

Jonna Viitala

Oivariini-linjan enterobakteerimäärän vähentäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikka yksikkö

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen Ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Tekijä: Jonna Viitala

Työn nimi: Oivariini-linjan enterobakteerimäärän vähentäminen

Ohjaaja: Merja Kyntäjä

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 55

Liitteiden lukumäärä: 1

Puhtaus on yksi tärkeimmistä asioista elintarviketeollisuudessa ja tuoteturvallisuudessa. Osa omavalvontaa on tuotteiden kontaminaatioiden estäminen. Mikrobiologisen puhtauden lisäksi on huolehdittava myös muista elintarvikkeita pilaavista aineista, jotka pilaavat tuotteen ja mahdollisesti aiheuttavat terveysriskin.

Meijerissä käytetään CIP-kiertopesujärjestelmää, jolla varmistetaan tuotantoprossien puhtaus. Kiertopesu on puhdistusmenetelmä, jossa pesuliuokset kiertävät pesukohteessa. Uuden rasvatehtaan myötä pesut ja niiden ohjelmat on siirretty osittain suoraan vanhalta tehtaalta uuteen eikä niihin ole tehty muutoksia. Tässä työssä pyrittiin löytämään korjaavia toimenpiteitä pesujen onnistumiselle.

Pesujen onnistumista tutkitaan enterobakteerimäärityksillä eri kohteista. Pintojen puhtautta tutkitaan luminometrin avulla. Oivariinin lopputuotteista tutkituissa enterobakteerinäytteissä on ollut usein raja-arvon ylityksiä verrattuna muihin lopputuotteisiin. Tässä työssä pyrittiin löytämään ratkaisu tähän ongelmaan.

Avainsanat: Enterobacteriaceae, CIP-kiertopesujärjestelmä, biofilmi, elintarvikehygienia, meijerituotteet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Author: Jonna Viitala

Title of thesis: Reducing the quantity of Enterobacteriaceae in Oivariini line

Supervisor: Merja Kyntäjä

Year: 2011

Number of pages: 55

Number of appendices: 1

Purity is one of the most important issues in food safety and within the food industry in general. The purpose of hygiene control is to prevent the contamination of products. In addition to micro-biological cleanliness other possible contaminants that may destroy the product and cause potential health risks also need to be considered.

Dairy farms use CIP-cycle systems in order to ensure the cleanliness of the manufacturing process. Circulation washing is a cleaning method in which the cleaning solutions are rotated within the target. As new factories have been erected, the old cleaning procedures have been transferred without further changes. The aim of this study is to find constructive measures to be taken in order to improve the existing cleaning procedures and washings.

The success of the washings is examined through the implementation of the Enterobacteriaceae definition of different objects. Surface cleanliness is studied using luminometer. The study shows that there have been numerous cases of threshold-crossings found in the product of Oivariini, compared to other end products. The subsequent report, consequently, aims at finding a solution to the stated problem.

Keywords: Enterobacteriaceae, CIP-cleaning in place, biofilm, food hygiene, dairy products

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 RASVOJEN JA RASVAVALMISTEIDEN PILAAJAORGANISMIT .	10
2.1 Voin pilaaajaorganismit	10
2.2 Margariinin pilaaajaorganismit	11
3 ENTEROBAKTEERIT	13
3.1 Patogeeniset bakteerit meijeriteollisuudessa	13
3.1.1 <i>Escherichia coli</i>	14
3.1.2 Suolistoperäiset enterokokit	15
3.1.3 <i>Salmonella</i>	15
3.1.4 <i>Campylobacter jejuni</i>	16
3.1.5 <i>Yersinia enterocolitica</i>	17
3.2 Enterobakteerien tutkimismenetelmät ja raja-arvot	17
3.3 Mahdolliset kontaminaatiolähteet.....	18
4 BIOFILMI	20
4.1 Biofilmin muodostuminen	20
4.2 Biofilmin esiintyminen elintarviketeollisuudessa	22
5 VOINVALMISTUSLAITTEISTON PESU.....	25
5.1 CIP-pesujärjestelmä eli Cleaning In Place	26
5.2 Pesuprosessi.....	27
5.2.1 Tuotejäämien poisto.....	28
5.2.2 Esihuuhtelu	28
5.2.3 Ensimmäisen pesuaineen kierrätys	29
5.2.4 Välihuuhtelu	29
5.2.5 Toisen pesuaineen kierrätys	30

5.2.6	Toinen välihuuhtelu	30
5.2.7	Desinfiointi	30
5.2.8	Loppuhuuhdtelu	30
5.3	Rasvatehtaassa käytetyt pesuliuokset	31
5.4	Pesujen seuranta	32
5.5	Voinvalmistuslaitteiston pesuresepti	32
5.5.1	4-tykin pesuohjelma	34
5.5.2	Kypsytetyn kerman siirtolinjan pesu	37
5.5.3	Valmistuslaitteiston maitohappohuuhtelu	38
6	LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS	40
6.1	Pintojen puhtaus luminometrillä	40
6.2	Pesujen onnistumisen tutkiminen yleisindikaattorilla	43
6.3	Tulosten vertaaminen.....	43
7	KORJAAVAT TOIMENPITEET	46
7.1	Pesuohjelman muokkaus ja parantaminen	46
7.2	Valmistuslaitteiston pesun tehokkuuden tehostaminen	47
7.3	Pesujen seuraaminen ja suunnitteleminen.....	49
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	50
9	YHTEENVETO.....	52
	LÄHTEET	53
	LIITTEET	55

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Biofilmin muodostuminen. (VTT 2002.)	21
Kuvio 2. Biofilmi ruostumattomalla teräspinnalla. (VTT 2002.)	23
Kuvio 3. Luminometri. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)	41
Kuvio 4. Luminometrin näytteenotto putki. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)	42
Kuvio 5. Sani Magnumin pesupallo. (Sanitary, Low-Flow Cleaning 2004.)	48
Taulukko 1. Yleinen normaali- eli seosemäspesun pesuohjelma	33
Taulukko 2. Normaali- eli seosemäspesun pesuohjelma	35
Taulukko 3. Pitkä pesuohjelma	36
Taulukko 4. Kerman siirtolinjan normaalipesun vaiheet	37
Taulukko 5. Kirnumaidosta saadut tulokset	44
Taulukko 6. Kypsytetystä kermasta saadut tulokset	45
Taulukko 7. Liuosten nousuaika ja -määrä ennen pesuohjelman muokkausta.	47
Taulukko 8. Liuosten nousuaika ja -määrä pesuohjelman muokkauksen jälkeen.	47

Käytetyt termit ja lyhenteet

Patogeenit	mikrobi, joilla on kyky aiheuttaa infektio tauti
Oivariini	voin ja kasviöljyn yhdistelmä
Reversiibeli	mikrobi tarttuu pintaan ja toisiin mikrobeihin kevyesti
Irreversiibeli	mikrobi kiinnittyy tiukasti pintaan ja toisiin mikrobeihin
Lipaasi	vesiliukoinen entsyymi, joka hajottaa rasvoja
Proteaasi	entsyymi, joka hajottaa proteiineja
Enterobakteeri	Sauvabakteeri, joka kuuluu Enterobacteriaceae-heimoon ja jolla on yhteys suolistosairauksiin.
Vegetatiivisolu	elävä ja jakautuva solu
VRBG-agar	selektiivinen kasvualusta
Oksidaasireagenssi	Reagenssia käytetään oksidaasikokeessa tunnistettaessa aerobisia gram-negatiivisia bakteereja.
Kondenssivesi	ilman kosteus, joka on tiivistynyt kylmälle pinnalle
CIP	Cleaning In Place eli CIP-kiertopesulla tarkoitetaan suljettujen tuotantolaitteiden pesua niitä avaamatta.
Luminometri	Laite, jolla mitataan orgaanista likaa ja jonka tulos kertoo pinnan hygienia tason.
ATP	Adenosiinitrifosfaatti on runsasenerginen yhdiste.
Speksi	spesifikaatio eli kuvaus tuotteen vaatimuksen mukaisuudesta

1 JOHDANTO

Valio Oy on suomalaisten maidontuottajien omistama yritys, joka turvaa maidontuotannon ja maaseudun elinkelpoisuuden Suomessa jalostamalla maidosta hyvänmakuisia ja hyvinvointia edistäviä tuotteita. Valio Oy:n tuotteet valmistetaan puhtaasta maidosta ja niiden alkuperästä ja turvallisuudesta voidaan olla varmoja. (Keskitetysti koko maassa 2011.)

Valio Oy:llä on kotimaassa 15 tuotantolaitosta. Kaikki Valio Oy:n ravintorasvat, kuten esimerkiksi voi, Oivariini ja KevytLevi, valmistetaan Seinäjoella. Ravintorasvoja on valmistettu Seinäjoella jo yli 45 vuotta. Vanhan rasvatehtaan kylkeen rakennetulla uudella rasvatehtaalla on nostettu valmistuskapasiteettia. Tuotanto siirrettiin uudelle tehtaalle vaiheittain. Vuoden 2010 kesän aikana koko tuotanto oli siirtynyt uudelle tehtaalle. (Keskitetysti koko maassa 2011.)

Uuteen tehtaaseen siirrettiin osittain vanhoja laitteistoja, mutta linjastot, venttiilit ja pumpput olivat uusia. Voinvalmistuslaitteistoista ainoastaan yksi on siirretty vanhalta tehtaalta uuteen tehtaaseen, loput kolme ovat uusia. Osa pesuohjelmista on myös siirretty suoraan vanhasta tehtaasta uuteen.

Uuden tehtaan myötä enterobakteerien määrä oli alkanut kasvaa. Oli huomattu, että Oivariini-linjan lopputuotteissa oli ollut enterobakteeriyliityksiä runsaasti. Enterobakteerien yliityksiä oli esiintynyt usein varsinkin voinvalmistuslinjasta 4 otetuissa näytteissä. Tältä linjalta tulee voi oivariini-linjastoon. Tässä työssä tutkittiin syytä sille, mistä tämä voi johtua. Enterobakteereita tutkitaan kyseisessä yrityksessä siksi, että saadaan selville, ovatko pesut olleet riittäviä ja puhdistaneet kaikki kriittiset kohteet. Pintojen puhtautta tutkitaan luminometrin avulla.

Puhtaus on elintarvikealalla tärkeä asia. Pääpaino on pesujen kemiallisessa puhtaudessa unohtamatta kuitenkaan mikrobiologista puhtautta. Meijerissä tuotantoprosessin puhtaus varmistetaan CIP-pesuilla. Oikein suunnitellut CIP-pesujärjestelmät pystyvät puhdistamaan tietynlaiset elintarviketeollisuuden laitteet yhtä hyvin kuin että ne purettaisiin ja pestäisiin käsin. Huolellisesti suunnitellun CIP-kiertopesujärjestelmän pääpiirre on, että tuotantoprosessien laitteistoja ei tarvitse purkaa puhdistusta varten. (Tamime 2008, 2–5.)

Tässä työssä käsiteltiin voinvalmistuslaitteiston, varsinkin tykin 4, kiertopesujen pesuohjelmia ja kunkin pesuvaiheen kulkua. Oli huomattu, että pesukohteeseen ei saada aina oikeaa pesuainemäärää. Pesuaineiden nousuajat olivat tulleet täyteen, ennen kuin määrä oli tullut täyteen. Pesujen jälkeen kerma- ja kirnumaitosuppiloiden kansista ja yläreunoista oli löydetty tuote- ja pesuainejäämiä. Näillä valmistuslaitteiston pinnoilla oli havaittu biofilmin muodostumista. Biofilmin kasvaessa pinnalla sen irrottaminen hankaloituu.

Tässä työssä pyrittiin löytämään korjaavia toimenpiteitä, joilla enterobakteerit saataisiin pysymään raja-arvojen sisällä. Pesuohjelmien muokkaaminen oli ajankoh- taista, koska suurin osa pesuista oli siirretty vanhalta tehtaalta uuteen ilman uudelleen testausta ja paneutumista niihin.

2 RASVOJEN JA RASVAVALMISTEIDEN PILAAJAORGANISMIT

Rasvoissa ja öljyissä voi kasvaa monenlaisia pilaajaorganismeja, jos olot, kuten kosteus, lämpötila ja ravinteiden saatavuus, ovat suotuisia. Rasvaa hajottavat bakteerit eli lipolyytit pilaavat rasvoja, sillä ne tuottavat entsyymejä. Nämä entsyymit hydrolysoivat rasvaa vapaiksi rasvahapoiksi ja käynnistävät rasvahappojen hapettumisen. (Korkeala 2007, 241.)

Rasvat ja öljyt voivat myös suojata mikrobeja siten, että ne voivat selvitä hengissä pitkiäkin aikoja. Tämä voi johtaa elintarvikehygieeniseen riskiin, jos tuote on kontaminoitunut patogeeneilla eli mikrobeilla, joilla on kyky aiheuttaa infektioita. Kaupalliset rasvat ja rasvavalmisteet eivät kuitenkaan ole merkittäviä elintarvikeinfektioiden aiheuttajia. Useimmat rasva- ja öljypohjaiset tuotteet sisältävät huomattavan määrän kosteutta ja ravinteita. (Korkeala 2007, 241.)

2.1 Voin pilaajaorganismit

Voi sisältää ainoastaan maitorasvaa, jonka pitoisuus on vähintään 80 prosenttia. Muita ainesosia ovat vesi, pienet määrät maidon kiinteitä aineita ja mahdollisesti suola. Vesi ja rasva muodostavat emulsion, kun vesi on sekoittuneena rasvaan pieninä pisaroina. (Korkeala 2007, 242.)

