

Leila Tuori-Laukkonen

ESL-maidon ja -kerman käsittelymenetelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Laboratorioanalyttikko (AMK)

Laboratorioala

Opinnäytetyö

6.11.2016

Tekijä(t) Otsikko	Leila Tuori-Laukkonen ESL-maidon ja -kerman käsittelymenetelmät
Sivumäärä Aika	25 sivua + 4 liitettä 6.11.2016
Tutkinto	Laboratorioanalytikko (AMK)
Koulutusohjelma	Laboratorioala
Ohjaaja(t)	Lehtori Mikko Halsas Tuotantopäällikkö Sari Lundahl
<p>Opinnäytetyö tehtiin Hämeenlinnan Osuusmeijerille, ja sen tarkoituksena oli antaa kokonaiskuva ESL-maitojen ja -kermojen käsittelymenetelmistä prosessissa.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin maidon ultra- ja nanosuodatusta sekä maidon ja kerman käsittelyä yleisesti sekä laktoosittomien ja vähälaktoosisten maitotuotteiden valmistusta.</p> <p>Opinnäytetyön kokeellisessa osassa perehdyttiin ESL-laitteiston ajoon ja UF- ja NF-laitteistojen pesuihin tuotannon jälkeen. Johtopäätöksissä käytiin läpi puutteita, joita opinnäytetyö toi esiin suodatuksen ja laitteiston osalta. Näiden tuloksien avulla saatiin parannettua laitteiden ja pesujen ominaisuuksia meijerillä.</p> <p>Hämeenlinnan Osuusmeijerissä työn tuloksia tullaan hyödyntämään omavalvontasuunnitelman päivittämisessä. Opinnäytetyön pohjalta tehdyn ohjeistuksen avulla varmistetaan, että ESL työni oikean suorittamisen periaatteet ja yksityiskohdat ovat kaikkien saatavilla. Tällöin käytännöt ovat yhdenmukaiset.</p>	
Avainsanat	nanosuodatus, ultrasuodatus, ESL

Author(s) Title Number of Pages Date	Leila Tuori-Laukkonen The Processing methods of ESL milk and cream 25 pages + 4 appendices 16 November 2016
Degree	Bachelor of Laboratory Sciences
Degree Programme	Laboratory Sciences
Instructor(s)	Mikko Halsas, Senior Lecturer Sari Lundahl, Production Manager
<p>This thesis was made for Hämeenlinna's Osuusmeijeri, and the purpose was to determine the overall processing methods of ESL milks and creams in production.</p> <p>The theoretical part deals with milk's nanohypten- and ultrafiltration treatment and processing methods of milk and cream in general as well as with the production of lactose-free and low-lactose milk products.</p> <p>The experimental part of the thesis studies ESL hardware tasking and also the UF and NF hardware post-production washes. The conclusion discusses the deficiencies discovered the thesis regarding filtering and hardware. With these results the features of devices and washes were improved in the dairy.</p> <p>Hämeenlinna's Osuusmeijeri can use this thesis when updating the control plan. Guidance based on the thesis can be used to ensure that the principles and details of the ESL process are available for everyone. This will unify practices.</p>	
Keywords	nanofiltration, ultrafiltration, ESL

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Maitojen ja kermojen lähtökohdat	2
2.1	Maidot ja kermit	2
2.2	Maidonkäsittely ennen suodatuslaitteistoa	6
2.3	Maidon nano- ja ultrasuodatus	8
2.3.1	Ultrasuodatus	8
2.3.2	Nanosuodatus	9
2.4	Laktaasientsyymi ja D-vitamiinin lisäys	11
2.5	UF- ja NF-retentaatti	12
2.6	Kerman käsittely ennen ESL-laitteistoa	12
2.7	Karrageeni ja laktaasientsyymi	13
2.7.1	Karrageeni	13
2.7.2	Laktaasi eli β -galaktosidaasi	14
2.8	Kerman hydrolyysi	15
3	ESL-laitteisto	15
4	Suodatinlaitteistojen pesut	17
4.1	UF-laitteen pesu	19
4.2	NF-laitteen pesu	20
5	ESL-laitteiston pesu	21
6	Tulokset	22
7	Päätelmiä	23
	Lähteet	25

Liitteet

Liite 1. Entsyymien käyttöturvallisuustiedote MAXILACT LGX 5000F

Liite 2. Tuotespesifikaatio Kotimainen Laktoositon Täysmaitojuoma

Liite 3. Tuotespesifikaatio Kotimainen Laktoositon Kuohukerma

Liite 4. Karrageenin tuotespesifikaatio

Lyhenteet

CIP	Aseptinen puhdistusjärjestelmä tuotantolaitoksessa eri laitteistoille
ESL	Extended Shelf Life, pidennetty säilyvyysaika
EVOH	Etyylivinyylialkoholi - laminoitu kartonki, jota käytetään pakkausmateriaalina ESL-tuotteille.
HEPA	High Efficiency Particulate Air filter. Puhdastilojen suodatintyyppi, joka puhdistaa huoneeseen tulevan ilman.
Hydrolyysi	Kermassa tapahtuva laktoosin pilkkoutuminen
Karrageeni	Sakeuttamislisäaine (E407), jota lisätään tuotteeseen estämään rasvan erottuminen.
Laktaasi	Maitosokeria (laktoosia) pilkkova entsyymi
Maillardin-reaktio	<p>Pelkistävien sokerien ja aminohappojen tai proteiinien välinen kemiallinen reaktio, joka tarvitsee lämpöä tapahtuakseen. Maidon väri ruskistuu ja reaktio saa aikaan makuvirheen.</p>
NF	Nanosuodatus
Permeaatti	Kalvon läpi suodattunut neste
Retentaatti	Neste, joka ei ole suodattunut kalvon läpi (tiiviste).
UF	Ultrasuodatus

1 Johdanto

Hämeenlinnan osuusmeijeri on suurin Arla Oy Ab:n yhteistyömeijeri, jonka tuotevalikoimaan kuuluvat erilaiset maidot, kermat ja piimät. Ensimmäinen meijerilaitos perustettiin Hämeenlinnaan vuonna 1871, nimellä Tavastehus Meijeriaktiebolag ja nykyinen Hämeenlinnan Osuusmeijeri on perustettu vuonna 1926. Vuosien varrella meijerillä on tehty lukuisia tuotteita, jotka ovat menestyneet vähittäistavaramarkkinoilla. Nykyisten luomutuotteiden ja lämpökäsiteltyjen tuotteiden myynti on tällä hetkellä voimakkaassa kasvussa. Tulevaisuuden näkymät viittaavatkin siihen, että asiakasta voidaan palvella entistä paremmin erilaisilla pitkäkestoisilla lämpökäsitellyillä tuotteilla, joita tuotekehitys tuo jatkuvasti markkinoille.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää ESL-laitteiston toiminta laktoosittoman maidon ja kerman käsittelyssä Hämeenlinnan Osuusmeijerissä. Käsittely sisältää maidon ja kerman kulun prosessissa vastaanotosta vakiointiin, pastörintiin sekä suodatuksiin eri lisäysten kautta aseptiselle säiliölle ja siitä pakkauskoneelle. Työni, tavoitteena oli saada omavalvontaan varten meijerin vastaanottoon toimintaselvitys siitä, miten laktoositonta maitoa ja kermaa tehdään eri vaiheissa. Opinnäytetyöni tavoitteena oli myös selvittää, saadanko uudella korkeapastörintiprosessilla aikaan laadukasta, makuvirheetöntä laktoositonta maitoa ja kermaa. Toisena tavoitteena oli selvittää, toimivatko ultra- ja nanosuodatus siten, että niillä saadaan poistettua riittävän paljon laktoosia maitovalmisteista.

Vuoden 2013 lopulla Hämeenlinna Osuusmeijerissä oli tehty suunnittelu- ja investointiesitys korkeapastörintilaitteistosta, joka sisältäisi myös ultra- ja nanosuodatuksen. Ensimmäinen projektipalaveri pidettiin helmikuussa 2014, jolloin tehtiin alustava projekti aikataulu ja suunniteltiin tutustumiskäynti ESL-linjastolle Arla Oy Ab:n Sipoon laitokseen. Sähköasennukset ja putkistoasennukset alkoivat toukokuussa ja ESL-laitteiston toimitus kesäkuun alussa. Ultrasuodatus- ja nanosuodatuslaitteistot tulivat kesäkuun puolivälissä. Ensimmäiset ESL-tuotteet valmistettiin 30.8.–1.9.2014 ja ne olivat laktoosittomat kuohukerma ja kahvikerma.

