaliteti sirovina te pravilno provedenom tehnološkom procesu proizvodnje.

Temeljem izvršenih ispitivanja može se zaključiti:

- u uzorcima bile su prisutne aerobne mezofilne bakterije, ali je njihov broj unutar dozvoljenih granica
- u ispitivanjima tijekom mjesec dana dobiveni rezultati mikrobioloških i fizikalno - kemijskih analiza bili su u skladu s Pravilnikom o mikrobiološkim standardima za namirnice (NN 74/08, 156/08)
- sladoledna smjesa po kemijskom sastavu odgovara proizvođačkoj specifikaciji i tijekom perioda praćenja nisu uočena odstupanja
- proizvedeni i analizirani sladoled zadovoljava mikrobiološke kriterije

## 7. LITERATURA

1. Božanić R., Jeličić I., Bilušić T. (2010) : Analiza mlijeka i mliječnih proizvoda, Priručnik, Plejada, Zagreb.
2. Tratnik, Lj. Božanić R. (2012) : Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
3. Clarke C. (2004) : The Science of Ice Cream, The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
4. Duraković S., Duraković L. (1997a) : Priručnik za rad u mikrobiološkom laboratoriju, 1. dio knjiga prva, Durieux, Zagreb.
5. Duraković S., Duraković L. (1997b) : Priručnik za rad u mikrobiološkom laboratoriju, 2. dio-knjiga druga, Durieux, Zagreb.
6. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2011) : Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu, 3. izmijenjeno izdanje, Zagreb.
7. Narodne novine (2007) : Pravilnik o smrznutim desertima, Zagreb: Narodne novine d.d.,46.
8. Narodne novine (2008) : Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu, Zagreb: Narodne novine d.d., 74.
9. Narodne novine (2008) : Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu, Zagreb: Narodne novine d.d., 155.
10. Narodne novine (2008) : Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu, Zagreb: Narodne novine d.d., 156.
11. Narodne novine (2009) : Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima, Zagreb: Narodne novine d.d., br. 20.
12. Tvornica sladoleda Ledo d.d. (2015.) : Interna radna uputa, Zagreb, 2015
13. Sabadoš, D. (1996) : Kontrola i ocjenjivanje kakvoće mlijeka i mliječnih proizvoda
14. Murgić, I., Božanić, R. (2008.): Utjecaj vrste i udijela masti na homogenizaciju sladoledne smjese. Mljekarstvo 58 (3), 233 - 242., 2008.
15. Magdalenić, B. (1993.) : Značaj nalaza *Listeria monocytogenes* u mlijeku i mliječnim proizvodima. Mljekarstvo 43 (1), 11-21, 1993.



16. Vlaemyneck. G.: Značaj patogenih mikroorganizama u sirovom mlijeku, Mljekarstvo 46(3) 216-231,1996.
17. Tehnologija hrane (2016). Magazin posvećen prehrambenoj industriji.  
<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/mlijek-u-prahu>, 12.lipanj 2016.
18. Ledo d.d. (2016). <http://www.ledo.hr/>, 20.ožujak 2016.
19. Webpackaging (2015). Tetra Tebel Casofill GDL, October 2015.  
[https://www.webpackaging.com/en/portals/tetrapak/assets/11114454/-tetra-tebel-casofill-gdl-](https://www.webpackaging.com/en/portals/tetrapak/assets/11114454/-tetra-tebel-casofill-gdl-/), 14.travanj 2016.
20. Alfred & Co (2016). <http://www.alfredandco.com/about-alfred-and-co.html> , 02.svibanj 2016.
21. Direct Industry (2016). The online industrial exhibition.  
<http://www.directindustry.com/tab/ria.html?suggest=4f6752456e5a5035325778524c4a71506d4a35596b513d3d>, 15.svibanj 2016.
22. FOSS (2016). <http://fossna.com/industry-solution/products/milkoscan-ft1/>, 02. lipanj 2016.
23. Wikipedia: Zlatni stafilokok (2005). [https://hr.wikipedia.org/wiki/Zlatni\\_stafilokok](https://hr.wikipedia.org/wiki/Zlatni_stafilokok), 10.srpanj 2016.
24. Tehnologija hrane (2016). Magazin posvećen prehrambenoj industriji.  
[www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/patogene-bakterije-u-hrani](http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/patogene-bakterije-u-hrani), 15.ožujak, 2016.

## 8. POPIS TABLICA I SLIKA

Tablica 1. Rezultati parametara za praćenje procesa finalizacije proizvoda

Tablica 2. Rezultati mikrobiološke analize mlijeka u prahu

Tablica 3. Rezultati mikrobiološke analize maslaca

Tablica 4. Rezultati mikrobiološke analize kristal šećera

Tablica 5. Rezultati mikrobiološke analize biljne masti (kokosovo ulje)

Tablica 6. Rezultati mikrobiološke analize komadića lješnjaka

Tablica 7. Rezultati mikrobiološke analize čokoladnog sosa

Tablica 8. Rezultati mikrobiološke analize sosa od jagode

Tablica 9. Rezultati kemijske analize sladolene smjese ( Milkoscan FT 120)

Tablica 10. Rezultati mikrobiološke analize gotovog proizvoda (Silk Milk)

Slika 1 . Shematski prikaz proizvodnje sladoleda (Tratnik i Božanić, 2012)

Slika 2. Pogon za proizvodnju sladoleda tvornice Ledo d.d. (Ledo d.d., 2016)

Slika 3. Almix uređaj za miješanje sastojaka sladoledne smjese (Webpackaging,2015)

Slika 4 . Kontinuirani sladoledni frizer s automatskom kontrolom (Alfred & Co, 2016)

Slika 5 . Uređaj RIA 10 za automatsku i kontinuiranu proizvodnju sladoleda (Direct Industry, 2016).

Slika 6. Spektroskopski uređaj za analizu mlijeka i sladoledne smjese MilkoScan FT1 (FOSS , 2016).

Slika 7. Određivanje udjela masti u sladolednoj smjesi metodom po Gerberu (Ledo d.d.,2016)