Voin pilaantuminen ja makuvirheet voivat johtua kemiallisista tai mikrobeista johtuvista syistä. Voin mikrobiologisessa pilaantumisessa olennaista on vesipisaroiden koko. Mikrobien kasvu estyy, kun vesi on riittävän pieninä pisaroina. Jos taas vesi on suurina pisaroina tai muodostaa kanavia, muut ominaisuudet, kuten pH ja suolapitoisuus ja suolan jakautuminen tuotteeseen, ratkaisevat mikrobien kasvumahdollisuudet. (Korkeala 2007, 242.)

Voin valmistukseen käytettävän kerman pastörinti tuhoaa useimmiten mikrobien kasvulliset muodot. Bakteeri-itiöt ja eräät lämpöä kestävät bakteerit voivat kuitenkin säilyä pastöroinnista huolimatta. (Korkeala 2007, 242.)

Pastöroinnin toinen tehtävä on tuhota entsyymit, kuten lipaasit ja proteaasit. Nämä entsyymit voivat huonontaa aistinvaraisia ominaisuuksia. Myös rasvaa hajottavat bakteerit eli lipolyttiset ja valkuaisaineita hajottavat bakteerit eli proteolyttiset, kuten *Pseudomonas* spp., voivat aiheuttaa hajuvirheitä voihin. Voihin voivat siirtyä myös raakamaidossa olevien mikrobien aiheuttamat aistinvaraiset muutokset. (Korkeala 2007, 242.)

Erityisesti kosteissa säilytysoloissa homekasvustot voivat aiheuttaa väri- ja maku-muutoksia. Voi on, patogeenisistä bakteereista, raporttien mukaan välttynyt stafylokokkien sekä *Listeria*- ja *Salmonella* -bakteerien aiheuttamilta ruokamyrkytyksiltä. (Korkeala 2007, 242.)

Staphylococcus aureuksen tuottama toksiini on lämpökestoinen ja voi kestää pastöroinnin. Riittävä pastörinti sen sijaan tuhoaa *Salmonella*- ja *Listeria* -bakteerit, joten niitä esiintyy voissa lähinnä jälkikontaminaation vuoksi. (Korkeala 2007, 242.)

2.2 Margariinin pilaajaorganismit

Margariini koostuu voin tavoin veden ja rasvan muodostamasta emulsiosta. Tuote voi koostumukseltaan olla kiinteä tai nestemäinen, mutta sen rasvapitoisuuden tulee olla vähintään 80 prosenttia. Valmistukseen voidaan käyttää kasvi- tai eläinrasvaa. (Korkeala 2007, 242.)

Mikrobien kasvu margariineissa riippuu samoista tekijöistä kuin voissa. Margariinin pilaantuminen johtuu pääasiassa mikrobeista. Useat homelajit ovat toimineet pilaajina. Homekasvusto todetaan kuitenkin usein vasta mikrobiologisella tutkimuksella makuvirheen ilmaantumisen jälkeen. Muista pilaajaorganismeista poikkeavasti homeet kasvavat tuotteen rasvaosassa, jolloin vesipisaroiden sisältämät aineet tai niiden pieni koko eivät rajoita homeiden kasvua. Vesipisaroiden pieni koko kuitenkin vähentää homeiden kasvun todennäköisyyttä. Homeiden kasvua pyritään torjumaan säilöntäaineilla ja laskemalla tuotteen pH:ta. (Korkeala 2007, 242.)

Toisinaan lipolyttiset hiivat pääsevät pilaamaan tuotteen aiheuttaen siihen makuvirheitä. Hiivat voivat kasvaa erittäin suolaisessa ja happamassa ympäristössä.

Lipolyyttiset bakteerit, kuten *Micrococcaceae*, *Pseudomonas*, *Flavibacterium*, ja *Bacillaceae*, voivat myös toimia pilaajina. Tähän mennessä ei ole ilmennyt tapauksia, joissa patogeeniset bakteerit olisivat aiheuttaneet infektiota margariinin välityksellä. (Korkeala 2007, 242.)

3 ENTEROBAKTEERIT

Enterobakteeri on *Enterobacteriaceae*-heimoon kuuluva sauvabakteeri, jolla on yhteys suolistosairauksiin. Heimon bakteereita elää luonnostaan ihmisten ja eläinten suolistossa, jätevesissä, maaperässä ja luonnonvesissä. Tavallisimpia sukuja ovat *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Proteus*, *Providencia*, *Salmonella*, *Serratia* ja *Yersinia*. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Enterobakteerit ovat fakultatiivisesti anaerobeja, eli ne voivat lisääntyä sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa. Ne ovat gram-negatiivisia, joka tarkoittaa sitä, että bakteerin soluseinä koostuu varsinaisesta solukalvosta, ulkokalvosta ja näiden väliin jäävästä periplasmisesta tilasta. Enterobakteerit ovat myös oksidaasi negatiivisia sauvoja, jotka fermentoivat glukoosia. Ne eivät muodosta itiöitä, mutta ovat pääosin katalaasipositiivisia eli bakteerilla on kyky muodostaa peroksideja hajottavaa katalaasientsyymiä. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

3.1 Patogeeniset bakteerit meijeriteollisuudessa

Mikro-organismien lähteenä voin valmistuksessa on kerma. Raakamaito voi kontaminoitua monenlaisista patogeenisistä ja pilaavista mikro-organismeista. Raakamaidon mikrobiflooraan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa maidon käsittelylaitteet ja säilytysolosuhteet. Kerman pastöroinnilla pyritään tuhoamaan patogeenisten mikrobien vegetatiivisoluja ja vähentämään mahdollisten pilaantumista aiheuttavien organismien määrää. (Wirtanen 2002, 37.)

Kirnumaidossa, joka syntyy voin valmistuksen yhteydessä, on tavallisesti suurempi bakteerikanta kuin kermassa tai voissa. Vaikka pastörointi tuhoaisi patogeenit, tuotteet voivat jälkikontaminoitua pastöroinnin jälkeen myöhemmässä prosessoinnissa tai pakkaamisen aikana. (Wirtanen 2002, 37.)

Pesujen tarkoituksena on poistaa pinnoilta tuotejäämät, jotta niihin ei pääsisi ke-
räntymään elintarviketta pilaavia mikrobeja. Koska mikrobiologinen puhtaus on elintarvikehygienian ja tuoteturvallisuuden kannalta erittäin tärkeää, käsitellään tässä myös joitakin *Enterobacteriaceae*-heimoon kuuluvia bakteereja, jotka voivat

levittää infektioita kuluttajiin. Meijerissä mahdollisesti esiintyviä tarttuvan taudin aiheuttavia patogeeneja ovat esimerkiksi *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* ja *Yersinia enterocolitica* (Enterobakteerit 2010, 1–2).

3.1.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli -bakteeri kuuluu *Enterobacteriaceae*-heimoon. Nämä bakteerit ovat tavallisia ihmisten ja eläinten suolistossa. Enterohemorraaginen *Escherichia coli* (EHEC) on gram-negatiivinen sauvabakteeri. (Ijäs & Välimäki 2004, 31.)

EHEC-nimityksellä voidaan viitata bakteerin lisäksi myös ihmiselle aiheutuvaan tautiin. *E. coli* -ryhmistä EHEC on merkityksellisin elintarvikkeiden välityksellä Suomessa saatujen ripulien aiheuttajista. Ryhmään kuuluu useita *E. coli* -bakteerin alatyyppejä, joista serotyyppi O157:H7 on parhaiten tunnettu. Se on yleisin ja tunnetuin hemorragisen koliitin eli vesiripulin aiheuttaja. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 48–55.)

Enterohemorraagista *Escherichia coli*a esiintyy muun muassa märehäijöiden suolistossa ja se voi levitä elintarvikkeisiin lihan ja maidon välityksellä. Tartunnan alkuperä on aina eläimen tai ihmisen uloste. (Hokajärvi, Pitkänen, Torvinen & Miittinen 2008, 25.) Hyvän lypsyhygienian avulla voidaan estää bakteerin joutumista maitoon. Pastöroidun maidon käyttö estää maitotuotteiden välityksellä leviävää tartuntaa (Ijäs & Välimäki 2004, 31).

Tavallisessa, alle 6 °C:ssa, jääkaappilämpötilassa EHEC ei lisäänty. Bakteeri tuhoutuu, kun elintarvike kuumennetaan yli 70 °C:n lämpötilaan, mutta kestää hyvin pakastamista. Sen tiedetään säilyvän pitkiä aikoja kylmässä vedessä ja useita viikkoja saastuneessa elintarvikkeessa. Bakteeri kestää hyvin happamuutta, joten se säilyy myös happamissa elintarvikkeissa. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 48–55.)

3.1.2 Suolistoperäiset enterokokit

Suolistoperäiset enterokokit ovat *Escherichia coli* -bakteerin tapaan ulosteperäisen saastumisen ilmentäjiä, ilmaisten esiintyessään riskiä sairastua vesivälitteiseen suolistoinfektioon. Enterokokkeja esiintyy usein ihmisten ja tasalämpöisten eläinten ulosteissa, mutta ne voivat olla peräisin myös ympäristöstä. (Intestinal enterococci [viitattu 1.4.2011])

Koska enterokokit säilyvät ympäristössä hyvin, ne voivat ilmaista jo kauan ennen näytteenottohetkeä tapahtunutta saastumista. Suolistoperäisistä enterokokeista käytettiin aiemmin nimitystä fekaaliset streptokokit, josta enterokokit on nyt erotettu omaksi alaryhmäkseen. Suolistoperäisiä lajeja ovat *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* ja *E. hirae*. (Intestinal enterococci [viitattu 1.4.2011])

3.1.3 *Salmonella*

Salmonellabakteerit ovat *Enterobacteriaceae*- heimoon kuuluvia gram-negatiivisia, liikkuvia sauvoja. Salmonella on tuotantoeläinten suolistobakteeri, joka voi levitä lihaan ja elintarvikkeisiin ja sitä kautta ihmisiin. Raakamaitoon salmonellabakteereita voi joutua ulostekontaminaationa, jos navettahygieniasta ei huolehdita. Bakteerin kantaja voi helposti saastuttaa elintarvikkeita niiden valmistuksen aikana, joten kantajien ei tule olla kosketuksissa elintarvikkeiden tai niiden raaka-aineiden kanssa. (Korkeala 2007, 79–83.)

Salmonella lisääntyy elintarvikkeissa, jos säilytys- ja kuljetuslämpötilat ovat sille otolliset. Salmonella tuhoutuu yleensä noin 70 °C lämpötilassa, mutta harvinaisissa tapauksissa sen tuhoamiseen saatetaan tarvita jopa 130 °C:sta. Kuumennuksen teho on riippuvainen tuotteen koostumuksesta ja kosteudesta. Tässäkin tapauksessa pastörinti tuhoaa bakteerit. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 67–77.)

Salmonellatartunta on aina alun perin lähtöisin joko eläimen tai ihmisen ulosteesta. Tavallisimmin salmonellabakteeri saadaan saastuneen elintarvikkeen välityksellä. Salmonella ei yleensä tartu suoraan ihmisestä toiseen, koska sairastumiseen vaa-

dittava bakteeriannos on suuri. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 67–77.)

Ruokamyrkytyksen syynä on Suomessa yleisimmin ollut saastunut raaka-aine tai infektioitunut työntekijä. Myös elintarvikkeen riittämätön kuumennus, ristikontaminaatio, liian pitkä säilytysaika tai virheellinen säilytyslämpötila ovat voineet johtaa ruokamyrkytykseen. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 67–77.)

3.1.4 *Campylobacter jejuni*

Campylobacter jejuni on suolistoinfektioita aiheuttava gram-negatiivinen sauva-bakteeri, jota voi esiintyä raakamaidossa. Raakamaitoon kampylobakteereita voi joutua ulostekontaminaationa, jos navettahygieniasta ei huolehdita. Mahdollisia levittäjiä voivat myös olla linnut ja hyönteiset. Kampylobakteerien tartunnanlähteenä voi olla pastöroimaton maito, joka on aiheuttanut sairastapauksia ja epidemioita. (Korkeala 2007, 71–76.)

Lämpökestoisten kampylobakteerien ryhmään kuuluvat *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* ja *Campylobacter lari* sekä *Campylobacter upsaliensis*. Näistä *C. jejuni* on elintarvikehygienian kannalta merkittävin. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 29–36.)

Kampylobakteerit ovat sopeutuneet elämään olosuhteissa, joissa happipitoisuus on pienempi kuin ilmassa. Ne vaativat kasvaakseen 3–15 %:n happipitoisuuden. Lämpökestoiset kampylobakteerit kasvavat vielä 44 °C:ssa, mutta eivät pysty lisääntymään alle 30 °C:ssa. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 29–36.)

Kampylobakteerit voivat säilyä elävinä viileässä, jos kosteutta on riittävästi ja happea ei ole liikaa. Huoneenlämmössä ne kuolevat sen sijaan melko nopeasti. Viileissä vesissä ne voivat säilyä jopa kuukausia, mutta eivät kuitenkaan pysty lisääntymään vedessä eivätkä elintarvikkeissa. Kampylobakteerit tuhoutuvat 60 °C:n kuumennuksessa 10 minuutissa. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 29–36.) Kampylobakteerit tuhoutuvat siis helposti pastöroinnissa.

3.1.5 *Yersinia enterocolitica*

Yersiniat ovat kylmässä viihtyviä bakteereita, jotka kykenevät kasvuun sekä hapen läsnä ollessa että ilman happea. *Yersinia enterocolitica* on gram- negatiivinen sauvabakteeri, jota esiintyy tuotantoeläimissä, maaperässä ja vesistöissä. Se pystyy aiheuttamaan ihmiselle suolistotulehduksen, yersinioosin. Vain osa *Y. enterocolitica* -kannoista ovat patogeenisia. (Korkeala 2007, 89–95.) Myös *Yersinia enterocolitica* -bakteerin pääsyä raakamaitoon voidaan estää huolellisella navettahygienialla.