Työstä on tekijälleen hyötyä omassa laboratoriotyössäni meijerillä, koska tarkoituksena on tehdä uusia laadunvalvonnan kehitysmenetelmiä. Opinnäytetyön tekijän on ollut mukana kyseisessä projektissa alusta alkaen. Tavoitteena oli oppia uutta ESL-laitteistosta, että ultra- ja nanosuodatuksesta.

2 Maitojen ja kermojen lähtökohdat

2.1 Maidot ja kermat

Kun maito on kerätty, kuljetettu ja vastaanotettu meijeriin, sen koostumus tutkitaan. Koostumuksella saadaan selvitettyä, ettei maito sisällä haitallisia vierasaineita tai bakteereita. Raakamaidossa on tyypillisesti vettä 87 %, rasvaa 4,3 %, hiilihydraatteja 4,7 %, proteiineja 3,5 % ja kivennäisaineita 0,7 %. Maito sisältää myös monia vesi- ja rasvaliukoisia vitamiineja. [1, s. 31.]

Laktoosittomassa täysmaitojuomassa on rasvaa 3 %. Aistittaviin ominaisuuksiin kuuluvat ulkonäkö, rakenne, haju ja maku. Kemiallisia ominaisuuksia ovat rasva, proteiini, laktoosi, hiilihydraatti, kuiva-aine, D-vitamiini, kalsium ja pH. Näistä analysoidaan rutiininomaisesti päivittäin rasva, laktoosi, aistinvarainen arviointi. Enterobakteerit (37 °C) ja gram-negatiiviset bakteerit (25 °C) viljellään mikrobiologisesti päivittäin sekä kokonaisbakteerit (30 °C) ja *Listeria monocytogenes* -bakteerit kerran viikossa perjantaisin.

Korkeapastörinti tuhoaa lämpöä kestävämmät bakteerit ja vähentää merkittävästi *Bacillus*-tyyppisten mikrobien määrää tuotteessa [1, s. 97]. *Pseudomonas* -bakteerit kehittävät hedelmäisen tai kalamaisen sivumaun maitoon tai kermaan. *Pseudomonas*-bakteereja esiintyy tuotteissa, jotka ovat jälkikontaminoituneet. Jos pitkään säilyvässä maidossa tai kermassa esiintyy mikrobiologisia ongelmia, vika ei ole yleensä laitteistossa, vaan syynä on jälkikontaminaatio.

ESL-maidot ja kermat pakataan pakkauskoneella, joka täyttää korkeat hygieniavaatimukset (Shikoku, Elopak U-SE120L2). Pakkausmateriaali desinfioidaan pakkauskoneessa 2-prosenttisellä vetyperoksidiliuossumulla sekä UV-valolla ja pakkausten täyttötila on ylipaineistettu HEPA-suodatetulla ilmalla.

Taulukossa 1 esitetään aistittavien täysmaitojuoman laatuvaatimuksia.

Taulukko 1. Täysmaitojuoman aistittavat, kemialliset ja mikrobiologiset ominaisuudet (Liite 2)

Aistittavat ominaisuudet		
Ominaisuus	Kuvaus	
Ulkonäkö	Valkoinen neste	
Rakenne	Tasainen neste	
Haju ja maku	Tuoksu mieto, täyteläinen, maidon maku, ei virhemakuja	
Kemialliset ominaisuudet		
Ominaisuus	Tavoite	Toleranssi
Rasva	3,0 %	2,5 - 3,5 %
Proteiini	3,3 %	3,2 - 3,5 %
Laktoosi	0 %	< 0,01 %
Hiilihydraatti	2,7 - 3,0 %	
Kuiva-aine	11,00 %	10,0 - 12,0 %
D-vitamiini	1,0 µg	
Kalsium	120 mg	
pH	6,7	6,6 - 6,9
Mikrobiologiset ominaisuudet		
Mikro-organismi	Tavoite(pmy/ml)	Toleranssi(pmy/ml)
Enterobakteerit	<1	<5
Kokonaisbakteerit	<100	<10000
<i>L.monocytogenes</i>	0/25 g	0/25 g
Gram neg. bakteerit	0	0

Hämeenlinnassa valmistetaan suomalaisesta maidosta laktoositonta täysmaitoa ESL-laitteistolla ja pakataan suljetusti jogurttiaihioon, jonka pakkausmateriaalina käytetään EVOH(etyylivinyylialkoholi)-laminoitua kartonkia. EVOH-kerros toimii laminaatissa kaasusuojana ja estää virhemakuja aiheuttavien yhdisteiden pääsyn tuotteeseen pitkän säilytyksen aikana. Täysmaitojuoman säilyvyys on 21 vrk alle +6 °C:ssa. Maito pakataan 1 litran suljettuun, korkilliseen pakkaukseen ja sen säilyvyys avattuna on 3 - 4 päivää jääkaapissa (Kuva 1). Tällä hetkellä täysmaitojuomien pakkaus ja teko on siirretty Arla Oy Ab Sipoon tehtaalle. Hämeenlinnassa valmistetaan myös laktoosittomat kuohukermat sekä laktoosittomat kahvikermat.



Kuva 1. Hämeenlinnan Osuusmeijerin laktoosittomat täysmaitojuomat

Taulukossa 2 esitetään laktoosittomia kuohukerman ominaisuuksia.

Taulukko 2. Kuohukerman aistittavat, kemialliset ja mikrobiologiset ominaisuudet (Liite 3)

Aistittavat ominaisuudet		
Ominaisuus	Kuvaus	
Ulkonäkö	Juokseva, vaaleankeltainen neste	
Rakenne	Nestemäinen	
Haju ja maku	Tuoksu mieto kermamainen, maku kermainen, hieman makea	
Kemialliset ominaisuudet		
Ominaisuus	Tavoite	Toleranssi
Rasva	35,0 %	33 – 37 %
Laktoosi	0 %	< 0,01 %
pH	6,7	6,6 - 6,9
Mikrobiologiset ominaisuudet		
Mikro-organismi	Tavoite(pmy/ml)	Toleranssi(pmy/ml)
Enterobakteerit (37°C)	<1	<5
Kokonaisbakteerit	<100	<10000 pe päivänä
<i>L.monocytogenes</i>	0/25 g	0/25 g
Gram neg.	0	0

Tuotteen säilytyslämpötilaksi suositellaan alle + 8 °C. Harjapakkaus säilyy avattuna noin 5 vuorokautta ja suljettuna 21 vuorokautta jääkaappilämpötilassa. Purkki on ravis-teltava ennen käyttöä (Liite 3).

Alla olevassa kuvassa 2 on laktoosittomia kuohukermoja



Kuva 2. Hämeenlinnan Osuusmeijerin laktoosittomat 2 dl kuohukermat

Maidon laktoosipitoisuudesta ja lisäaineista on elintarvikeviraston viranomaisvalvonnan asetuksissa säädetty, että maidon laktoosipitoisuutta saa vähentää hydrolysoimalla laktoosia glukoosiksi ja galaktoosiksi. Maidon laktoosia ei saa vähentää muilla keinoin, joten esimerkiksi maitoa, josta on kromatografisesti poistettu laktoosia, ei voida kutsua maidoksi vaan maitojuomaksi. [2.]

ESL-tuotteita tehdessä täytyy ottaa huomioon viranomaisvalvonnassa olevat asetukset laktoosipitoisuuden vähentämisestä ja vitamiinien lisäyksistä. Kulutukseen tarkoitetun maidon täytyy täyttää vaatimukset rasvan, proteiinin ja painon osalta [2].

Myös kauppa- ja teollisuusministeriö on antanut yleisen täydentämisasetuksen muutamille vitamiineille ja kivennäisaineille kuten kalsiumille ja D-vitamiinille. Tuotteet, joihin näitä vitamiineja ja kivennäisaineita saa lisätä, mainitaan asetuksessa. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan aloitteesta annettu asetus on astunut voimaan 1.12.2002 ja siinä annetaan yleinen lupa lisätä D-vitamiinia maitoon ja maitovalmisteisiin väestön niukan D-vitamiinin saannin korjaamiseksi [2, s. 4.].

Vitamiini- ja kivennäisainelisäysten valvonta kuuluu meijerin omavalvontaan. Meijerin tulee valvoa, että tuotteisiin lisätyt vitamiini- tai kivennäisainemäärät vastaavat pakkauksessa ilmoitettua määrää. Valvonta-analyysyjä tehdään ongelmien esiintyessä tai vähintään kerran vuodessa [2, s. 7.].

Laktoosittomien tuotteiden laktoosipitoisuudelle ei Suomen lainsäädännössä ole raja-arvoa, mutta Evira suosittelee noudatettavaksi pohjoismaista suositusta, kunnes EU-tasolla saadaan yhtenäinen raja-arvo, mikä vienee aikaa. Eri maissa on eri raja-arvot laktoosittomille tuotteille. Esimerkiksi Pohjoismaissa on 0,01g/100g laktoosipitoisuus suositus, Englannissa 0,03g/100g ja Saksassa 0,1g/100g [6].