Y. enterocolitica pystyy kasvamaan happamassa (pH 4,2) ympäristössä ja emäk-sisiä olosuhteitakin se kestää muita gram-negatiivisia bakteereita paremmin. *Y. enterocolitica* säilyy hengissä vesistöissä viikkoja. Se pystyy lisääntymään myös tyhjiöpakkauksessa. Bakteeri tuhoutuu 60 °C kuumennuksessa 1–3 minuutissa, mutta kestää pakastusta melko hyvin. (Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010, 103–108.) *Y. enterocolitica* tuhoutuu helposti pastöroinnissa. *Y. enterocoliti-can* aiheuttamat epidemiat ovat olleet peräisin muun muassa siasta ja maitovalmisteista. (Korkeala 2007, 89–95.)

3.2 Enterobakteerien tutkimismenetelmät ja raja-arvot

Enterobakteereja määritetään pesäkelaskentatekniikalla. Näyte viljellään maljavalutekniikalla käyttäen rinnakkaismaljoja. Menetelmä soveltuu enterobakteerien määrittämiseen elintarvikkeista ja rehuista 37 °C:ssa. Näyte siirrostetaan maljavaluna VRBG-agarille, jolta inkuboinnin jälkeen lasketaan tyypilliset pesäkkeet. Pesäkkeet varmistetaan oksidaasikokeella. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Siirrostus tehdään sopivista laimennoksista maljavalumenetelmällä. Hyytyneen maljan pinnalle levitetään ohut kerros samaa agaria peittokerrokseksi. Maljoja inkuboidaan 24 ± 2 tuntia 37 ± 1 °C:ssa. Lasketaan pesäkkeet, joiden väri vaihtelee vaaleanpunaisesta punaiseen. Pesäkkeet voidaan luotettavasti laskea maljoilta, joilla niitä on 15–150. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Varmistustestissä vähintään viisi edustavaa pesäkettä siirrostetaan ravintoagarille tai vastaavalle ei-selektiiviselle kasvualustalle puhdasviljelmiksi. Jos on laskettu erityyppisiä pesäkkeitä, siirrostetaan jokaista tyyppiä vähintään viisi pesäkettä. Puhdasviljelmät inkuboidaan vuorokauden 37 ± 1 °C:ssa. Silmukallinen viljelmä hierotaan imupaperiin, joka on kostutettu oksidaasireagenssilla. Bakteeri on oksidaasinegatiivinen, jos sen väri ei muutu tumman sinivioletiksi 10 sekunnissa. Jos käytetään kaupallisia oksidaasitestejä, noudatetaan valmistajan antamia ohjeita. Enterobakteerit ovat oksidaasinegatiivisia, eikä väriä muodostu. Viivästynyt tai heikko muodostus on negatiivinen reaktio. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Tulokset lasketaan varmistustestissä enterobakteereiksi osoittautuneiden pesäkkeiden prosentuaalisen osuuden perusteella. Tulokseksi ilmoitetaan enterobakteerit pmy/g tai pmy/ml. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Elintarvikelainsäädäntö ei vaadi pastöroidusta maidosta valmistetuista rasvatuotteista enterobakteeri määräyksiä. Lainsäädäntö vaatii ainoastaan *Listeria*-määritykset. Enterobakteereita tutkitaan siitä syystä, että saadaan selville ovatko pesut olleet riittäviä ja puhdistaneet kaikki kriittiset pinnat. Enterobakteereja tulee olla näytteessä alle 10 pmy/g, näytteenottokohdasta riippumatta. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Pastöroidusta maidosta ja muista nestemäisistä maitotuotteista määritetään enterobakteerit pesäkelaskentamenetelmällä. Raja-arvoksi on säädetty 10 pmy/ml ja viidestä tutkittavasta osanäytteestä yksikään ei saa ylittää raja-arvoa. (Hallanvuoto 2010.)

Talousvedessä ei saa olla pieneliöitä tai loisia tai mitään aineita sellaisina määrinä tai pitoisuuksina, joista voi olla vaaraa ihmisten terveydelle. Talousvedessä ei saa olla yhtään *Escherichia coli*- eikä *Enterococcus*-bakteereja. (Talousvesi 2011.)

3.3 Mahdolliset kontaminaatiolähteet

Kontaminaatio voi tulla elintarvikkeeseen useasta eri lähteestä. Ne voidaan luokitella kemiallisiin, fyysisiin ja mikrobiologisiin lähteisiin. Kemiallinen kontaminaatio voi tulla esimerkiksi koneiden voiteluaineista, pesuihin käytettävistä puhdistus- ja

desinfiointiaineista, lattia-, seinä- ja kattomateriaaleista tai tehtaalla käytettävistä torjunta-aineista. (Lelieveld, Mostert, Holah & White 2003, 62–69.)

Listeria monocytogenes -kontaminaation kannalta merkittäviä laitteita meijeriteollisuudessa ovat putkistojen ja tankkien lisäksi kuljettimet, annostelu- ja täyttökoneet sekä jäähdyttimet. Mikä tahansa raakamaidossa esiintyvä patogeeni voi esiintyä myös meijerin tuotantoympäristössä. (Wirtanen 2002, 37.)

Raakamaito voi kontaminoitua monenlaisista patogeenisista ja pilaavista mikroorganismeista. Mahdollisia kontaminoitumiseen vaikuttavia tekijöitä pidetään muun muassa maidon käsittelylaitteita ja säilytysolosuhteita. Hygieenisellä navetta- ja lypsytiloilla estetään mahdolliset ulostekontaminaatiot. (Marth & Steele 2001, 137–139.)

Niin tuotantotilan kuin tehtaankin vesi tulee olla talousvesilaatuista. Maidon kanssa kosketuksiin joutuvien pintojen, laitteiden ja välineiden puhdistamiseen ja huuhteluun käytettävää vettä tutkitaan tästä syystä tarkasti. Tähän tarkoitukseen käytetty talousvesi ei saa sisältää bakteereja. Talousvesi aiheuttaa kontaminaatiolähteen, mikäli se on saastunut. (Talousvesi 2011.)

Säännöllisellä ja suunnitelmallisella huolto- ja korjaustoiminnalla saadaan enterobakteerien esiintyminen speksien sisälle ja mahdolliset kontaminaatiolähteet pysymään poissa. Valitaan oikeat materiaalit, laitteet ja laitteistot sekä seurataan näiden kuntoa säännöllisesti. Seurataan pesuja ja niiden riittävyyttä säännöllisesti, jotta enterobakteerit eivät kulkeutuisi laitteisiin ja laitteistoihin. Aina tuotannon aikana seurataan ja kuunnellaan koneita ja laitteita. Mikäli laitteeseen tulee vikaa, se pystytään korjaamaan heti. Näin vältetään mahdollisilta isommilta korjauksilta. Koneet ja laitteet huolletaan säännöllisesti ja ne voidellaan oikeilla aineilla ja riittävän usein.

Pidetään tuotantotilat siisteinä ja hygieenisinä. Huolehditaan myös omasta henkilökohtaisesta hygieniasta eli pestään käsiä ja estetään esimerkiksi hiusten pääsy tuotteeseen.

4 BIOFILMI

Mikrobiologisen puhtauden pahimpia vihollisia prosessilaitteissa ovat mutkiin, taskuihin, syöpymäkohtiin ja kuolleisiin virtauspaikkoihin kertyneet biofilmit ja sakat. Tämän takia prosessilaitteet tulee suunnitella sellaisiksi, ettei niihin jää kuolleita alueita. Tärkeätä on myös pestä pinnat riittävän usein, jotta saostumia tai biofilmejä ei pääse muodostumaan. Biofilmin kasvaessa sen irrottaminen pinnalta hankaloituu.

Useimmilla mikrobeilla on kyky tarttua eri pintamateriaaleihin ja muodostaa biofilmiä. Biofilmimuodostusta voidaan pitää mikrobien eloonjäämisstrategiana, jolla mikrobit optimoivat saatavilla olevan ravinnon käyttöä. Biofilmi voi muodostua silloin, jos mikrobisolujen ja ravinteiden lisäksi on tarjolla rajapintaa ja vähän nestettä. (Salkinoja-Salonen 2002, 461–462.) Biofilmi on patogeenisille bakteereille hyvä ympäristö elää.

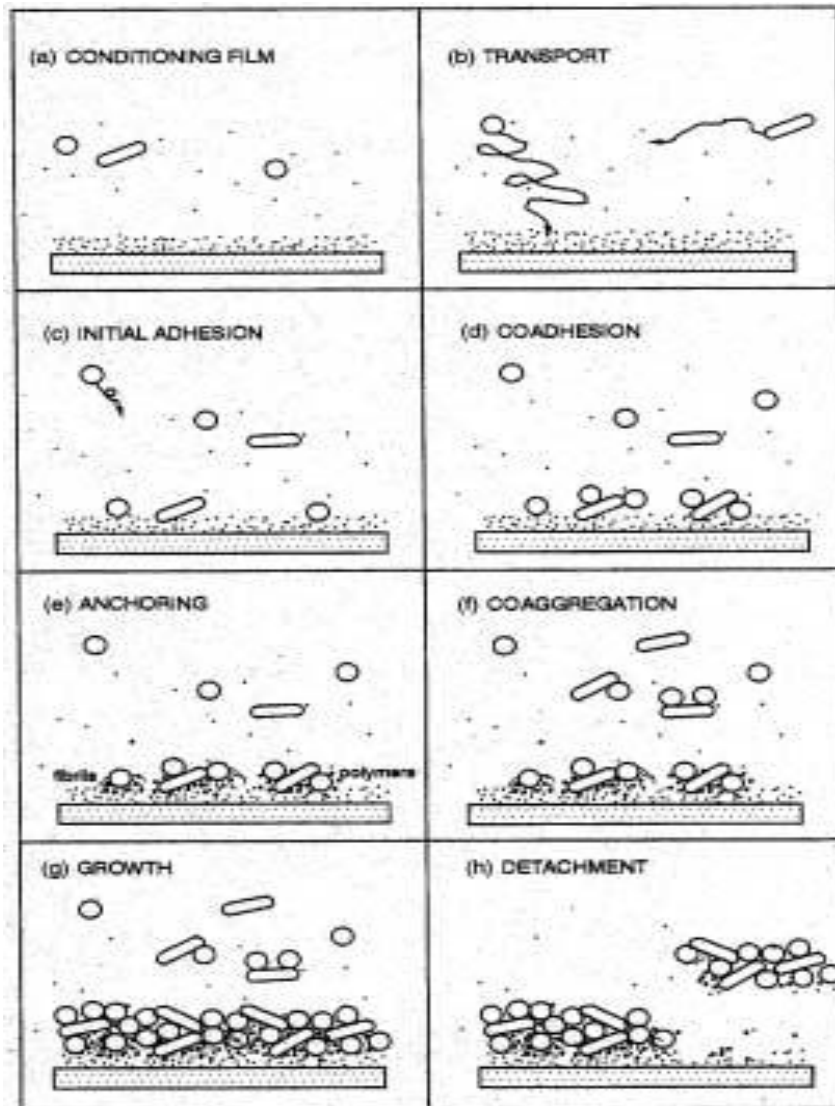
Yleisin selitys, miksi mikrobit viihtyvät ja kasvavat pinnoilla on, että pinnalla kasvaminen mahdollistaa ravinteiden saamisen helpommin kuin vähäravinteisessa nestevirrassa. Biofilmit vähentävät nesteen virtausnopeutta, tukkivat putkistoja, ja korrodoivat pintamateriaaleja. Ne myös aiheuttavat terveystorjuntariskejä ja saastumisoongelmia sekä lisäävät energiankulutusta ja vähentävät siten järjestelmien tehokkuutta. (Wirtanen 2002, 13–14.)

Prosessilaitteisiin ja -putkiin ongelma on tullut tekniikan kehittymisen myötä. Tässä biofilmien aiheuttamat haitat ovat lähinnä energiahävikkiä, tuotteiden saastumista ja korrosiota. Putkistoihin kerääntyneet biofilmikasvustot pilaavat myös tuotteiden hygienian. (Salkinoja-Salonen 2002, 461–463.)

4.1 Biofilmin muodostuminen

Biofilmin muodostuminen alkaa, kun mikrobisolu kiinnittyy pinnalle eli tapahtuu adheesio. Adheesio eli kiinnittyminen on ensin reversiibeli, minkä jälkeen se muuttuu irreversiibeliksi. Biofilmin muodostuminen (kuvio 1) on dynaaminen monitahoinen prosessi, jossa tärkeimmät komponentit ovat alustamateriaalin ja mikrobien

ominaisuudet sekä nestemäärä. Adheesion ei tarvitse johtaa biofilmin syntyyn, mutta se on biofilmin syntymisen perusedellytys. (Wirtanen 2002.) Joillakin bakteereilla on suuremmat kyvyt tarttua pintoihin kuin toisilla. (Salkinoja-Salonen 2002, 463.)



Kuvio 1. Biofilmin muodostuminen. (VTT 2002.)

Fouling eli orgaanisen lian kasaantuminen pinnalle, kuten kuviossa 1 kohdassa a nähdään, edeltää usein mikrobien adheesiota. Epätasaiset pinnat edistävät mikrobien kiinnittymistä sekä likakerrosten kasaantumista. Epätasaisuus lisää alustan pinta-alaa ja antaa mikrobeille ”piilopaikkoja”. (Wirtanen 2002, 14–15.)

Biofilmi koostuu aina mikrobisoluista ja niiden erittämistä tuotteista. Biofilmissä elävät mikrobit ovat metabolisesti aktiivisia, ja niiden aktiviteetit kohdistuvat ravinteiden hankintaan. Biofilmin sisällä on voimakkaita ioninvaihtoalueita mikrobisolujen ja ympäröivän nesteen välillä. (Wirtanen 2002, 14–15.)

Polysakkarideista koostuvan suojakerroksen ansiosta antibakteeriset aineet, kuten desinfiointiaineet, eivät pääse tunkeutumaan mikrobisoluihin, ja täten mikrobit jatkavat lisääntymistään suojakerroksen sisällä. (Salkinoja-Salonen 2002, 461–463.)