2.2 Maidonkäsittely ennen suodatuslaitteistoa

Tuore raakamaito sentrifugoidaan separaattorissa, jolloin maito erottuu kahdeksi pääjakeeksi: rasvattomaksi maidoksi ja kermaksi. Tämän jälkeen maidon rasvapitoisuus säädetään vakioinnilla halutulle tasolle. Vakiointi tapahtuu yhdistämällä rasvatonta maitoa tai kermaa raakamaitoon tai separoimalla raakamaidosta rasvaa pois.

Vakioitu tuote johdetaan homogenisaattoriin, jossa rasva pilkotaan. Sen jälkeen tuote ohjataan levylämmönsiirtimen pastörintiosastoon, jossa se kuumennetaan pastörintilämpötilaan ja pumpataan edelleen välisäiliöön jäähtymään ja odottamaan suodatuslaitteistolle menoa. ESL-maito johdetaan välisäiliöön samojen käsittelyiden jälkeen ja sieltä ESL-laitteistolle. ESL-maitoja ei suodateta.

ESL-maitoja voidaan valmistaa tänä päivänä seuraavilla menetelmillä [11, s. 2].

1. epäsuora valmistus putki- tai levylämmönvaihtimen avulla
2. suoralämmitys höyryinfusion tai höyryinjektion kautta
3. kalvosuodatusprosessissa mikrosuodatuksen avulla
4. syväjohdatuksella
5. bakteerinpoistoerottimilla.

Epäsuorassa valmistuksessa maito virtaa kuumien putkien tai levyjen kautta, jolloin se kuumenee asteittain kohti loppuvaihetta. Maidon lämpötila pidetään 127 °C:ssa yhdestä kolmeen sekuntia ja lopuksi jäähdytetään 5-asteiseksi. [11, s. 3.]

Suoralämmityksessä maito on ensin standardoitu ja lämpökäsitelty. Sitten maito kuumennetaan kahdessa vaiheessa 70 °C:seen ja edelleen 85 °C:seen, ennen kuin se kuumennetaan suoraan höyryn kanssa enintään 127-asteiksi kolmen sekunnin ajaksi. Maito jäähdytetään tyhjiön sisällä olevan pikajäädyttimen avulla, jolloin lämpötilan lasku poistaa höyryn. Maitoa jäähdytetään 70 °C:ssa, minkä jälkeen se homogenisoidaan aseptisesti ja lopuksi jäähdytetään 5-asteiseksi [11, s. 3].

Kalvonsuodatusprosessissa raakamaidosta puhdistetaan erottimen avulla rasvaton maito ja kerma. Rasvaton maito steriloidaan ristivirtasuodatuksen avulla. Menetelmä poistaa maidon bakteereista 99,5 % ja ne jäävät retentaattiin. Retentaattia ja kermaa kuumennetaan korkeapastöroinnissa 90–110 °C:ssa 4–6 sekuntia, minkä jälkeen maito homogenisoidaan ja sen rasvapitoisuus säädetään oikeaksi. Standardisoitu maito jäähdytetään säilytyslämpötilaan [11, s. 3.]. Tällaista suodatusta käytettäessä maidon ravitsemukselliset ominaisuudet (α -laktalbumiini, β -laktoglobuliini ja immunoglobuliini) säilyvät paremmin [13].

Syväsuodatuksessa rasvaton maito pumpataan esisuodattimen ja polypropeenisuodattimien läpi. Maitoon lisätään kermaa, jolloin saadaan haluttu rasvapitoisuus sekä kuumennetaan 75 °C:ssa 15–30 sekuntia ja jäähdytetään [11, s. 4.].

Uusin menetelmä tuoreen maidon käsittelyssä on bakteerien poistoerotin. Menetelmä on tehostettu prosessi pastöroinnissa, jossa integroidaan kaksi bakteerien poistoerotinta sarjassa. Koko raakamaidon virtausta ohjataan mekaanisesti ja tehokkaasti. Maito kulkee monen keraamisen kalvon läpi poistoerottimissa prosessissa. Menetelmällä varmistetaan kiinteiden aineiden, bakteerien ja itiöiden poistuminen maidosta. Itiöt lyhentävät maidon säilyvyyttä ja siksi ne erotetaan raakamaidosta käyttäen keskipakovoimaa. Menetelmän avulla tuoreen pastöroidun maidon säilyvyysaika on 20 päivää tai enemmän [11, s. 4.].

2.3 Maidon nano- ja ultrasuodatus

Hämeenlinnan Osuusmeijerin suodatuslaitteisto muodostuu kahdesta erillisestä tuotantoyksiköstä (UF= Ultrasuodatus ja NF= Nanosuodatus), jotka ovat tuotannossa samanaikaisesti, mutta pestään erikseen omilla resepteillään. Kummankin yksikön toimintaa ohjataan omalla käyttöpaneelilla, mutta tuotannon aloitukset ja lopetukset tehdään meijerin logiikkajärjestelmällä.

2.3.1 Ultrasuodatus

Ultrasuodatusmenetelmän kalvosuodatus on puhdas, mekaaninen prosessi, jossa maito erotetaan kahdeksi erilliseksi virraksi käyttäen puoliläpäisevää kalvoa. Paine-ero pakottaa kalvon huokosia pienemmät komponentit kalvon läpi (permeaatti), kun taas muut komponentit jäävät nesteeseen (UF-retentaatti). Kalvon suuntaisesti liikkuva voimakas virta ehkäisee kalvon pinnan tukkeutumista prosessin aikana. Tätä ilmiötä kutsutaan ristivirtausuodatukseksi (cross-flow filtration) [3].

Meijerin UF-laitteisto muodostuu 9 putkesta, joissa on 3 puoliläpäisevää polysulfonipohjaista polymeerikalvoa. Kalvot päästävät läpi pieniä molekyylejä kuten laktoosia ja kivennäissuoloja, mutta pidättävät suuret molekyylit, kuten proteiinit ja rasvan. Kalvojen nimellinen huokoskoko on 0,2 µm.

Kun maito on vakioitu ja analysoitu, ohjelmasta valitaan haluttu resepti, joka laskee automaattisesti UF suodatusprosentin ja NF permeaatin sekä vesiprocentin. Se myös antaa reseptin halutun hydrolysointiajan ja entsyymilisäysmäärän sekä D-vitamiiniannostelun reseptiarvon. Maito siirretään ultrasuodatussuppilolta putkisuodatimien kautta ultrasuodatusyksikköön. Painetta nostetaan yhdellä paineenkorotuspumpulla yksikössä, jolloin maidosta alkaa erottua permeaatti ja retentaatti. Käytettävä suodatuspaine on 3,9 bar.

Suodatusprosessin aikana kummassakin yksikössä syntyy sekä retentaattia että permeaattia. UF-retentaatti sisältää proteiinia ja rasvaa ja UF-permeaatti laktoosia ja kivennäissuoloja. Ultrasuodatuksessa maidon proteiinit ja rasva konsentroituvat ja kun ne erotetaan ja syntyy UF-retentaattia, joka käännetään tuotannon aikana sameusmittarin avulla takaisin aseptiseen säiliöön. Ohjelmassa käynnistyy silloin UF-retentaatin mittausta, jotta tiedetään, paljonko aseptiseen säiliöön menee retentaattia.

Laktoosittomia maitojuomia valmistettaessa osa laktoosista poistuu maidosta ultrasuodattamalla. Ultrasuodattimen permeaatti (laktoosi ja kivennäissuolat) siirretään nanosuodattimelle, joka erottaa maidon suolat ja laktoosin toisistaan.

Alla olevissa kuvissa on meijerin ultrasuodatuslaitteisto, jossa tapahtuu maidon suodatuskäsittely suodatuslaitteistossa.



Kuva 3. Ylempänä ultrasuodatuslaitteistoa ja alempana laitteen suppilosäiliö, johon maitoa pumpataan.

2.3.2 Nanosuodatus

NF-laitteisto muodostuu 14 putkesta, joissa kaikissa on 3 ultrasuodatuskalvoa tiiviimpää puoliläpäisevää kalvoa, jotka päästävät läpi suolat mutta eivät laktoosia, joka on kooltaan suoloja suurempia (Kuva 4). [9]

Laitteistossa ultrasuodatuksen permeaatti siirtyy nanosuodatuksen suppilosäiliön kautta NF-suodatusyksikköön. Nanosuodatuksessa käytetään ultrasuodatusta korkeampaa painetta (12–19 bar), joka saadaan aikaan kolmella paineenkorotuspumpulla.