Biofilmin muodostukseen liittyy usein limanmuodostusta. Limanmuodostus on käsitteellisesti samankaltainen ongelma kuin biofilmi silloin, kun limanmuodostus tapahtuu pinnalla. Limaongelmat liittyvät puhdistusongelmiin elintarvike- ja prosessiteollisuudessa. (Wirtanen 2002, 16.)

Biofilmi on niin sanottu stressi-ilmiö ja näin ollen yksi mikrobien suojautumiskeino erilaisia antibakteerisia tekijöitä vastaan. Laitteistoissa ja kiertopesujärjestelmissä biofilmi suojaa mikrobeja pesu- ja puhdistusaineita vastaan. (Wirtanen 2002, 16.)

Perinteiset mikrobiologiset menetelmät eivät sovi hyvin biofilmin havainnoimiseen, parhaat tutkimusmenetelmät perustuvatkin mikroskooppiaan. Suurin osa biofilmin kokonaistilavuudesta on vettä, joten kuivalla pinnalla näkyvä biofilmi on murto-osa siitä, mitä se on kosteassa ympäristössä. Virtaava neste vaikuttaa suuresti biofilmin muodostukseen, kuten esimerkiksi biofilmikerroksen paksuuteen. (Wirtanen 2002, 15–16.)

4.2 Biofilmin esiintyminen elintarviketeollisuudessa

Biofilmiongelmat tulevat esiin herkimmin elintarvike- ja rehuteollisuudessa, missä käsitellään eloperäistä materiaalia. Biofilmin muodostukseen tarvitaan vain pienenköjä nestemääriä, kuten esimerkiksi kondenssivettä pinnalla. (Salkinoja-Salonen 2002, 461–462.)

Elintarviketeollisuuden laitesuunnittelussa pintamateriaalin ominaisuudet, kuten sileyks ja kunto, mahdolliset säröt, hiushalkeamat sekä niin sanotut kuolleet kulmat prosessilaitteistoissa, ovat täten hyvin keskeisiä estettäessä biofilmin muodostus-

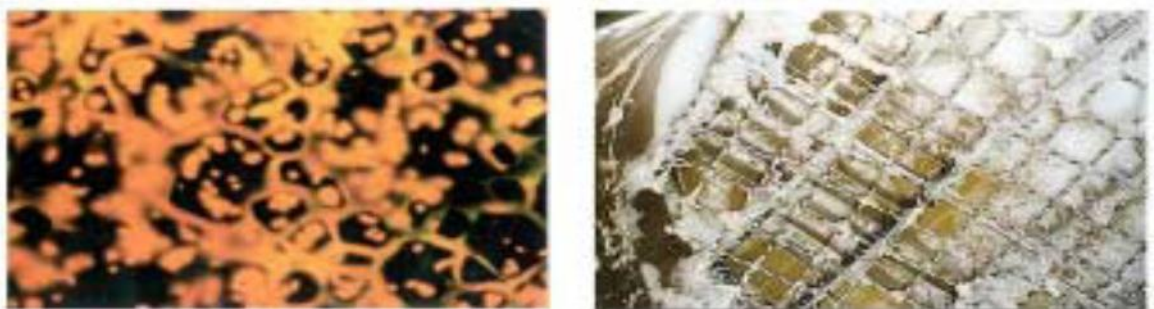
ta. Ongelmia voi esiintyä millä alueella tahansa, mutta ne kasaantuvat paikkoihin, joihin puhdistustoimet syystä tai toisesta eivät yllä. (Wirtanen 2002, 17–18.)

Putkistoissa ja laitteissa esiintyvät ylimääräiset taskut ja mutkat sekä liian pitkät liitokset muodostavat katvealueita, jotka eivät tyhjene prosessiaineesta tai joihin pesun vaikutus ei yllä. Nämä katvealueet muodostavat mikrobeille oivia lymy- paikkoja. (Wirtanen 2002, 19.)

Biofilmin muodostuminen erilaisille laite- ja käsittelypinnoille on erittäin tärkeä ongelma-alue koko prosessiteollisuuden kannalta. Biofilmiongelmien ennaltaehkäisy on monin verroin kannattavampaa kuin jälkikorjailu. On selvää, että hiotulla pinnalla syntyy vähemmän biofilmiä kuin karhealla. Pintamateriaalille onkin syytä asettaa sileysvaatimukset, jolloin mahdollistetaan puhdistuvuus- ja desinfiointitoimien pääsyä eri alueille. (Wirtanen 2002, 18–19.) Biofilmit voivat myös aiheuttaa tai edistää materiaalien korroosiota. (Salkinoja-Salonen 2002, 463)

Laitteiden tiivisteisiin kertyy helposti likaa ja ravinteita, mikä edistää mikrobien kiinnittymistä ja biofilmin syntyä. Lisäksi esimerkiksi kumi materiaalina on otollinen alusta mikrobeille. (Wirtanen 2002, 18–20.)

Meijerin laitteet on pääasiassa valmistettu ruostumattomasta teräksestä (kuvio 2). Austeniittinen ruostumaton teräs on tavanomaisin rakennemateriaali elintarviketeollisuudessa. Puhdistettavuuden kannalta elintarviketeollisuudessa käytettävän teräksen tulisi olla pinnankarheudeltaan sileää. Hitsausseamojen tulisi myös olla yhtä sileitä kuin materiaali, jossa sauma on. (Ruostumaton teräs [viitattu 29.3.2011].)



Kuvio 2. Biofilmi ruostumattomalla teräspinnalla. (VTT 2002.)

Biofilmin muodostuminen on oire toimintahäiriöstä ja käytettävät keinot pitäisi kohdistaa syiden eikä seurausten poistoon. On helpompi työstää biofilmiä aiheuttavat "laitetaudit" etukäteen hyvällä suunnittelukäytännöllä kuin jälkikäteen käyttämällä prosessiin soveltuvia materiaaleja ja rakenneratkaisuja. (Wirtanen 2002, 22.)

5 VOINVALMISTUSLAITTEISTON PESU

Meijereiden elintarvikeprosesseissa tuotteiden siirtoon ja käsittelyyn käytetään paljon putkistoja ja säiliöitä. Tuotantoprosessin puhtaus varmistetaan erilaisin pesuin, joista merkittävin rooli meijereissä on saatu CIP-pesuilla. Kiertopesu on puhdistusmenetelmä, jossa pesuliuokset kiertävät pesukohteessa. Pesuliuokset (emäs ja happo) sekä huuhteet sijaitsevat säiliöissä pesukeskuksessa. Pesuliuokset palautuvat takaisin säiliöihin tai viemäriin puhtauden mukaan. CIP-pesuissa on tärkeitä huomioida riittävän pitkä pesuaika, riittävät lämpötilat ja virtausnopeudet. (Tamime 2008, 2–5.)

Laadukkaat ja tehokkaat CIP-pesuaineet mahdollistavat tehokkaan pesutapahtuman ja huuhtoutuvat helposti pois, mutta pesuohjelmien laadinta vaatii hyvää yhteistyötä pesuainetoimittajan ja meijerihenkilökunnan välillä. Yhteistyöllä voidaan määrittää riittävä pesu- ja huuhtelu-aika kullekin pesutapahtumalle. Hyvin suunnitelluilla pesuilla säästetään vettä, energiaa ja vähennetään jäteveden kemikaalikuormaa. (Tamime 2008, 2–5.)

Olenaisempana pidettäneen kuitenkin sitä, että rasva- ja valkuaisainejäämät irta-aa tehokkaasti ja pesuliuoksen liankantokyvystä saadaan riittävä. Pesukiertoa valvotaan ja ohjataan väkevyys-, lämpötila- ja paineantureilla. On tutkittu, että mittalaitteet ovat olleet herkkiä, ja niihin mahdollisesti kertyneet sakkaumat ovat aiheuttaneet mittavirheitä. Hyvillä pesuaineilla pidetään mittalaitteet puhtaina, jolloin pesutulos saadaan taattua tarkaksi. (Kaapola 2010, 6–8.)

Kun pesukohteessa on mahdollisimman vähän tuotejäämiä, kohteen puhdistettavuus paranee. Kerman kypsytystankkien pohjalle esimerkiksi jää aina vähän kermaa. Niinpä ne huuhdellaan ennen varsinaista pesua talteen. Tämä talteen otettu huuhte separoidaan ja kerma voidaan käyttää valmistukseen. Tämän ansiosta puhdistettavuus paranee, hävikki pienenee ja jäteveden kuormitettavuus vähenee.

Pesutulokset voidaan jakaa neljään eri ryhmään puhtausasteen mukaan. Fysikaaliseen puhtauteen riittää näkyvän lian poistaminen pinnoilta. Kemiallinen puhtaus edellyttää näkyvän lian ohella puhdistukseen käytettyjen kemikaalijäämien poistoa. Pinnat, joilta ei löydy eläviä mikrobeja, ovat mikrobiologisesti puhtaita. On kuitenkin

kin huomattava, että mikrobiologisesti puhdas ei aina ole fysikaalisesti ja kemiallisesti puhdas. Neljäs puhtauden määritelmä on steriiliys, jolloin pinnalta ei löydy mikrobien lisäksi myöskään itiöitä eikä entsyymejä. (Wirtanen 2002, 107.)

Valio Oy:n Seinäjoen rasvatehtaalla käytetään toistuvasti pesuainetta käyttävää CIP-pesujärjestelmää. Kiertopesujen seosemäspesuissa käytetään vahvasti emäksistä pesuainetta, Farmoksen F 53 VOICIP:ä (liite 1). Pesuaine on kehitelty erityisesti voinalmustuslaitteiden kiertopesuun, mutta soveltuu myös voivaunujen ja pakkauskoneiden pesuun. Pesuineen avulla saadaan emulgoitua voirasvoja tehokkaasti ja jättämään säiliöiden, putkistojen ja laitteiden pinnoille voinalmistukselle tärkeän suojakalvon. Tällä pystytään myös suojaamaan myös pintoja korroosiolta.

Seosemäspesuun käytettävä pesuaine uusitaan vain silloin, kun se likaantuu tai huomataan jokin muu syy uusimiselle. Pesuaine vaihdetaan noin neljä kertaa vuodessa, koska järjestelmä tekee koko ajan lisää uutta pesuainetta ollessaan käytössä.

5.1 CIP-pesujärjestelmä eli Cleaning In Place

Kiertopesulla tarkoitetaan suljettujen tuotantolaitteiden pesua niitä avaamatta. Tästä englanninkielinen nimi CIP, Cleaning In Place. Pesut suoritetaan niin, että kaikissa osissa, joissa tuote kulkee, kierrätetään vesi ja pesuliuokset. CIP on useimmiten automatisoitu prosessi, jota ohjataan joko pesukeskuksesta, pestävän laitteen ohjauspaneelistä tai erillisestä tietokoneesta. Tällöin, kun valmis ohjelma ohjaa venttiileitä ja pumppuja, saadaan hyvä toistettavuus pesuihin. (Kaapola 2010, 6–8.)

Prosessit, joissa hygieniavaatimukset ovat korkeat, CIP-pesujärjestelmä on muodostunut tärkeäksi osaksi prosesseja. Meijerit ja panimot ovat käyttäneet kiertopesua jo vuosia. Laitte- ja asennuskustannusten takia sen soveltaminen monissa tehtaissa on ollut vähäistä. Lisäksi se ei sovellu kaikkien prosessilaitteiden pesuun kovin hyvin. (Kaapola 2010, 6–8.)

Näiden seikkojen takia CIP-järjestelmä on aina prosessikohtainen. Se suunnitellaan aina kullekin tehtaalle ja prosessille erikseen. Yleispätevää CIP-pesujärjestelmää, joka soveltuisi samanlaisena kaikkiin kohteisiin, ei ole olemassa. Kiertopesu soveltuu parhaiten putkistojen, lämmönvaihtimien, säiliöiden, homogenisaattoreiden ja sentrifuugien puhdistukseen. (Kaapola 2010, 6–8.)

CIP-pesujärjestelmän periaatteena on yhdistää pesuaineiden kemiallisen aktiivisuuden ja lian poistamiseen tarvittavan virtauksen mekaanisen vaikutuksen edut. Pesuaine annostellaan veteen ja johdetaan likaantuneelle pinnalle. Oikea vaikutusaika, lämpötila, pesuliuoksen kemiallinen energia ja virtauksen muodostama mekaaninen energia yhdessä muodostavat puhdistusvaikutuksen. Jotta puhdistus olisi mahdollisimman tehokas, suhteellisen suuri määrä pesuliuosta on johdettava puhdistettaville pinnoille ja vaikutusajan on oltava viidestä minuutista tuntiin. Tästä syystä pesuliuoksen ja veden kierrätys on tärkeää, jotta saadaan riittävä vaikutusaika ja samalla säästyy pesuaineita, vettä ja energiaa. (Kaapola 2010, 6–8.)

Oikein suunnitellut CIP-pesujärjestelmät pystyvät puhdistamaan tietynlaiset elintarviketeollisuuden laitteet yhtä hyvin kuin että ne purettaisiin ja pestäisiin käsin. Tämän myötä useissa elintarvikkeiden tuotantolaitoksissa CIP onkin korvannut kokonaan tai osittain laitteiden käsin pesemisen. Huolellisesti suunnitellun CIP-kiertopesujärjestelmän pääpiirre onkin, että tuotantoprosessien laitteistoja ei tarvitse purkaa puhdistusta varten. (Kaapola 2010, 6–8.)

5.2 Pesuprosessi

Kiertopesut hoidetaan pesukeskuksista, jossa pesuliuos- ja huuhtovesisäiliöt säätölaitteineen ovat. Kaksivaiheisessa CIP-pesujärjestelmässä pesuliuoksena käytetään sekä emäksisiä natrium- ja/tai kaliumhydroksidipohjaisia aineita että happamia typpihappopohjaisia liuoksia. Pesuliuosten uusiutuminen tapahtuu osittain kunkin pesutapahtuman yhteydessä, jolloin ensimmäisenä palaava likaisin liuos ohjataan viemäriin ja pesuliuossäiliössä tapahtuu automaattisesti jäljelle jäävän liuoksen väkevöinti säädetylle tasolle. (Wirtanen 2002, 107–110.)

CIP-pesuissa tehokas pesuvaikutus edellyttää, että virtaus on turbulenttista eli virtausnopeuden on ylitettävä 1,5 m/s. Käytännössä virtausnopeuden tulee olla nopeampi, sillä putkistoissa on lukuisa määrä erilaisia virtausesteitä, jotka aiheuttavat painehäviötä ja hidastavat virtausta. Säiliöiden kiertopesuissa pesunesteen levittäytymisellä on tärkeä merkitys, sillä myös mahdollisten sekoittimien ja jäähdytysankkurien pinnoille on saatava riittävä mekaaninen vaikutus. (Wirtanen 2002, 107–110.)

Pesuprosessi noudattaa yleisesti ottaen teollisuuden alasta riippumatta tiettyä kaavaa sisältäen sarjan irrallisia tasoja tai syklejä. (Tamime 2008, 2–5.)

Pesuliuksen puhtaus on tarkistettava tietyin väliajoin, sillä pesunesteseen kertynyt orgaaninen ja epäorgaaninen aines heikentävät liuksen pesukykyä. Meijeriteollisuudessa pesukeskusten pesuliusten puhtautta seurataan lähinnä silmäämällä. (Wirtanen 2002, 109–110.)

5.2.1 Tuotejäämien poisto

Tuotejäämien poistolla CIP-pesun yhteydessä tarkoitetaan yleensä tuotteen laskeamista pois putkistoista. Tuotteen poisto tapahtuu joko pelkästään painovoiman avulla tai korvaamalla tuote vedellä, paineilmalla tai putkiston läpi ajettavalla kiinteällä kappaleella. Tuotteen poisto on yleisesti liitetty esihuuhtelun yhteyteen niin, että tuote suunnataan keräystankkiin tai suoraan viemäriin venttiilien avulla. Tämä suoritetaan joko automatisoidulla venttiilillä ja ajastimella tai monimutkaisemmilla menetelmillä, kuten paluulinjan sameussensoreilla, jotka huomaavat kun tuote on poistunut putkistosta ja tilalla on huuhteluvettä. Tähän on suotavaa liittää ajastin, jos järjestelmä epäonnistuu kääntämään venttiilit pois keräystankista. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.2 Esihuuhtelu

Esihuuhtelusykli käyttää usein talteen otettua ”vettä” välihuuhteluista. Tämä vähentää vedenkulutusta ja hyödyntää huuhteluveden pesuainejäämät sekä mahdol-

lisen lämpöenergian. Lämmitettyjä esihuuhteluita käytetään myös järjestelmissä, joissa lämpö tehostaa huomattavasti tuotejäämien poistoa. Tankkien, sillojen ja säiliöiden esihuuhtelussa käytetään huuhteluveden kovaa ryöppyä tai pulssimaista suihkuttamista, joka irrottaa tehokkaasti tuotejämiä ja voi vähentää vedenkulutusta huomattavasti. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.3 Ensimmäisen pesuaineen kierrätys

Ensimmäisen pesuaineen kierrossa pääasiallinen järjestelmän puhdistus tapahtuu kun putkistossa oleva lika liukenee tai irtoaa pesuaineeseen. Pesuaineen tärkeä ominaisuus on, että liuennut lika ei enää saostu pinnoille, vaan pysyy liuenneena pesuaineessa kierron ajan. Pesuainekierron kesto täytyy arvioida kokemuksen ja kokeilujen avulla. Kierto kestää yleensä 15 minuuttia kun kyseessä on pieni järjestelmä ja isojen monimutkaisten järjestelmien pesukierto voi kestää jopa tunnin. Pesuaikaa pystytään lyhentämään kompensoimalla lyhempää kontaktiaikaa korkealla lämmöllä, väkevämmällä pesuaineella tai käyttämällä mahdollisesti kalliimpia ja tehokkaampia pesuaineita. Pesukierron ajastus aloitetaan kun säädetty lämpötila saavutetaan. Tämä voi kuitenkin johtaa kohtuuttomaan kierron kestoon jos lämmitysjärjestelmä on tehoton. (Tamime 2008, 96–103.)

Pesuaineiden vaahtoaminen voi olla ongelmallista ja se yhdistetään usein tuotteiden kontaminaatioon. Se voi johtua ilmaa vuotavasta venttiilistä tai vastaavasta putkiston osasta, jota kautta ilmaa pääsee pesukiertoon. Pehmennetty vesi voi myös edesauttaa vaahtoamista. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.4 Välihuuhtelu

Välihuuhtelun tarkoituksena on poistaa kaikki pesuainejäämät ja huokoiset likajäämät putkistosta. Osittaisessa pesuaineiden uudelleen käytössä mahdollisimman paljon pesuainetta kerätään huuhtelun yhteydessä talteen, kuten myös lämpöenergiaa. Välihuuhtelussa käytetään yleensä kylmää vesijohtovettä. Kuitenkin, jos toinen pesu on kuumapesu, voi olla hyödyllistä käyttää huuhteluun lämmintä, mahdollisesti talteen otetulla lämmöllä lämmitettyä, vettä. Itse huuhteluvesi voi-

daan ottaa myös talteen ja käyttää uudelleen toisessa huuhtelussa. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.5 Toisen pesuaineen kierrätys

Toisen pesuaineen kierrätys tehdään usein happamilla pesuaineilla emäksisen ensimmäisen pesun jälkeen. Toista pesua käytetään järjestelmissä, joissa on kulkenut prosessoituja tuotteita, kuten lämmönvaihtimissa ja juustosammioissa. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.6 Toinen välihuuhtelu

Toisessa välihuuhtelussa käytetään lähes aina kylmää vesijohtovettä. Veden puhtaus on tässä vaiheessa tärkeää, ellei desinfiointia enää tapahdu. Joissakin järjestelmissä, joissa ei käytetä desinfiointia, huuhteluvesi saatetaan käsitellä klooridioksidilla. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.7 Desinfiointi

Desinfiointi suoritetaan yleensä kylmällä hapettavalla biosidillä, kuten natriumhypokloriitilla tai peretikkahapolla. Kuumaa vettä voidaan myös käyttää, jos kemiallisia desinfiointiaineita halutaan välttää. Kuumen veden käyttö on myös tehokasta, mutta vaatii tehokkaan lämmitysjärjestelmän, joka voi olla kallis. (Tamime 2008, 96–103.)

5.2.8 Loppuhuuhdtelu

Loppuhuuhdteluun käytetään kylmää vesijohtovettä ja sen puhtaus on tärkeää, koska likainen huuhteluvesi voi johtaa jälkikontaminaatioon ja tuotteiden pilaantumiseen. (Tamime 2008, 96–103.)

5.3 Rasvatehtaassa käytetyt pesuliuokset

Pesuliuokset ovat sopivan vahvuisina pesukeskuksen säiliöissä. Suurilla säiliöillä mahdollistetaan pesu usealla pesulinjalla yhtä aikaa, sillä suurista säiliöistä liuokset eivät lopu niin nopeasti kuin pienemmistä.

Emäspesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,5–2,0-prosenttinen lipeä (natriumhydroksidi, NaOH). Emäspesu irrottaa rasvan ja valkuaisen pesukohteen pinnoilta. Happopesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,5–2,0-prosenttinen happo (typpi-happo 60 %). Happopesu kiillottaa pesukohteen pinnat ja näin vaikeuttaa orgaanisen aineen tarttumista pintoihin. Seosemäspesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,8–2,0-prosenttinen F 53 VOICIP -pesuaine, jonka pH on 12. Pesuaine toimii parhaiten matalalla johtokyvyllä eli 1,1 mS/cm. Pesuaine titrataan kerran viikossa ja varmistetaan pesuaineen johtokyky. Seosemäksellä emulgoidaan voirasvoja ja jätetään pesukohteen pinnoille tärkeä suojakalvo. Seosemä myös suojaa pintoja korroosiolta.

Emäs-, happo- ja seosemä-seos tehdään kunkin säiliön lämmityskierrossa olevan johtokykymittarin ja pesuliuoksen säiliön pinnan mittauksen mukaan. Säiliöiden lämmityskierrossa on johtokykymittaus, joka mittaa ja väkevöi liuosta pesun aikana. Ohjelma väkevöi liuosta tarpeen vaatiessa, mutta ei tee sitä lisää. Automaatio-ohjelma tekee liuosta lisää, kun kaikki pesut on saatu päätökseen. Tällöin pesuliuoksia ei saa enää olla nousemassa eikä palaamassa pesusäiliöihin. Liuosta tehdään lisää, mikäli johtokyky tai säiliön pinnan korkeus on liian matala.

Huuhteisiin kuuluvat alkuhuuhde, välihuuhde ja loppuhuuhde. Alkuhuuhde on keräilyvettä, joka on kerätty loppuhuuhdeista. Alkuhuuhteen tarkoituksena on pesukohteen huuhtelu ja näin vähentää varsinaisten pesuaineiden likaantumista. Välihuuhde on myös keräilyvettä, joka on maidosta haihtureilla haihdutettua vettä. Sen tarkoituksena on estää varsinaisten pesuaineiden sekoittuminen. Huuhtelun tarkoituksena on poistaa pesuainejäämät pesukohteesta.

Viimeisenä huuhteena voi olla happosteriili, kuumasteriili tai loppuhuuhde. Loppuhuuhdeena käytetään puhdasta talousvettä, joka otetaan kaupungin vesijohtoverkosta. Kierron jälkeen se palautetaan alkuhuuhdeeksi. Happosteriili on puhtaan

talousveden ja typpihapon seos, jonka pH on 1,9–2,3. Tällä pH-alueella bakteerit eivät pysty kasvamaan. Kuumasteriili on kuumaa talousvettä, jonka lämpötila on 90–95 asteen välillä.

Huuhde valitaan kunkin tuotantoprosessin tarpeiden ja omien tarkoitusten perusteella. Esimerkiksi joissakin pesuissa on loppuhuuhteen jälkeen vielä happosteriili. Happosteriili voidaan myös jättää linjaan, mikäli laitteisto ei ole käytössä muutamaa päivää. Näin ollen saadaan bakteerien kasvu pysymään poissa.

5.4 Pesujen seuranta

Kiertopesujen käyttöseuranta tapahtuu pääasiassa valvomossa näyttöpäätteiltä seuraten. Kullekin pesukohteelle on suunniteltu oma pesuohjelma. Pesuohjelmat ovat automatisoituja, mutta pesun kulkua tulee tarkkailla mahdollisten häiriöiden varalta.

Prosessiautomaatio seuraa pesun kulkua mittaamalla eri suureita, kuten painetta, virtausta, lämpötilaa, sähkönjohtokykyä ja aikaa. Prosessiautomaatio keskeyttää pesun, jos virtaus on liian pieni tai liian suuri. Sähkönjohtokyky mittareita on pesulinjoissa ohjaamassa pesuliukuksia keruusäiliöön tai viemäriin.

Emäs- ja happopesuliuosten lämpötilaa, väkevyyttä ja virtausta seurataan jatkuvasti prosessiautomaation avulla. Automaation avulla estetään pesuohjelmien käynnistyminen, jos liuosten lämpötilat tai väkevyydet ovat liian alhaiset. Pesuliuosten puhtautta tarkkaillaan aistinvaraisesti. Mikäli liuokset ovat väriltään tai hajultaan poikkeavia, pesuliuossäiliöihin vaihdetaan uudet liuokset.

5.5 Voinvalmistuslaitteiston pesuresepti

Voinvalmistuslaitteisto pestään normaali- eli seosemäspesun pesuohjelmalla joka toinen päivä. Laitteisto pestään myös silloin, mikäli tuote vaihtuu suolaiselta happamalle. Kyseisessä yrityksessä käytetään tykeillä 1–3 taulukon 1 esittämää normaali- eli seosemäspesun pesureseptiä.

Taulukko 1. Yleinen normaali- eli seosemäspesun pesuohjelma.

pesuvaihe	pesupaluu	vaikutusaika/s	paluulämpö/°C	pesuliuos
alkuhuuhte	neutralointi	500		keräilyvesi
seosemä	seosemä säiliö	500	70	F 53 VOICIP
seosemä	seosemä säiliö	700	70	F 53 VOICIP
seosemä	seosemä säiliö	800	70	F 53 VOICIP
loppuhuuhte1	neutralointi	100		puhdas talousvesi
loppuhuuhte2	alkuhuuhte säiliö	600		puhdas talousvesi

Vaihe1. Koko linja huuhdellaan läpi alkuhuuhteen avulla. Alkuhuuhde on keräilyvettä loppuhuuhteesta. Alkuhuuhde kiertää putkistossa 500 sekuntia ja ohjataan kierron jälkeen neutralointiin.

Vaihe 2. Seosemäsvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,8–2,0-prosenttinen F 53 VOICIP -pesuaineliuos. Pesuliuos kiertää ensimmäisessä kierrossa 500 sekuntia. Tämän jälkeen puhdas pesuliuos ohjataan johtokyvyn avulla takaisin säiliöön ja likainen liuos viemäriin.

Vaihe 3. Otetaan uusi seosemäsluos ja kierrätetään liuosta 700 sekuntia, minkä jälkeen liuos ohjataan jälleen takaisin säiliöön ja loppu viemäriin.

Vaihe 4. Sama seosemäsluos otetaan tässäkin vaiheessa, mutta kierrätetään sitä pesukohteessa 800 sekuntia. Tämän jälkeen puhdas pesuliuos ohjataan takaisin säiliöön ja likainen liuos viemäriin.