UF-permeaatista erottuu NF-permeaattia (kivennäissuolat) ja NF-retentaattia (laktoosi). Se kiertää UF-permeaatin suodatusyksikössä. NF-permeaatti palautetaan aseptiselle säiliölle, jolloin käynnistyy ohjelma, joka mittaa säiliöön menevän permeaatin määrän. Tällöin suolat menevät uudelleen maidon joukkoon. NF-retentaatti, jossa on laktoosia, pumpataan retentaattisäiliöön.

Tuotannon loppuvaiheessa UF-laitteisto tekee vesilopetuksen permeaatille, jolloin vesi työntää jäljellä olevan permeaatin NF-laitteiston kautta aseptiseen säiliöön kaikkien suodatusyksiköiden (A, B, C) kautta. Lopullinen tuotemäärä siirtyy tankkiin. NF-laitteisto tekee vesilopetuksen retentaatille, joka menee retentaattisäiliöön niin kauan, että mitattavan nesteen määrä tulee täyteen. Loppu retentaatti ohjataan viemäriin.

Kun tarvittava määrä UF-retentaattia ja NF-permeaattia on palautettu aseptiseen tankkiin, käynnistyy entsyyminannostelu. Suodatuksen onnistumiseksi maidosta analysoidaan proteiinipitoisuus, jonka tulee olla lähtöarvosta +0,05–0,12 %. UF- ja NF-laitteisto ovat valmiita CIP-pesuun laitteiston huuhtelun jälkeen.

Ultra- ja nanosuodatuksen jälkeen maidossa ei ole lainkaan makeutta. Laktaasin avulla saadaan maitoon maku, joka poistuu suodatusten yhteydessä.

Nanosuodatuksen tulevaisuuden näkymät ovat tällä hetkellä hyvät, koska kestävämpiä kalvoja erilaisille tekniikoille tulee markkinoilla jatkuvasti. Tilasimme uusia kalvoja suodatusprojektiin kahdesti. Ultra- ja nanosuodatukseseen käytettävä kalvot olivat kalliita, mutta hinnat ovat nykyään laskusuunnassa.



Kuva 4. Nanosuodatuksen 14 putken suodatusyksikkö ja sen alla NF-laitteiston suppilosäiliö.

2.4 Laktaasientsyymien ja D-vitamiinin lisäys

Meijerin kylmähuoneen tankin suppilolta laktaasientsyymi annostellaan laktoosittomaan maitoon pumpun ja virtausmittarin avulla. Entsyymiä laitetaan laimennusveden kanssa entsyymisäiliöön. Suodatuslaitteiston ohjelma laskee entsyymien ja veden määrän ja ne lisätään säiliöön manuaalisesti. Meijerillä käytetään Maksilact LGX 5000F -nesteentsyymiä (Liite 1). Loput maidon laktoosista hajoaa entsyymaattisesti aseptisessä tankissa. Entsyymikäsittely kestää 10 tuntia, minkä jälkeen maito ajetaan jälleen ESL-

laitteistolta pakkaukseen. Lisäämällä laktaasientsyymi lämpökäsittelyn jälkeen, välte-
tään ei-toivottuja Maillardin-reaktioita [12].

D-vitamiinin lisäys laktoosittomaan maitoon tapahtuu ESL-laitteistolla erillisellä annos-
telulaitteella, joka mittaa ja säättää annostuksen tarkasti. D-vitamiini annostellaan vir-
tauksen mukana sykäyksittäin maidon sekaan ennen homogenointia. Homogenoinnilla
saadaan vitamiiniliuos sekoittumaan tasaisesti maitoon. D-vitamiinilaitteen kulutusta
seurataan ja vitamiinia lisätään laitteelle tarvittaessa. Suomessa useisiin maitovalmis-
teisiin lisätään D-vitamiinia 1 mg/100 g tuotetta. Luomutuotteisiin ei lisätä D-vitamiinia.

2.5 UF- ja NF-retentaatti

Maidon konsentroidinnissa käytetään ultrasuodatusmenetelmää, jonka tuloksena on pro-
teiinipitoisuudeltaan korkea retentaatti, josta kivennäisaineet ja laktoosi on poistettu.
Retentaattia voidaan käyttää erityyppisten juustojen ja maitoproteiinikonsentraatin tuo-
tannossa tai se voidaan jalostaa edelleen maitoproteiini-isolaatiksi. [3]

Laktoosittoman maitojuoman valmistuksessa saadaan yhtenä sivutuotteena NF-
retentaattia. Sitä valmistuu suodatusreseptillä noin 12 % suodatettavan maidon mää-
rystä. Retentaatti on käyttökelpoinen ja arvokas raaka-aine, jota on sovellettu jälkiruo-
karesepteissä makeutusaineena suodattamalla sitä käänteisosmoosilaitteiston avulla
tai uudella mikro-suodatusmenetelmällä.

Hämeenlinnan Osuusmeijerillä ei toistaiseksi ole jatkojalostusmenetelmää NF-
retentaatille. Aikaisemmin ylijäämä retentaatti meni bioenergian tuotantoon Forssaan
Envor Oy:lle, mutta tällä hetkellä retentaattia käytetään paikallisen sikalan rehunvalmis-
tuksessa.

2.6 Kerman käsittely ennen ESL-laitteistoa

Raakamaito käsitellään ensin separoinnilla, jolla saadaan erotettua rasvaton maito ja
kerma. Sitten kerma vakioidaan lisäämällä rasvatonta maitoa, jotta saadaan haluttu
rasvapitoisuus. Reseptin mukainen kermatuote pastöroidaan valittuun kermasäiliöön.
Kermaa ei homogenoida ollenkaan, sillä homogenoinnissa kerman rasvapallot pilkkou-

tuvat, kun niiden kalvot rikkoutuvat. Kermaa ei synny, jos rasvapallot hajoavat ja jakautuvat maito-osaan. Kermasta analysoidaan rasva, proteiini, laktoosi ja kuiva-aine. Lisäksi tehdään aistinvarainen arvostelu sekä mikrobiologinen laatu.

Hämeenlinnan Osuusmeijerissä pakataan laktoositonta kahvikermaa (19 %) litran, puolen litran ja kahden desilitran pakkauksiin sekä laktoositonta kuohukermaa (35 %) kahden desilitran pakkaukseen. ESL-kuohukermoja (35 %) pakataan kahden desilitran pakkauksiin.

2.7 Karrageeni ja laktaasientsyymi

2.7.1 Karrageeni

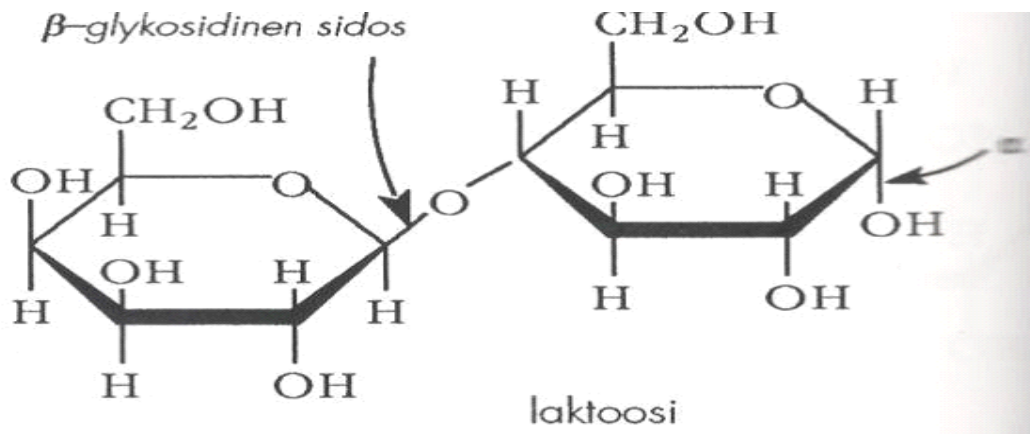
Karrageeni on luonnossa esiintyvä hiilihydraatti, jota uutetaan punaleivistä, kuten irlanninsammalesta (*Chondrus crispus*). Tämän tyyppisiä leviä löydetään Britanniasta, Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta. Merilevä keitetään ja uutetaan. [16.] Kemiallisesti karrageeni on sokeriryksiköistä koostuva makromolekyylä. [4.]

Karrageeni (E407) on sekä Eviran että EU-komission sallittujen lisäaineiden listalla, joten sitä saa käyttää lähes kaikissa elintarvikkeissa. Sen käytölle ei ole määritetty ADI-arvoa (hyväksytty päivittäinen annos), eikä sen saantia ole katsottu tarpeelliseksi rajoittaa. Luomutuotteissa lisäaineiden käyttö on rajattua, mutta karrageenin käyttö sallitaan myös niissä. Useimmat luomutuotteissa hyväksytyt lisäaineet ovat peräisin luonnosta aivan kuten karrageeni [4].