Vaihe 5. Loppuhuuhte on puhdasta keräilyvettä. Sitä kierrätetään pesukohteessa ensin 100 sekuntia, minkä jälkeen se ohjataan neutralointiin.

Vaihe 6. Viimeisenä otetaan puhdasta talousvettä ja kierrätetään sitä pesukohteessa 600 sekuntia. Tämän jälkeen loppuhuuhte ohjataan alkuhuuhtesäiliöön alkuhuuhteeksi.

Kiertopesuissa pesuaineen huolellinen huuhtelu on tärkeää, ja käyttämällä alhaisia pesuainepitoisuuksia pyritään minimoimaan pesuainejäämien joutuminen itse tuotteeseen.

Tällä reseptillä haetaan lämpötilan vaikutusta pesun tehokkuuteen ja bakteerien poistoon. Seosemäs vaiheita ei haluta yhdistää, koska kolmella seosemäs vaiheella saadaan parempi mekaanisen pesun vaikutus.

Seos otetaan ensin pesukohteeseen ja kierrätetään sitä linjaston läpi. Tämän jälkeen vanha pesuliuos ohjataan takaisin seosemäs säiliöön ja otetaan uusi liuos kiertoon. Näin saadaan lika ja bakteerit irtoamaan pinnoilta tehokkaammin.

5.5.1 4-tykin pesuohjelma

Voinvalmistuslaitteisto pestään yleensä normaalipesuohjelmalla vähintään joka toinen päivä. Kerran kuukaudessa valmistuslaitteisto tulee pestä hapolla, jolloin pesuohjelma vaihtuu. Tällöin käytetään niin sanottua pitkäpesun pesuohjelmaa.

Aluksi laitteiston putkistot puhalletaan paineilman avulla tyhjäksi tuotteesta. Tämän jälkeen käynnistetään sulatusohjelma, jolla saadaan putkistot tyhjiksi mahdollisista tuotejäämistä. Sulatuksessa käytetään kuumaa höyryä puhdistamaan ja irrottamaan viimeisetkin tuotejäämät.

Tuotejäämät ohjataan talteenottosäiliöön. Tästä säiliöstä tuotejäämät separoidaan ja ohjataan pastöörin läpi toiseen säiliöön. Tämän säiliön kautta jäämät ohjataan kerman joukkoon, joka pastöroidaan vielä ennen käyttöä. Sulatuksen jälkeen käynnistetään varsinainen pesuohjelma (taulukko 2).

Taulukko 2. Normaali- eli seosemäspesun pesuohjelma.

pesuvaihe	pesupaluu	vaikutusaika/s	paluulämpö/°C	pesuliuos
alkuhuuhte	neutralointi	1000		keräilyvesi
seosemä	seosemä säiliö	1000	70	F 53 VOICIP
välihuuhde	neutralointi	500		keräilyvesi
seosemä	seosemä säiliö	1000	70	F 53 VOICIP
loppuhuuhte1	neutralointi	100		puhdas talousvesi
loppuhuuhte2	alkuhuuhte säiliö	800		puhdas talousvesi

Vaihe 1. Aluksi pesukohteessa kiertää 1000 sekuntia alkuhuuhde. Kierron jälkeen alkuhuuhde ohjataan neutralointiin.

Vaihe 2. Seosemäsvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,8–2,0-prosenttinen F 53 VOICIP -pesuaineliuos. Liuosta kierrätetään pesukohteessa 1000 sekuntia, minkä jälkeen se palautetaan takaisin seosemässäiliöön johtokyvyn avulla. Seosemäsluoksen likainen osa ohjautuu suoraan viemäriin.

Vaihe 3. Välihuuhde vaiheessa pesukohteessa kiertää keräilyvesi, joka on maidosta haihtureilla haihdutettua vettä. Välihuuhdetta kierrätetään 500 sekuntia, minkä jälkeen se ohjataan neutralointiin.

Vaihe 4. Toisessa seosemäsvaiheessa pesuliuos pysyy samana ja kiertää myös 1000 sekuntia. Kuten edellisessäkin seosemäsvaiheessa pesuliuos ohjataan johtokyymittarin avulla takaisin säiliöön, mikäli se on puhdasta. Pesuliuoksen liikaantunut osa ohjautuu suoraan viemäriin.

Vaihe 5. Ensimmäisessä loppuhuuhevaiheessa puhdas talousvesi kiertää pesukohteessa 100 sekuntia. Pesukohteessa kiertänyt loppuhuuhte ohjataan kierron jälkeen neutralointiin.

Vaihe 6. Viimeisessä pesuvaiheessa puhdas loppuhuuhte kiertää laitteistossa ja linjoissa 800 sekuntia. Tämän jälkeen huuhde ohjataan alkuhuuhdesäiliöön.

Kun voinvalmistuslaitteisto pestään kerran kuukaudessa hapolla, käytetään pitkäpesun pesuohjelmaa (taulukko 3). Pesuohjelman vaiheet ja pituus muuttuvat, koska ohjelma sisältää myös emäs- ja happopesuvaiheet.

Taulukko 3. Pitkä pesuohjelma.

pesuvaihe	pesupaluu	vaikutusaika/s	paluulämpö/°C	pesuliuos
alkuhuuhde	neutralointi	800		keräilyvesi
emäs	emäs säiliö	1000	70	natriumhydroksidi
välihuuhde	neutralointi	600		keräilyvesi
happo	happo säiliö	800	60	typpihappo
välihuuhde	neutralointi	500		keräilyvesi
seosemäs	seosemäs säiliö	500	70	F 53 VOICIP
loppuhuuhde 1	neutralointi	100		puhdas talousvesi
loppuhuuhde 2	alkuhuuhde säiliö	600		puhdas talousvesi

Vaihe 1. Alkuhuuhteena käytetään loppuhuuhdeesta saatua keräilyvettä. Alkuhuuhde kiertää pesukohteessa 800 sekuntia. Kierron jälkeen huuhde ohjataan neutralointiin.

Vaihe 2. Emäspesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,5–2,0-prosenttinen lipeä eli natriumhydroksidi, NaOH. Liuosta kierrätetään pesukohteessa 1000 sekuntia. Kierron jälkeen puhdas liuos palautetaan takaisin säiliöön ja likainen ohjataan suoraan viemäriin.

Vaihe 3. Välihuuhde kiertää pesukohteessa 600 sekuntia. Välihuuhde ohjataan kierron jälkeen neutralointiin.

Vaihe 4. Happopesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,5–2,0-prosenttinen happo eli typpihappo. Typpihappoliuos kiertää pesukohteessa 800 sekuntia. Puhdas liuos ohjataan takaisin happosäiliöön ja likainen osa suoraan viemäriin.

Vaihe 5. Välihuuhteluvaiheessa keräilyvesi huuhtelee putkiston läpi mahdollisista pesuaine- ja tuotejäämistä. Toisessa välihuuhteluvaiheessa keräilyvesi kiertää 500 sekuntia, minkä jälkeen se ohjataan neutralointiin.

Vaihe 6. Seosemäs vaiheessa pesukohteessa kiertää 0,8–2,0-prosenttinen F 53 VOICIP -pesuaineliuos. Seosemästä kierrätetään pesukohteessa 500 sekuntia, jonka jälkeen puhdas liuos palautetaan takaisin seosemäs säiliöön johtokyvyn avulla. Seosemäsluoksen likainen osa ohjautuu suoraan viemäriin.

Vaihe 7. Loppuhuuhdetun puhdas talousvesi kiertää pesukohteessa 100 sekuntia. Tämän jälkeen se ohjataan neutralointiin.

Vaihe 8. Viimeisenä pesukohteessa kierrätetään 600 sekuntia puhdasta vettä. Kierron jälkeen loppuhuuhde ohjataan alkuhuuhdesäiliöön. Loppuhuuhdetuun puhdasta vettä on tärkeää, koska likainen huuhteluvesi voi johtaa jälkikontaminaatioon ja tuotteiden pilaantumiseen.

5.5.2 Kypsytetyn kerman siirtolinjan pesu

Kerman siirtolinja pestään aina käytön jälkeen. Pesu tapahtuu aina samalla pesu-reseptillä. Pesu tapahtuu seuraavien vaiheiden kautta (taulukko 4).

Taulukko 4. Kerman siirtolinjan normaalipesun vaiheet.

pesuvaihe	pesupaluu	vaikutusaika/s	paluulämpö/°C	pesuliuos
alkuhuuhde	neutralointi	999		keräilyvesi
emäs	emäs säiliö	1200	70	natriumhydroksidi
välihuuhde	neutralointi	300		keräilyvesi
happo	happo säiliö	800	60	typpihappo
loppuhuuhde 1	neutralointi	100		puhdas talousvesi
loppuhuuhde 2	alkuhuuhde säiliö	300		puhdas talousvesi

Vaihe 1. Koko linja huuhdellaan läpi alkuhuuhteen avulla. Alkuhuuhde on keräilyvettä loppuhuuhdeesta. Alkuhuuhde kiertää putkistossa 300 sekuntia ja likainen osa ohjataan neutralointiin.

Vaihe 2. Emäspesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,5–2,0-prosenttinen lipeä eli natriumhydroksidi, NaOH. Liuos kiertää pesukohteessa 1200 sekuntia, jonka jälkeen liuos ohjataan johtokyvyn avulla joko takaisin säiliöön tai suoraan neutralointiin ja viemäriin. Lämpötilan tulee olla 70 asteinen.

Vaihe 3. Välihuuhteluvaiheessa keräilyvesi huuhtelee putkiston läpi mahdollisista pesuaine- ja tuotejäämistä. Välihuuhtelu kiertää linjastossa 300 sekuntia. Välihuuhdeliuos ohjataan suoraan neutralointiin.

Vaihe 4. Happopesuvaiheessa pesukohteessa kiertää 0,5–2,0-prosenttinen happo eli typpihappo. Happopesu kiertää putkistossa 800 sekuntia. Happopesuliuos ohjataan emäspesulioksen tapaan johtokyvyn avulla takaisin säiliöön ja loppu neutralointiin.

Vaihe 5. Loppuhuuhdeena käytetään puhdasta talousvettä, joka otetaan kaupungin vesijohtoverkosta. Sitä kierrätetään linjastossa 100 sekuntia. Tämän jälkeen loppuhuuhde ohjataan neutralointiin ja viemäriin.

Vaihe 6. Viimeisessä vaiheessa otetaan puhdasta talousvettä uudestaan loppuhuuhdeeksi ja kierrätetään linjastossa 300 sekuntia. Tämän jälkeen loppuhuuhde palautetaan alkuhuuhdeeksi alkuhuuhdesäiliöön.

5.5.3 Valmistuslaitteiston maitohappohuuhtelu

Voinvalmistuslaitteisto huuhdellaan maitohapolla, mikäli laitteistoa ei sinä päivänä pestä. Tällöin käytetään apuna maitohappohuuhteluun tarkoitettua automaatio-ohjelmaa.

Ensin kierrätetään pelkkää vesijohtovettä muutaman kerran laitteiston läpi automaatio-ohjelman avulla. Kaikki säiliöt, kuten kirnumaito-, kerma- ja suolasäiliöt huuhdellaan hyvin. Viimeiseen huuhteluveteen lisätään laimennettua maitohappoa ja kierrätetään laitteiston läpi.

Maitohappohuuhtelulla saadaan pidettyä bakteerien elinolosuhteet heikkoina. Maitohappo aiheuttaa pinnoille happaman pinnan, jolloin bakteerit eivät pysty elämään ja kuolevat.

6 LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS

Oli huomattu, että Oivariinin lopputuotteista saaduissa enterobakteerinäytteissä oli eniten speksien ylittämiä tuloksia verrattuna muihin lopputuotteisiin. Tällöin lähdettiin tutkimaan syytä sille, mistä tämä mahdollisesti johtuu.

Aluksi tarkasteltiin kuitenkin kaikkia voinalmustuslinjoja, joita uudessa tehtaassa on neljä. Tykeillä 1,2 ja 3 valmistetaan imelää, hapanta ja suolaista voita. Oivariinin valmistukseen valmistetaan aina suolattua voita. Tykillä 4 valmistetaan myös hapanta voita, mutta tuote ohjataan silloin suoraan pakkauskoneelle. Tällöin ei valmisteta Oivariinia lainkaan. Ainoastaan tykillä 4 valmistetaan voita Oivariinin valmistukseen.

Huomattiin, että Oivariinin valmistukseen käytetyn voinalmustuslinjan näytteistä saadut tulokset osoittautuivat ehdottomasti suurimmaksi ongelmaksi. Lähdettiin tutkimaan syytä sille, miksi juuri tämän linjan enterobakteeritulokset ovat olleet niin korkeita.

Selvitettiin aluksi, millainen tämä linjasto on ja mistä otetaan puhtaus- ja enterobakteerinäytteitä. Mietittiin, miten linjastoa pestään ja miten pesuja tutkitaan, että saadaan varmuus laitteistojen ja pintojen puhdistumisesta moitteettomasti eikä bakteereja jää pinnoille. Tutkittiin olemassa olevia puhtaus- ja enterobakteerinäytteistä saatuja tuloksia.