Stabilointiaineena karrageenia käytetään kerman tuotannossa homogoinnin sijasta. Karrageeni muodostaa kermaan verkoston, joka estää rasvapalloja nousemaan pintaan [1 s. 103.]. Karrageeni on turvallinen lisäaine, joka pidentää kermojen säilyvyysaikaa. Karrageenijauhe sekoitetaan veteen ja sitä lisätään 0,011 % kerman sekaan ennen ESL-käsittelyä. Liuoksen täytyy stabiloitua saavissa puolen tunnin ajan ennen käyttöä. Saavissa karrageeni vatkataan teollisuusvatkaimella tasaiseksi massaksi, jonka jälkeen se lisätään kermatankkiin. Karrageenin sisältämää vettä ei tarvitse mainita kerman pakkausmerkinnöissä, koska sitä on alle 5 %.

2.7.2 Laktaasi eli β -galaktosidaasi

Laktoosi eli maitosokeri on kahdesta monosakkaridista, glukoosista ja galaktoosista koostuva disakkaridi. Laktoosittomassa tuotteessa laktoosia ei voi olla sellaisenaan, vaan se tulee hajottaa laktaasientsyymillä monosakkarideiksi. Kuvassa 5 on laktoosin eli maitosokerin molekyylikaava $C_{12}H_{22}O_{11}$ [7, s. 298].



Kuva 5. Kuvassa Laktoosi, jossa β -D-galaktoosi sitoutuu D-glukoosiin 1-4 sidoksella [7, s. 298].

Monet bakteerit, hiivat ja homeet pystyvät tuottamaan laktaasia ja siten käyttämään laktoosia ravintonaan. Laktaasia valmistetaan teollisesti kasvattamalla hiivaa laktoosiliuoksessa, eristämällä laktaasi hiivasoluista ja puhdistamalla se elintarvikekäyttöön sopivaksi. Meijeriteollisuus käyttää entsyymivalmistetta laktoosin hajottamiseen valmistessaan vähälaktoosisia ja laktoosittomia maitovalmisteita [5].

Laktaasin annostusmäärällä ja lämpötilalla on ratkaiseva merkitys laktaasin pilkkoutumiseen. Entsyymivalmisteissa voi olla myös haitallisia sivuaktiivisuuksia, kuten proteaaseja, jotka voivat aiheuttaa makuvirheitä tuotteeseen. Makuvirheet voivat olla esimerkiksi navetan hajua ja makua. Entsyymivalmisteen toimittaja tutkii jokaisen erän puhtauden ja sivuaktiivisuuden.

2.8 Kerman hydrolyysi

Kerman hydrolysointi alkaa pastöroinnin jälkeen laktoosittomilla kermatuotteilla, kun laktaasientsyymi laitetaan kermasäiliöön. Laskettu määrä laktaasientsyymiä lisätään 10-asteiseen jäähdetyttyyn kermatankkiin ja sekoitetaan. Kerman annetaan hydrolysoitua noin 10 tuntia, minkä jälkeen karrageeni lisätään manuaalisesti tankkiin. Karrageenia lisätään parantamaan kerman rakennetta ja estämään kermoutumista säilytyksen aikana. Näin tehdään laktoosittomille kermoille, mutta ei tavallisille pitkäkestoisille ESL-käsitellyille kermoille.

Hydrolyysin aikana kerma muuttuu makeammaksi, mutta laktaasi ei käytännössä koskaan pilko laktoosia aivan 100-prosenttisesti. Tämän vuoksi hydrolysoimalla ei voida valmistaa täysin laktoosittomia tuotteita. Tavoitteena on kuitenkin saada kermaa, jossa on laktoosia mahdollisimman vähän. Kun laktoosia hydrolysoidaan, glukoosi tuo makeuden tuotteeseen. Glukoosi on selvästi makeampaa kuin laktoosi, mikä voi olla toivottavaa joissain UHT-tuotteissa, mutta maidossa on suositeltavaa rajoittaa hydrolyysiaste 80–90 %:iin, jotta vältetään liiallinen makeus.

Normaalisti ihmisellä ohutsuolessa oleva laktaasientsyymi hydrolysoi laktoosin, mutta laktoosi-intoleranteilla maitosokeri ei pilkkoudu elimistössä, vaan aiheuttaa kipua ja ilmavaivoja.

3 ESL-laitteisto

ESL-laitteisto on UHT-infuusiolaitteisto, jonka tuotantokapasiteetti on kermalla 7 000 litraa tunnissa ja ESL-maidolla 14 000 litraa tunnissa (Kuva 6). Prosessi on jatkuvatoiminen ja sen teho perustuu tuotteen nopeaan kuumentamiseen sterilointilämpötilaan ja lyhyeen pitoaikaan tässä lämpötilassa, jota seuraa nopea jäädyttäminen [9].

Maidon ja kerman ajossa ESL-laitteisto steriloidaan 120 °C:n lämpötilassa ennen tuotantoajoja. Tämän jälkeen tuote ajetaan aseptisesta tankista ESL-laitteistolle. ESL-laitteistolla valmistetut tuotteet kuumennetaan +129 asteeseen puolen sekunnin ajaksi. Näin valmistettujen tuotteiden säilyvyys paranee ja säilyvyysaika on selvästi pidempi kuin pastöroidulla tuotteilla. Kuumennuskäsittelyn jälkeen tuotteeseen lisätään D-

vitamiini ja homogenointi sekoittaa D-vitamiinin maidon virtauksen mukaan. Lopuksi maito ajetaan aseptiseen tankkiin jäähtymään alle 6 °C:seen.



Kuva 6. ESL-laitteisto

ESL-laitteistoon syötettävällä vedellä, höyryllä ja paineilmalla on erilaisia vaatimuksia. Veden tulee täyttää talousveden laatuvaatimukset ja taulukossa 3 esitetyt erilliset vaatimukset. Vedessä ei saa olla liuenneita kalsium- ja magnesiumsuoloja eikä vieraita materiaaleja ja näkyviä kiintoaineita. Veden täytyy olla väritöntä, hajutonta ja mautonta. Vastaavasti myös höyryn tulee olla riittävän puhdasta elintarvikkeiden valmistukseen.

Taulukko 3. Veden laatuvaatimukset [9]

Kokonaisbakteerimäärä	< 100 cfu/ml
<i>E. coli</i> /koliformit	0/100 ml
pH-arvo	6,8 - 7,5
Kokonaiskovuus (saksalaisia asteita)	max. 12°d
CaCO ₃	max. 200 mg/l
Tilapäinen kovuus	max. 3°d
CaCO ₃	max. 50 mg/l
Rauta, Fe	< 50 µg/l
Mangaani, Mn	< 20 µg/l
Alumiini, Al	< 10 µg/l
Piidioksidi, SiO ₂	< 15 µg/l
Kalsium, Ca ²⁺	max. 30 mg/l
Magnesium, Mg ²⁺	max. 30 mg/l
Kloridit ²	< 5 mg/l
Kloori	ei yhtään
Liete	ei yhtään
Likaantumisindeksi	< 3
Sameus	< 1
Kupari	< 0,01 mg/l

Taulukossa 3 mainittu tilapäinen kovuus on seurausta kalsiumin ja magnesiumin bikarbonaattien esiintymisestä ja se voidaan poistaa keittämällä vesi.

Paineilman tulee olla kuivaa, puhdasta ja vapaata vedestä ja öljyistä. Kun kontakti tuotteen ja paineilman kanssa on mahdollista, niin käytettävän ilman oltava Quality Guide for Compressed Air 1-3-1", kansainvälisen standardin ISO 8573-1, viimeisimmän julkaisun mukaista. Ilma on esisuodatettava 1 µm:n suodattimella ja lisäksi 0,2 µm:n suodattimella [10, s.21.].

4 Suodatinlaitteistojen pesut

Meijerillä noudatetaan ultra - ja nanosuodatuksen pesuohjelmia. Suodatus- ja pesurporttien säännöllinen kirjanpito kuuluu omavalvontaan. Omavalvontaan kuuluu lisäksi puhtauden, pH:n ja virtausnopeuksien tarkkailu. Käyttöturvallisuustiedotteiden ja työohjeiden on oltava niille kuuluvilla paikoilla.

Suodatuslaitteiston pesuilla pyritään poistamaan kalvoihin suodatuksen yhteydessä tarttuneet proteiinit, rasva ja erilaiset mineraalit. NF-laitteistolla on kaksivaiheinen, ja UF-laitteistolla on kolmevaiheinen pesuohjelma. Pesuliuokset annostellaan laitteistolle

automaattisesti pumpulla putkistoa pitkin, reseptin mukaisesti. Laitteistojen pesut voivat olla päällä samanaikaisesti, mutta pesuaineiden annostelu kuitenkin tapahtuu vain yhtä annostelulinjaa pitkin ja yhteen laitteistoon kerralla.

Pesuaineet ja annostelulaitteisto sijaitsevat meijerin alakerran varastossa hissin vieressä. Pesuaineiden vaihto laitteistoista tapahtuu eri vaiheiden välisellä vesihuuhtelulla. Huuhteluvedet valuvat viemäriin, joten vettä on lattialla hetkittäin runsaasti. Pesureseptit valitaan laitteistojen käyttöpaneelilta [8]. Pesuaineet ja niiden merkitys pesuissa on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Pesuaineet kalvosuodatuslaitteille [8].

Kalvosuodatuslaitteiden pesuaineet	
Ultrasil-115	Poistaa kalvoilta rasvaa(emäksinen)
Ultrasil-69 New	Poistaa kalvoilta proteiinia (entsyymi)
Ultrasil-67	Poistaa kalvoilta proteiinia (entsyymi)
Ultrasil-75	Poistaa kalvoilta mineraaleja ja toimii seisokkien aikana säilytysaikana(hapan)
Ultrasil-73	Seisokkien aikainen säilytysaine

Ennen ultra- ja nanosuodatusta käytetään aloituspesuna emäspesua (Ultrasil-115) ja tuotantoprosessin jälkeen valitaan oikea CIP-pesu kummallekin laitteelle. Yli viikon mittaisessa tauossa tehdään säilytysaine-pesu (Ultrasil- 73) happo-emäs-pesun jälkeen. Säilytysaine jää pesun jälkeen laitteistoon ilman huuhtelua. Ennen tuotannon aloittamista pestään huuhtelupesua (vesipesu). Huuhtelupesulla pyritään poistamaan suppilolta maitojäämät ennen varsinaista pesua tai poistamaan suppilolta säilöntäaine pidempiaikaisen seisokin jälkeen.

Tuotantotauon aikana säilytysainetta kierrätetään laitteistossa noin 30 minuutin ajan kerran viikossa, jotta liuos pysyy tasalaatuisena suodattimien kaikissa kohteissa. Säilytysaine vaihdetaan uuteen kahden kuukauden välein.

Tuotanto-ongelmien sattuessa voidaan käyttää ylimääräistä pesua. Ongelmat voivat olla poikkeavia pH-mittaustuloksia tai huono tulos virtaustestissä. Silloin tehdään entsyymi-happo-emäs-pesu ja tämän jälkeen säilytysaine-pesu siten, että muutetaan lämpötila 25 °C:sta 49 °C:seen, kierrätetään sekä annetaan aineen vaikuttaa 40 minuutin ajan. Lopuksi tehdään huuhtelu ja emäspesu ennen tuotannon aloitusta [8].

4.1 UF-laitteen pesu

UF-laitteen pesu aloitetaan käynnistämällä haluttu pesuohjelma ultrasuodatuslaitteelta. Laitteiston CIP-resepti huolehtii pesuliuosten lämmittämisestä (25 °C) ja väkevöinnistä. Pesuohjelmaa ohjataan vastaanoton ohjauspaneelilta. Laitteiston paine pesun aikana on 0,6 bar. Pesuohjelma on kolmivaiheinen, joiden lisäksi laitteisto suorittaa 5 minuutin kestoisen esihuuhtelun, kaksi välihuuhtelua ja loppuhuuhtelun. Pesun loputtua ohjelma ajaa automaattisesti virtaustestin, jossa mitataan kalvojen läpi menevää virtausta. Hyvä pesutulos on virtaustestissä noin 15 500–16 000 l/h.

Ensimmäinen pesuvaiheista on entsyymipesu, jossa käytetään kahta eri pesuainetta vuoron perään. Tarkoituksena on poistaa proteiineja laitteistosta. Toinen vaihe on happovaihe, joka poistaa putkistoista mineraalit. Kolmas, viimeinen pesuvaihe on emäspesu, jolla poistetaan mahdollinen rasva. Taulukossa 5 on esitetty UF-laitteen pesun eri vaiheet ja raja-arvoja.

Taulukko 5. UF-laitteen pesuvaiheet

	1.vaihe	2.vaihe	3.vaihe
Pesuaine	P3-Ultrasil 69 New P3-Ultrasil 67	P3-Ultrasil 75	P3-Ultrasil 115
pH	9.2-10.4	1.8-2.0	11.3-11.5
Lämpötila (°C)	max 50	max 50	55
Kesto (min)	45	20	30

4.2 NF-laitteen pesu

NF-laitteen pesu aloitetaan käynnistämällä haluttu pesuohjelma laitteistolta. Laitteiston CIP-resepti huolehtii pesuliuosten lämmittämisestä (25 °C) ja väkevöinnistä. NF-laitteen paine pesun aikana on 0,8 bar. Pesu on kaksivaiheinen ja siihen kuuluu 7 minuutin kestoinen esihuuhtelu, välihuuhtelu ja loppuhuuhtelu. Ensimmäinen pesuvaihe on happovaihe, joka poistaa mineraaleja putkistoista. Toinen pesuvaihe on emäksinen vaihe, jossa poistetaan mahdolliset orgaaniset jäämät.

Pesun loputtua ohjelma ajaa automaattisesti virtaustestin, jolla mitataan kalvojen läpi menevää virtausta. Jos virtaustestissä tulokset A, B ja C eivät ole hyväksyttävät, on

pesut uusittava. Hyvät tulokset virtaustestissä ovat A yksiköllä 6 000–6 500 l/h, B:llä 6 000–6 500 l/h ja C:llä 4 500–5 000 l/h virtaus. Ongelmatilanteessa tehdään sanitointipesu. Myös vialliset tai likaantuneet kalvot on uusittava vuosittaisten tarkastusten yhteydessä. Taulukossa 6 on esitetty NF-laitteen pesun eri vaiheet ja raja-arvoja.

Taulukko 6. NF-laitteen pesuvaiheet

	1.vaihe	2.vaihe
Pesuaine	P3-ultrasil 75	P3-ultrasil 115 (tai P3-ultrasil 69 new)
pH	1.8-2.0	10.8-11.1
Lämpötila (°C)	48	48
Kesto (min)	20	30

5 ESL-laitteiston pesu

ESL-laitteisto pestään aseptisella CIP-pesulla. Prosessista saadaan valittua aseptinen puhdistus hapolla, ilman happoa tai täydellinen CIP-puhdistus. ESL-laitteiston pesu käynnistetään meijerin valvomosta omalla pesureseptillä. Aseptinen CIP-pesu käynnistyy emäksen kierrätyksellä ja jatkuu vedellä tehtävällä välihuuhtelulla. Seuraavaksi pe-

sussa kierrätetään happo, joka päättyy loppuhuuhteluun vedellä. Viimeinen vaihe aseptisessä CIP-pesussa on sterilointi.

Aseptisen CIP-pesun jälkeinen sterilointi suoritetaan tuotantolämpötilassa 120 °C:ssa oikeilla virtausnopeuksilla, jotta laitteisto ei jää epästeriiliksi. Puhdistus ja puhtaanapito ovat keskeisiä asioita ESL-laitteiston toimivuuden kannalta meijerissä. Sillä saadaan muun muassa pidennettyä tuotteiden säilyvyyttä.

6 Tulokset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kokonaiskuva ESL-maitojen ja -kermojen prosessista. Työpaikallani Hämeenlinnan Osuusmeijerin vastaanotossa olisi hyötyä tästä kokonaisuudesta. Tarkoituksena oli myös tehdä selostus opinnäytetyöstäni, jotta työntekijöille saadaan kuva ESL-laitteiston toiminnasta sekä saadaan se oma-valvontaan mukaan liitteeksi. Oheistuksen avulla varmistetaan, että työn oikean suorittamisen ohjeet ja yksityiskohdat ovat kaikkien saatavilla ja näin toimintatavat ovat yhdenmukaiset kaikkien kanssa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös kehittää ultra- ja nanosuodatusta, ESL-laitteistoa sekä niiden pesuja. Opinnäytetyöni pohjalta meijerille tehdään oheistus ultra- ja nanosuodatuksesta sekä ESL-laitteiston toiminnasta.

Lukuisten ajojen jälkeen meijerillä todettiin steriilitesteissä heinäkuussa 2014, että korkeapastörinti oli tuhonnut kaikki lämpöä kestävät bakteerit pakatuissa tuotteissa, koska niitä ei esiintynyt maidoissa ja kermoissa tekemiemme mikrobiologisten testien osalta. Aistinvaraisessa arvioinnissa ei myöskään todettu makuvirheitä maidoissa ja kermoissa. Laktoosittomat maidot ja kermat säilyivät 21 vuorokautta alle +6 °C:n lämpötilassa, minkä Hämeenlinnan Osuusmeijeri takasi säilyvyydeksi.