6.1 Pintojen puhtaus luminometrillä

Viljelymenetelmiin perustuvilla mittauksilla tutkitaan mikrobiologista puhtautta. Luminometrisellä pintahygieniatestillä taasen voidaan määrittää kokonaispuhtaustaso, sillä se huomioi kaiken lian, kuten esimerkiksi tuotejäämät. Tämä on hyvä asia, sillä pinnalla oleva tuotejäämä parantaa mikrobien elinolosuhteita. Prosessipintojen lisäksi näytteitä voidaan ottaa esimerkiksi käsistä, jolloin saadaan selvitettyä käsihygienia. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)

Luminometri (kuvio 3) on laite, jolla mitataan valoa. Mittaustulos saadaan noin 10 sekunnissa. Pikamenetelmän etu on se, että tulos saadaan heti, jolloin siihen voidaan välittömästi puuttua. Käynnistyessään laite kalibroitu itsestään ja tarkistaa valosensorien toiminnan sekä ilmoittaa mahdollisesta huoltotarpeesta. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)



Kuvio 3. Luminometri. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)

Luminometri mittaa soluissa olevaa ATP-pitoisuutta, joka ilmoitetaan RLU-arvona. Tämä RLU-arvo kertoo hygieniatason. Luminometrillä voidaan suorittaa erilaisia testejä. Pintahygieniatestillä on mahdollista ottaa näyte sekä kuivalta että märältä pinnalta. Luminometriset mittaukset ovat nopeita verrattuna viljelymenetelmiin. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)

Näytteenotto luminometrillä. Ensin valitaan tarvittava näytteenottosuunnitelma luminometrillä. Tämän jälkeen valitaan näytteenottokohde ja otetaan näyte näytteenottotikulla pinnalta, jota tutkitaan. Painetaan näytetikku näyteputkeen (kuvio 4), jonka jälkeen ravistetaan putkea. Ravistuksen jälkeen asetetaan näyteputki luminometriin ja mitataan tulos.



Kuvio 4. Luminometrillä näytteenotto putki. (Labema Oy:n kotisivut 2009.)

Laite kertoo tuloksen, joka tulee olla speksien sisällä. Raja-arvona tehtaassa pidetään 150:tä. Mikäli tulos on alle tämän, tiedetään pinnan olevan puhdas. Laite tulee pestä uudelleen, mikäli tulos ylittää raja-arvon. Tällöin kohteesta otetaan myös tarkempi kokonaisbakteerinäyte, joka tutkitaan laboratoriossa.

Luminometrillä tutkitaan valmistuslaitteiden pintojen puhtaus kerran viikossa. Näytteet otetaan ennen valmistuksen aloittamista. Näytteenotto kohteet tutkitaan silloin, kun laite on edellisenä iltana pesty. Näytteenotto kohteina pidetään kerma- ja kirnumaitosuppilaa, voitykin kirnuosastoa, vaivaria 1 ja vaivaria 2 sekä voivaunua ja pakkauskonetta.

6.2 Pesujen onnistumisen tutkiminen yleisindikaattorilla

Puhtauden yleisindikaattoreita löytyy monia. Kyseinen yritys tutkii puhtautta enterobakteereiden avulla. Enterobakteerinäytteet otetaan raakakermasiilosta, kerma- ja kirnumaitosuppilosta sekä lopputuotteesta.

Enterobacteriaceae-heimoon kuuluu suuri joukko erilaisia bakteerisukuja, jolloin niiden tutkiminen on erittäin tärkeää. Enterobakteereita tutkittaessa koko ryhmää käytetään indikaattorina eli puhtauden osoittajana.

Mikäli jotakin enterobakteeri sukua esiintyy, olosuhteet saattavat sallia myös tautia aiheuttavien esiintymisen. Tällöin bakteerin ollessa tuotteessa se saattaa aiheuttaa kuluttajalle infektion. (Enterobakteerit 2010, 1–2.)

Raakakermasiilosta otetaan enterobakteeri-näyte jokaisesta täydestä tai kypsytykseen valmiista siilosta. Kermasuppilosta otetaan näyte kerran viikossa. Tämä näyte kertoo kerman siirtolinjan puhtauden ja linjaston puhtauden kermasuppiloon saakka. Näyte otetaan silloin, kun laite on edellisenä iltana pesty.

Kirnumaidosta otetaan näyte joka aamu, kun valmistetaan voita. Kirnumaidosta otetaan myös loppunäyte silloin, kun viimeisestä pesusta on kulunut yli 50 tuntia. Yleensä näyte otetaan sinä iltana, kun laite aiotaan pestä eikä sitä ole edellisenä iltana pesty. Toisin sanoen tämä tapahtuu siis joka toinen ilta.

Lopputuotteesta otetaan näyte aina, kun on saatu pakattua 15 000 kg tuotetta. Näistä näytteistä saadaan selville valmiin tuotteen sisältämät enterobakteerimäärät. Tämä näyte kuvastaa lopputuotteen puhtautta.

6.3 Tulosten vertaaminen

Luminometrillä saadut pinnan puhtaustulokset ovat olleet aina speksien sisällä. Näytteenottokohteiden RLU-arvot ovat olleet välillä 20–30 eli raja-arvojen sisällä. Tästä syystä paneuduttiin puhtauden yleisindikaattorilla eli enterobakteerinäytteillä saatuihin tuloksiin.

Verrattiin kirnumaidosta (taulukko 5) ja kypsytetystä kermasta (taulukko 6) saatuja enterobakteerituloksia keskenään. Tutkittiin näytteiden tuloksia vuoden 2010 toukokuusta saman vuoden elokuuhun ulottuvalla jaksolla.

Vertauskohdaksi tykin 4 kirnumaito- ja kypsytetyn kerman tuloksille otettiin saman valmistajan voitykiltä 2 saadut tulokset. Tykki 2 on hiukan suurempitehoinen, mutta saman valmistajan valmistama. Vertailtiin myös tykiltä 3 saatuja tuloksia. Tykki 3 on tehtaan suuritehoisin ja eri valmistajan valmistama tykki.

Kirnumaidosta otetaan viikossa enemmän näytteitä kuin kypsytetystä kermasta. Tästä syystä laskettiin näytteiden suhteellinen osuus kaikista otetuista näytteistä ja saatiin prosenttiosuudet, jolloin vertaaminen oli helpompaa.

Taulukko 5. Kirnumaidosta saadut tulokset.

tykki	kaikki tulokset	0- tulokset	ylitykset
2	135 kpl	130 kpl (96 %)	5 kpl (4 %)
3	145 kpl	143 kpl (99 %)	3 kpl (2 %)
4	139 kpl	92 kpl (66 %)	47 kpl (34 %)

Vertailuja tarkasteltaessa huomattiin, että tykin 4 kirnumaidosta otetuissa enterobakteerinäytteissä oli selvästi eniten speksien ylityksiä. Ylityksien suhteellinen osuus oli merkittävä verrattuna muilta voitykeiltä saatuihin tuloksiin. Voidaan todeta, että noin joka kolmas näyte ylitti annetun raja-arvon tykkien 2 ja 3 ylityksien suhteellisen osuuden ollessa alle 5 prosentin.

Taulukko 6. Kypsytetystä kermasta saadut tulokset.

tykki	kaikki tulokset	0- tulokset	ylitykset
2	17 kpl	16 kpl (94 %)	1 kpl (6 %)
3	16 kpl	16 kpl (100 %)	0 kpl (0 %)
4	17 kpl	14 kpl (82 %)	3 kpl (18 %)

Kypsytetystä kermasta saaduissa tuloksissa huomattiin myös, että tykin 4 tuloksissa on ollut eniten ylityksiä. Näiden ylityksien suhteellinen osuus oli kuitenkin huomattavasti pienempi. Kuitenkin, jos verrataan tykin 4 tuloksia kahden muun tykin tuloksiin, ero on melko suuri.

Tuloksista voidaan päätellä, että ongelman ydin löytyy tykin 4 sisältä. Mikäli kriittinen kohta olisi esimerkiksi raakakerman siirtolinjassa, mistä kerma ohjataan kullekin tykille, se vaikuttaisi myös muihin voitykkeihin ja lopputuotteisiin.

Ongelman ytimenä saattaa olla tykin 4 pesut ja niiden tehokkuus. Pesukohteeseen ei mahdollisesti saada tarpeeksi pesuliuoksia. Likaa ei saada irtoamaan pinnoilta tarpeeksi hyvin ja tehokkaasti. Syynä voidaan pitää myös niin sanottuja kuolleita kulkimia, eli paikkoja jonne pesut eivät pääse tai eivät ole riittäviä. Aloitettiin pesuohjelmien ja niiden kulun kriittinen tarkastelu ja seuraaminen.

7 KORJAAVAT TOIMENPITEET

Korjaavien toimenpiteiden määrittäminen aloitettiin tarkastelemalla pesuohjelmia ja niiden sopivuutta kullekin kohteelle. Uuteen tehtaaseen siirryttäessä myös pesukeskus siirtyi vanhalta tehtaalta uuden tehtaan puolelle. Uudessa pesukeskuksessa on suuremmat pesuainesäiliöt. Suurilla säiliöillä mahdollistetaan pesu usealla pesulinjalla yhtä aikaa. Suurista pesuainesäiliöistä liuokset eivät lopu niin nopeasti kuin vanhan tehtaan pienemmistä säiliöistä. Niin vanhassa kuin uudessakin pesukeskuksessa on 12 pesulinjaa. Vähitellen vanhan pesukeskuksen pesulinjat siirrettiin uuteen pesukeskukseen.

Jokaisella pesulinjalla on omat pesukohteensa. Kullekin pesuohjelmalle on omat asetuksensa, jotka on määritetty pesukohteen mukaan. Pesuohjelmat siirrettiin osittain suoraan vanhalta tehtaalta uudelle tehtaalle. Luotettiin siihen, että pesuohjelmat toimivat samalla tavalla uudessa tehtaassa kuin miten ne olivat toimineet vanhassakin. Tästä syystä pesuohjelmien parantamiseen ja tehokkuuteen kiinnitettiin huomiota. Tehtaassa käytetään CIP-pesujärjestelmää.

Elintarviketeollisuudessa pesuilla pyritään sekä mikrobiologisesti että kemiallisesti puhtaaseen lopputulokseen. Elintarvikkeen kanssa kosketuksissa olevien pintojen tulee kestää pesuliuoksia kaikissa käytetyissä olosuhteissa. Pintojen peseytyvyyteen ja puhtauteen kiinnitettiin myös erityistä tarkkuutta pesujen jälkeen. Pesujen seuraaminen ja valvominen olivat myös tärkeä näkökulma.

7.1 Pesuohjelman muokkaus ja parantaminen

Pesuohjelmien reseptejä tutkittiin ja hienosäädettiin tehokkaammiksi muuttamalla pesuaikoja ja pesuliuosten määriä. Pesuliuoksien nousuaikoja muutettiin, jotta saatiin oikea määrä liuosta pesukohteisiin.

Kerman siirtolinjan pesureseptistä huomattiin, että liuosten nousuaika oli liian pieni verrattuna liuoksen määrää (taulukko 7). Tämä tarkoittaa sitä, että liuosta ei saatu pesukeskuksen säiliöistä tarpeeksi pesukohteeseen, koska nousuaika tuli täyteen.

Lisäämällä liuoksen nousuaikaa 30 sekunnista 60 sekuntiin saatiin pesuliuoksen nousumäärä täyteen ja liuos pesukohteeseen (taulukko 8).

Taulukko 7. Liuosten nousuaika ja -määrä ennen pesuohjelman muokkausta.

pesujakso	asetus	mittaus
liuoksen nousuaika	30 s	32 s
liuoksen nousumäärä	170 l	90 l

Taulukko 8. Liuosten nousuaika ja -määrä pesuohjelman muokkauksen jälkeen.

pesujakso	asetus	mittaus
liuoksen nousuaika	60 s	52 s
liuoksen nousumäärä	170 l	172 l

Pesuliuosten nousu- ja laskujohtokykyjä hienosäädettiin siten, että saadaan mahdollisimman paljon puhdasta pesuainetta talteen ja ohjataan likaiset liuokset viemäriin. Huomioitiin myös, että pesuaineen tulee olla puhdasta säilyttääkseen pesutehokkuutensa.

Nousujohtokyky tarkoittaa sitä, milloin pesuliuos ohjataan takaisin säiliöön ja näin ollen uudelleen kierto. Lasku johtokyvyllä taas tarkoitetaan sitä, että milloin pesuliuos ohjataan viemäriin. Tällöin saadaan pesuliuos pysymään puhtaana ja tehokkaana.

7.2 Valmistuslaitteiston pesun tehokkuuden tehostaminen

Valmistuslaitteiston pesupallot vaihdettiin tehokkaammiksi, koska vanhat pesupallot olivat kiinteitä ja suihkusivat pesuliuoksia pelkästään alaspäin. Huomattiin, että vanhat pesupallot eivät muodosta tarpeeksi tehokasta suihkua, jolla lika saataisiin jokaiselta pinnalta irti. Niinpä voitykin sisälle asennettiin seitsemän uutta Sani Magnumin 360° pyörivää pesupalloa (kuvio 5). Tehokkaampien pesupallojen avulla saadaan pesusta myös mekaanisesti tehokkaampi.



Kuvio 5. Sani Magnumin pesupallo. (Sanitary, Low-Flow Cleaning 2004.)

Jokaiseen suppiloon, kuten kirnumaito- ja kermasuppiloon sekä suola- ja tiivisteainesuppiloon, asennettiin myös samanlaiset pesupallot. Suppiloiden yläpinnoille, joihin vanhojen pesupallojen aiheuttamat suihkut eivät päässeet, jäi pesujen yhteydessä yleensä tuotejäämiä ja biofilmin vaara oli suuri. Nyt uusien 360° pyörivien pesupallojen myötä saadaan paineiden synnyttämät pesuliuos suihkut yltämään kansiin ja yläpinnoille asti.

Uusien pesupallojen pyörimisaikaa tihennettiin siten, että pesuliuos suihkuu lyhyemmän ajan, mutta kovemmalla paineella. Näin ollen saadaan lika irtoamaan tehokkaammin irti pinnoilta. Ennen kiinteät pesupallot pesivät 3 minuutin jaksoissa koko ajan eivätkä valuttaneet välillä ollenkaan. Vanhat pesupallot olivat asennettu saman venttiilin taakse, jolloin venttiilin tuottama teho ei riittänyt viimeisille pesupalloille lähes lainkaan.