Ultra- ja nanosuodatuksien aikana huomattiin, että pesujen toimivuus ja kalvojen peseytyvyys ei ollut kunnossa. Lisäksi havaittiin, että meijerillä ei ollut yhtenäistä toimintaohjetta, miten UF- ja NF-laitteiston kanssa toimitaan sähkökatkojen sattuessa eikä myöskään ollut oheistusta kalvojen vaihdoille. Meijerillä päätettiin, että kunnossapidon työntekijät tekevät toimintaohjeen sähkökatkojen varalle vuoden 2016 aikana. Kalvojen vaihtosuunnitelma räätälöitiin myös kunnossapidon työntekijöille.

ESL-laitteistoon syötettävällä vedellä on tarkat laatuvaatimukset. Meijerillä käyttövedessä todettiin rautapitoisuus liian korkeaksi ESL-laitteistoon sekä ultra- ja nanosuodattukseen. Rautapitoisuuden pitäisi olla alle 50 µg/l, mistä johtuen suodattimet menivät tukkoon kahdesti prosessin aikana. Asia ratkaistiin asentamalla tulevaan linjaan putki-suodattimet sekä panossuodattimet, joilla varmistetaan veden laatu. Tämä tuotti reilusti kustannuksia, mutta sillä saatiin testattua suodatinlaitteisto ja parannettua tuotannon laatua.

Projektin aikana huomattiin myös, että karrageenin manuaalinen sekoitus ei toimi oikein, kun sitä ei oltu saatu säiliöön sekoitettavaksi ja pumpattavaksi. Tänä päivänä karrageeni sekoitetaan isolla automaattikäsisekoittajalla veden sekaan ennen kermaan lisäämistä.

7 Päätelmiä

Olen ollut oman työurani aikana monissa projekteissa mukana, mutta tämä oli laajin projektikonaisuus. Tavoitteena oli, että saisin omaan laboratoriotyöhöni meijerillä uusia laadunvalvonnan näkökohtia. Säilytimme laboratoriossa kokeellisesti ESL-laitteistolla ajettuja maitoja ja kermoja 30 vuorokautta +6 asteen lämpötilassa, mutta kun tässä ajassa niissä saattoi alkaa kasvaa erilaisia bakteereita, joten päädyimme 21 vuorokauden säilyvyyteen kuluttajalle.

Ultra- ja nanosuodatusyksikköä kokeiltiin jo prosessivaiheessa, jossa olin mukana. Silloin säädettiin virtaustesteissä kaikki kalvojen läpi virtaukset sopiviksi sekä laitteistojen pesureseptit oikeiksi. Koeajoja suoritettiin, mutta tuotannon volyymeja ei tarkistettu, vaan tiedettiin ainoastaan tuotannon kapasiteetti. Suodatuslaitteiston tuottoa ei mitattu tuotannon aloituksen jälkeen, vaan laitteistoa ajettiin vuoden verran tietämättä, ovatko kalvot puhdistuneet riittävästi. Vaikka asia ei vaikuttanut maidontuotantoon ja -laatuun tänä aikana, kalvoille on tehty puhdistushuoltosuunnitelma.

Mielestäni nanosuodattuksesta yli jäävälle retentaatille pitäisi löytää jatkojalostusmuotoja. Tällä hetkellä retentaatti menee paikalliseen sikalaan muun palautuvan maitojätteen kanssa. Toivottavasti retentaatille löytyy tulevaisuudessa jatkojalostusmuotoja erilaisen elintarvikkeiden muodossa.

Meijeriteollisuudella on mahdollisuus lisätä markkinoitaan merkittävästi ja osin tästä syystä meijerit kehittävät monia uusia maitotuotteita, joista on hyötyä varsinkin laktoosi-intoleranssista kärsiville [15]. ESL-laitteisto ja suodatuslaitteisto ovat olleet käytössä meijerillä nyt kolme vuotta, ja laitteistoilla tuotetaan joka päivä laktoositonta maitoa ja kermaa sekä muita ESL-tuotteita.

Lähteet

- 1 Johanna Aho ja Tiina Hilden. (2007) Maidon matkassa kirja. Helsinki: Opetushallinto
- 2 Kulutusmaitoasetuksen valvontaohje (1/2004). Haettu 5. elokuuta 2015 osoitteesta
http://www.evira.fi/attachments/elintarvikkeet/valvonta_ja_yrittajat/kulutusmaitoasetuksen_ohjeet.pdf
- 3 Tietotaitokalvot, DSS, Silkeborg AS. Haettu 12. elokuuta 2015 osoitteesta
WWW.dss.eu/pdf/1003
- 4 Arla Oy:n kotisivut. Saatu 5. elokuuta 2015 Päivi Kankkunen sähköpostitse
<http://www.arla.fi/yhteystiedot/usein-kysytyt-kysymykset/#Karrageeni>
- 5 Maito - ja terveys ry:n sivusto. Haettu 5. elokuuta 2015 osoitteesta
www.maitojaterveys.fi/www/fi/liitetiedostot/laktoosi.pdf
- 6 Päivi Kankkunen. 2015.Sähköposti: listaa ja kesken vielä/PK. Luettu ja saatu 7. elokuuta 2015. [paivi.kankkunen@arlafoods.com]
- 7 Pirjo Nappari. (2012) Orgaaninen kemia kirja. Helsinki: Edita Prima Oy
- 8 Petri Kastari. (2014) Suodatuslaitteistojen pesuohjeet. Tehty 2014 keväällä Hämeenlinnan Osuusmeijerillä
- 9 Petri Kastari. (2014) Tuotanto suodatuslaitteistolla. Tehty 2014 keväällä Hämeenlinnan Osuusmeijerillä
- 10 APV (2014) UHT Infuusiolaitteisto käyttöohjekirja. Saatu 18. heinäkuu 2014 Hämeenlinnan Osuusmeijerillä Brian Grantland, SPX
- 11 DLG-Espert report 4/2014.ESL milk production-DLG eV. Verkkoartikkeli. Luettu 8.9.2016
- 12 H. Kallioinen and O. Tossavainen, 2008.Changes during. Verkkojulkaisu.
www.doc88.com/p-905971442215.html. Luettu 17.9.2016
- 13 Extended Shelf Life Milk – Dairy Knowledge Portal. Tieteellinen verkkojulkaisu.
dairyknowledge.in/sites/default/files/ch10_0.pdf. Luettu 17.9.2016

- 14 Enzyme and Microbial Technology,
Volume 33, Issues 2–3, 13 August 2003, Pages 199–205. Teknillinen julkaisu.
The immobilization of a thermophilic β -galactosidase on Sepabeads supports
decreases product inhibition: Complete hydrolysis of lactose in dairy products.
Benevides C. Ch Pessela, Cesar Mateo, Manuel Fuentes, Alejandro Vian, Jose
L Garcia, Alfonso V Carrascosa, Jose M Guisan, Roberto Fernandez-Lafuente.
Luettu verkossa 22.9.2016

- 15 [Low lactose and lactose-free milk and dairy products -prospects, technologies
and applications](#), Jelen, Paul ; Tossavainen, Olli, Julkaisu Australian Journal of
Dairy Technology Aug 2003, Vol.58(2), pp.161-165. E-artikkeli. Luettu
22.9.2016

- 16 E407 Carrageenan - UK Food Guide, Verkkoartikkeli. Luettu 22.9.2016
www.ukfoodguide.net/e407.htm

Entsyimin käyttöturvallisuustiedote MAXILACT LGX 5000F

Täyttää asetuksen (EY) nro 1907/2006 (REACH) ja liitteen II vaatimukset asetuksen (EY) nro 453/2010 mukaisesti muutettuna - Suomi

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE



MAXILACT® LGX 5000F

KOHTA 1: Aineen tai seoksen ja yhtiön tai yrityksen tunnistetiedot

1.1 Tuotetunniste

Tuotenimi : MAXILACT® LGX 5000F
 Sisäinen koodi : WW53226
 Synonyymit : Neste-entsyymi (entsyymiproteiini).
 Kemiallinen kaava : Ei sovelleta.

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella

Suosittelava käyttö : Tämä tuote on entsyymaattinen valmiste, jota käytetään elintarviketeollisuudessa.