Uusien pesupallojen, jotka ovat pienempiä ja pyöriviä, myötä pyörimisaikaa tihennettiin niin, että minuutin jaksolla pallot antavat sysäyksiä 30 sekuntia ja valuttavat välillä, ennen seuraavaa sysäystä. Vaikka uudetkin pesupallot ovat saman venttiilin takana, lyhyiden ja pyörivien sysäyksien avulla teho saadaan riittämään jokaiselle pesupallolle asti.

Suola- ja tiivisteainesuppiloiden alla olevia pesuputkia tullaan vielä muuttamaan niin, ettei pesuliuksia virtaa lattialle. Näin saadaan pesuliuosten hukkaan menevää määrää pienemmäksi. Lattiapintoja saadaan näin ollen myös säästymään esimerkiksi korroosiolta ja kulumiselta.

7.3 Pesujen seuraaminen ja suunnitteleminen

Pesuja seurataan päätteiltä, joko valvomon tai laitteiston omalta päätteeltä, tiiviisti niiden ollessa käynnissä. Pesujen kulkua tarkkaillaan mahdollisten häiriöiden varalta, vaikka pesuohjelmat ovat automatisoituja. Mikäli niitä ei seurata, voivat pesut olla keskeytyksillä useaan eri otteeseen ja keskeytyksiin kuluvat ajat voivat vaihdella..

Valvojan tulee tiedostaa se, miten pesujen kuuluisi kulkea. Tällöin päästään hyviin pesutuloksiin ja saadaan enterobakteerit pysymään raja-arvojen sisällä. Henkilökuntaa tulee perehdyttää pesujen tarkkailuun ja seuraamiseen, jos niissä on epäselvyyksiä. Mikäli pesuja ei osata seurata oikein, ei tietoaakaan pystytä viemään eteenpäin tuleville osaajille.

Laitteiston pesijän tulee myös harkita, milloin laitteisto on hyvä pestä. Mikäli jokaisella pesulinjalla on pesuohjelma esimerkiksi seosemäsvaiheessa, on selvää, ettei pesuliuoksen määrä riitä jokaiselle kohteelle. Näin ollen keskeytyksiä tulee jatkuvasti. Tulee harkita pesujen porrastusta.

Pintojen peseytyvyyttä tulee seurata heti pesujen päätyttyä. Käydään avaamassa voinvalmistuslaitteiston suppiloiden kansia ja tutkimassa pintojen puhtaus aistinvaraisesti. Tällöin huomataan heti ongelma ja siihen pystytään heti reagoimaan. Pinnoille ei pääse näin ollen muodostumaan esimerkiksi biofilmiä.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ensiarvoisen tärkeää elintarvikealalla on kiinnittää huomio elintarvikkeiden laatuun, turvallisuuteen ja terveellisyteen. Näihin asioihin päästään huolehtimalla esimerkiksi omasta ja tuotantotilojen hygieniasta, laitteistojen pesemisestä ja valmiiden tuotteiden oikeasta säilytyksestä. Koko elintarvikeketjua valvotaan pelloilta pöytään -periaatteella. Tällöin varmistetaan se, että kuluttaja saa turvallisen ja korkealaatuisen elintarvikkeen.

Pesujen tarkoituksena on poistaa pinnoilta tuotejäämät, jotta niihin ei pääsisi kehrääntymään elintarviketta pilaavia mikrobeja. Pesukertojen määrää kannattaisi tutkia. Voinvalmistuslaitteistot pestään joka toinen ilta. Iltoina, jolloin laitteistoa ei pestä, tehdään maitohappohuuhtelu. Tämä maitohappohuuhtelu ei kuitenkaan kierrä koko valmistuslinjaa, vaan vaivareista eteenpäin tuotejäämät lojuvat linjastossa yön yli. Tällöin bakteerit voivat pesiä kuolleisiin kulmiin eivätkä irtoa pesujen yhteydessä. Tuolloin biofilmin muodostuminen on mahdollista. Mikäli ongelma jatkuu, pesukertojen määrää tulee harkita. Pesukohteessa saattaa esiintyä myös kriittisiä kohtia, esimerkiksi kuolleita kulmia, joiden peseytyvyyttä kannattaa tutkia.

Sulatuksen yhteydessä valmistuslaitteiston läpi kulkee noin 70-asteinen kuuma höyry ja kuumavesihuuhtelu. Tämän jälkeen pesu aloitetaan noin 40 °C:n alkuhuuhdeella, joka on loppuhuuhdeesta talteen otettua keräilyvettä. Ehdotan, että pesu aloitettaisiin suoraan seosemäksellä, koska kuumalla höyryllä ja vedellä on jo huuhdeltu laitteisto puhtaaksi mahdollisista tuotejäämistä.

Kuten taulukosta 2 huomataan, tykin 4 pesuohjelma poikkeaa muilla tykeillä käytetystä ohjelmasta (taulukko 1). Tällä mallilla, jota käytetään muissa voinvalmistuslaitteistoissa, saataisiin lisää mekaanisen pesun vaikutusta. Saataisiin lisää pesupallojen aiheuttamia sysäyksiä, jolloin lika irtoaisi tehokkaammin. Tällöin tykin 4 pesuohjelmasta jäisi välihuuhdeltu pois ja se korvattaisiin seosemäsvaiheella.

Lämpötilan ohjausanturia tulee siirtää kauemmas nykyisestä, koska tämä on väärässä paikassa. Automaatio-ohjelma saa lämpötila lukeman liian ennen. Tällöin voita jää linjaan. Voi, joka on sulatuksen aikana jäänyt linjastoon, tulee vasta kuumahuuhdeltun aikana pois. Tällöin talteenottosäiliöön tulee liikaa veteen sekoittu-

nutta voisulaa. Tällä muutoksella päästäisiin turhasta, talteenottosäiliöön tulleiden voisulien kuorinnasta eroon.

Henkilökunnalle tulee järjestää perehdyttämistä pesujen suhteen. Uudessa tehtaassa voinalmestuslaitteistojen pesujen seuranta on siirtynyt valvomotyöntekijöiltä osittain voinalmestajille. Tästä syystä pesujen seuraaminen on jäänyt hieman heikommalle tasolle. Voinalmestajilla ei ole samanlaista kokemusta pesujen seuraamisesta eikä varsinkaan tietoa siitä, miten niiden tulisi kulkea. On epätietoutta siitä, milloin pesun keskeytys on aiheeton ja milloin aiheellinen.

Ehdotan, että pesujen porrastusta tulee myös miettiä tarkasti. On selvää, että pesukeskuksen pesuliukset eivät riitä kaikille pesukohteille yhtä aikaa. Mikäli jokainen pesukohde on esimerkiksi seosemäsivaiheessa, automaatio-ohjelma keskeyttää pesut. Pesut keskeytyvät, koska pesuliuksen säiliön pinta laskee liian matalalle eikä ohjelmisto pysty tekemään liuosta lisää niin nopeasti kuin olisi tarve. Tällöin pesut voivat olla keskeytyksellä monta minuuttia. Tämä aiheuttaa sen, että jo irronneet bakteerit pääsevät uudestaan kiinnittymään pinnoille tai kulkeutumaan mutkiin, taskuihin, syöpymäkohtiin tai kuolleisiin virtauspaikkoihin.

Laitteistojen ja linjastojen pesujen ohella on huolehdittava muista mahdollisista kontaminaatiokohteiden hygieniasta. Elintarvikkeeseen voi tulla kontaminaatio useasta eri lähteestä ja ne voidaan luokitella fyysisiin, kemiallisiin ja mikrobiologisiin lähteisiin. Henkilökunta tulee perehdyttää hygieniaan liittyviin asioihin hyvin. Jokaisen on huolehdittava henkilökohtaisen hygienian lisäksi tuotantotilojen siisteystydestä ja puhtaudesta.

9 YHTEENVETO

Tässä työssä pyrittiin löytämään ratkaisu sille, miksi Oivariinin lopputuotteista otetuista enterobakteerinäytetuloksista oli löydetty useita raja-arvojen ylityksiä. Tutkiminen aloitettiin vertailemalla tehtaan voinalmustuslaitteistoista saatuja enterobakteerituloksia keskenään. Tehtaassa käytetään puhtauden yleisindikaattorina enterobakteerimääryksiä. Voinalmustuslinjalta 4 otetuissa enterobakteeri-näytteiden tuloksissa oli odotetusti eniten raja-arvojen ylityksiä. Tällä linjalla valmistetaan Oivariinin valmistukseen menevä voi.

Pintojen puhtautta tutkittiin luminometrillä, mutta näytteenottokohteista saadut tulokset ovat olleet raja-arvojen sisällä. Tästä syystä huomio kiinnittyi voinalmustuslaitteistojen pesuihin. Uuteen rasvatehtaaseen siirryttäessä pesuohjelmat siirrettiin osaksi suoraan vanhalta tehtaalta uudelle. Pesuohjelmien muokkaaminen ja kriittinen tarkastelu olivat ajankohtaisia.

Pesuohjelmien reseptejä muutettiin tehokkaammiksi muuttamalla pesuaikoja, pesuvaiheita ja pesuliuosten määriä. Voinalmustuslaitteistoon 4 vaihdettiin uudet Sani Magnumin 360° pyörivät pesupallot. Näiden uusien pesupallojen myötä saatiin paineiden synnyttämät pesuliuossuihkut yltämään ympäri pesukohdetta, jopa säiliöiden kansiin ja yläpinnoille. Pesupallojen pyörimisaikaa myös tihennettiin, jolloin muutoksella avulla saatiin lika irtoamaan tehokkaammin pinnoilta irti. Tehokkaalla pesuohjelmalla ja likaa irrottavilla uusilla pesupalloilla saadaan biofilmin muodostumisriski pienemmäksi.

Vielä ei osata tarkasti sanoa, onko muutoksista ollut apua enterobakteerinäytteistä saatuihin tuloksiin. Tuote- ja pesuainejäämät, joita ennen muutoksia oli löytynyt kerma- ja kirnumaitosuppiloiden pinnoilta, on saatu uusien pesupallojen myötä peseytymään pois.

Henkilökuntaa tullaan perehdyttämään pesuihin liittyvissä asioissa lähiaikoina. Jokaisen työntekijän tulee kuitenkin huolehtia oman hygienian lisäksi ja tuotantotiloihin liittyvästä hygieniasta ja puhtaudesta. Yhteinen tavoite, tuottaa laadukkaita ja turvallisia tuotteita kuluttajille, on tärkeää.

LÄHTEET

- Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. 2010. [Verkkajulkaisu]. Elintarviketurvallisuuksivirasto Evira. [Viitattu 27.2.2011]. Saatavana: www.evira.fi
- Enterobakteerit. 2010. Valion toimintakertomus. 4. versio.
- Hallanvuo, S.(toim.) 2010. Ajankohtaista asiaa vertailulaboratoriosta. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Evira. [Viitattu 1.4.2011]. Saatavana: http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/lomakkeet_ja_ohjeet/elintarvikkeet/elintarvike_ja_rehutus/eviran_vertailulaboratoriotoiminnan_infokirje_2_2010.pdf
- Hokajärvi, A-M., Pitkänen, T., Torvinen, E. & Miettinen, I.T. 2008. Suolistoperäisten taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen luonnonvesissä. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Kansanterveyslaitos. [Viitattu 24.2.2011]. Saatavana: http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2008/2008b01.pdf
- Ijäs, T. & Välimäki, M-L. 2004. Elintarvikehygieniä ja -lainsäädäntö. Helsinki: Otava.
- Intestinal enterococci. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. USA: Pan American Health Organization PAHO. [Viitattu 1.4.2011]. Saatavana: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/e/cd-cagua/guias/b.parametos/2.HIT/microbiologicos/6.04.pdf>
- Kaapola, A. 2010. Laimennetun emäspesuliuoksen CIP-puhdistustehon testaus. Turun Ammattikorkeakoulu. Elintarviketekniikka, bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Julkaisematon.
- Keskitetysti koko maassa. 2011. [Verkkosivu]. Valio Oy. [Viitattu 7.4.2011]. Saatavana: <http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/valioyritys/yritystieto/toimipaikat>
- Korkeala, H. (toim.). 2007. Elintarvikehygieniä: ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Labema Oy:n kotisivut. 2009. [Verkkosivusto]. Labema Oy. [Viitattu 1.4.2011]. Saatavana: <http://www.labema.fi/~Zv2Px0000001/?Y999=MAI>
- Lelieveld, H., Mostert, M., Holah, J. & White, B. (eds.). 2003. Hygiene in food processing. England: Woodhead Publishing Limited.
- Marth, E. & Steele, J. (eds.). 2001. Applied dairy microbiology. Second edition. New York: Marcel Dekker, Inc.

- Ruostumaton teräs. Ei päiväystä. [Verkkójulkaisu]. ACO Nordic Oy. [Viitattu 29.3.2011]. Saatavana:
<http://www.acodrain.fi/Tuotteet/Hulevesijarjestelmat/Materiaalit/Ruostumaton%20ter%C3%A4s.aspx>
- Salkinoja-Salonen, M. 2002. Mikrobiologian perusteita. Jyväskylä: Gummerrus.
- Sanitary, Low-Flow Cleaning. 2004. [Verkkosivusto]. Toftejorg. [Viitattu 30.3.2011]. Saatavana:
<http://www.tankcleaningtechnologies.co.uk/pdfs/SaniMagnumDataSheet.pdf>
- Talousvesi. 2011. [Verkkójulkaisu]. Valvira: Terveysturvallisuus. [Viitattu 3.4.2011]. Saatavana:
http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi
- Tamime, A.Y. 2008. Cleaning-In-Place: Dairy, Food and Beverage Operations. 3. painos. Blackwell Publishing Ltd.
- Wirtanen, G. 2002. Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa – hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes*in hallintakeinot. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: VTT Biotekniikka. [Viitattu 30.3.2011]. Saatavana:
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>

LIITTEET

LIITE 1. F 53 VOICIP -pesuaineen tuotetiedote