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot

Toimittaja : DSM Food Specialties B.V.
 P.O. Box 1
 2600 MA Delft
 Alankomaat
 Puhelinnumero: +31 15 279 2865
 Faksinumero: +31 15 279 3670

Tämän KTT:n
 vastuuhenkilön
 sähköpostiosoite : Info.Worldwise@dsm.com

1.4 Hätäpuhelinnumero

Hätäpuhelinnumero : +31 15 279 2380

KOHTA 2: Vaaran yksilöinti

2.1 Aineen tai seoksen luokitus

Tuotteen määritelmä : Seos
Luokitus asetuksen (EY) nro 1272/2008 [CLP/GHS] mukaan
 Resp. Sens. 1, H334

Tuote luokitellaan vaaralliseksi muutetun asetuksen (EY) 1272/2008 mukaisesti.

Katso kohdasta 16 H-lausekkeiden täydelliset tekstit.

Direktiivin 1999/45/EY mukainen luokitus [DPD]

Tuote on luokiteltu vaaralliseksi direktiivin 1999/45/EY ja sen muutosten mukaan.

Luokitus : R42

Katso ylläolevien R-lausekkeiden täydellinen teksti kohdasta 16.

2.2 Merkinnät

Varoitusmerkit :



Huomiosana : Vaara
 Vaaralausekkeet : H334 - Voi aiheuttaa hengitettynä allergia- tai astmaoireita tai hengitysvaikeuksia.
 Lisämerkinnät : Ei sovelleta.

Turvallausekkeet

Ennaltaehkäisy : P284 - Käytä hengityksensuojainta.
 P261 - Vältä höyryn hengittämistä.
 Pelastustoimenpiteet : P304 + P340 - JOS KEMIKAALIA ON HENGITETTY: Siirrä henkilö raittiiseen ilmaan ja varmista vaivaton hengitys.
 P342 + P311 - Jos ilmenee hengitysoireita: Ota yhteys MYRKYTYSTIETOKESKUKSEEN tai lääkäriin.
 Varastointi : Ei sovelleta.
 Jäte : P501 - Hävitä sisältö ja pakkaus paikallisten, alueellisten, kansallisten ja kansainvälisten säästösten mukaan.
 : beeta-galaktosidaasi

Tuotespesifikaatio Kotimainen Laktoositon Täysmaitojuoma



TUOTESPESIFIKAATIO

Kotimaista Laktoositon Täysmaitojuoma 1 L

20.3.2015 PK

1. NIMITIEDOT

Kotimaista Laktoositon 3% maitojuoma 1 L
Laktoositon maitojuoma, korkeassa lämpötilassa pastöroitu (ESL). Rasvaa 3%.

1.2. VALMISTAJA

Hämeenlinnan Osuusmeijeri, Hämeenlinna (FI 60141 EC)

2. TUOTTEEN OMINAISUUDET

2.1. AINEKSET

Maito ja D-vitamiini. Valmistettu suomalaisesta maidosta.

2.2. AISTITTAVAT OMINAISUUDET

Ominaisuus	Kuvaus
Ulkonäkö	Valkoinen neste
Rakenne	Tasainen neste
Haju ja maku	Tuoksu mieto, täyteläinen, maidon maku, ei virhemakuja

2.3. KEMIAALLISET OMINAISUUDET

Ominaisuus	Tavoite	Toleranssi	Menetelmä
Rasva *	3,0 %	2,5- 3,5%	Milko 120 tai vast.,
Proteiini	3,3 %	3,2 – 3,5%	Milko 120 tai vast.
Laktoosi *	0 %	<0,01 %	Milko 120 tai vast., AOAC 982.14 Mod.
Hiliihydraatti	2,7 – 3,0%		Laskennallinen
Kuiva-aine	11,0%	10,0 – 12,0%	Milko 120 tai vast.
D-vitamiini	1,0 µg		EN 12821 mod, np/rp- HPLC-DAD (Eurofins) tai vast.
Kalsium	120 mg		DIN EN ISO 11885, mod.ICP-OES (Eurofins) tai vast.
pH	6,7	6,6 – 6,9	pH-mittari

(* rutiinimääritykset tuotteesta: rasva, laktoosi, aistinvarainen arviointi, enterot ja kokonaiset)

2.4. MIKROBIOLOGISET OMINAISUUDET

Mikro-organismi	Tavoite (pmy/ml)	Toleranssi (pmy/ml)	Menetelmä
Enterobakteerit 37C	<1	<5	ISO 21528-1
Kokonaiset 30C	<100	<10 000 (pe-pv)	NMKL27, 1994
L. monocytogenes	0/25g	0/25g	EN/ISO 11290-1

3. TUOTTEEN SÄILYTYSOLOSUHTEET JA PÄIVÄYSMERKINTÄ

21 vrk alle +6°C, suljettu pakkaus ("jogurttiaihio"), jossa korkki. Avattuna 3-4 päivää.

4. PAKKAUS

1 l, ME 5

Arla Oy

PL 33
01151 Söderkulla
Vierailuosoite:
Kotkatie 34

Puh +358 9 272 00 001
Faksi +358 9 272 1630

www.arla.fi

Y-tunnus: 2079540-2
Kotipaikka: Sipoo

www.arla.com

Tuotespesifikaatio Kotimainen Laktoositon Kuohukerma 2 dl



TUOTESPESIFIKAATIO

Kotimaista Laktoositon Kuohukerma 2dl

20.3.2015 PK

1. NIMITIEDOT

Kotimaista Laktoositon Kuohukerma 2dl

Korkeassa lämpötilassa pastöroitu laktoositon kuohukerma

VALMISTAJA

Arla Oy, Kotkatie, FI-01150 Söderkulla.

2. TUOTTEEN OMINAISUUDET

2.1. AINEKSET

Kerma, stabilointiaine (karrageeni). Kerma on valmistettu suomalaisesta maidosta.

Laktoosi hajotettu laktaasientsyymillä. Tuote on gluteeniton. Rasvaa 38%.

2.2. AISTITTAVAT OMINAISUUDET

Ominaisuus	Kuvaus
Ulkonäkö	Juokseva, vaaleankeltainen neste
Rakenne	Nestemäinen
Haju ja maku	Tuoksu mieto kermamainen, maku kermainen, hieman makea

2.3. KEMIAALLISET OMINAISUUDET

Ominaisuus	Tavoite	Toleranssi	Menetelmä
Rasva *	38 %	36-39%	Milko 120 tai vast.,
Laktoosi *	0 %	<0,01 %	Milko 120 tai vast., AOAC 982.14 Mod.
pH	6,7	6,6 – 6,9	pH-mittari

(* rutiinimääritykset tuotteesta: rasva, laktoosi, aistinvarainen arviointi, enterot ja kokonaiset)

2.4. MIKROBIOLOGISET OMINAISUUDET

Mikro-organismi	Tavoite (pmy/ml)	Toleranssi (pmy/ml)	Menetelmä
Enterobakteerit 37C	<1	<5	ISO 21528-1
Kokonaiset 30C	<100	<10 000 (pe-pv)	NMKL27, 1994
L. monocytogenes	0/25g	0/25g	EN/ISO 11290-1

3. TUOTTEEN SÄILYTYSOLOSUHTEET JA PÄIVÄYSMERKINTÄ

21 päivää alle +8°C, suljettu pakkaus. Avattuna n. 5 vrk jääkaapissa.

4. KÄYTTÖ

Ravistettava ennen käyttöä.

Leivontaan ja ruuanvalmistukseen. Vaahdotettuna jälkiruokiin ja leivonnaisten koristeluun.

5. PAKKAUS

2 dl harjapakkaus, myyntierä 5.

Arla Oy

PL 33
01151 Söderkulla
Vierailuosoite:
Kotkatie 34

Puh +358 9 272 00 001
Faksi +358 9 272 1630

www.arla.fi

Y-tunnus: 2079540-2
Kotipaikka: Sipoo

www.arla.com

Tuotespesifikaatio karrageeni

Product Specifications

FMC BioPolymer

Know how. It works.SM

Lactarin[®] MV 2255 stabilizer

Product Specifications

<u>Chemical and Physical:</u>		<u>Test Method</u>
Milk gel strength	1050 to 1750 g	36001
KCl	maximum 20.0%	51101
Particle size	minimum 95.0% through a USSS 250 µm (series #60)	10202
Moisture	maximum 10.0%	10001
Heavy Metals		
Arsenic (As)	max. 3 ppm	
Lead (Pb)	max. 5 ppm	
Mercury (Hg)	max. 1 ppm	
Cadmium (Cd)	max. 1 ppm	
Total heavy metals (as Pb)	max. 20 ppm	
Microbiological:		
Total aerobic plate count	maximum 2500 cfu/g	40001
Mold and yeast	maximum 100 cfu/g	40203
Salmonella /10g	not detected by test	40101
E. coli /10g	not detected by test	40302

Product Ingredients/Labeling:

US: Carrageenan and sucrose

EU: Carrageenan (E407), sucrose*

* Sucrose is used as a standardizing agent.

All Test Methods are available on request.

08/2009-1:100754

FMC