

Opinnäytetyö (AMK)

Prosessi- ja materiaalitekniikka

2022

Jenna Känä

# CIP-PESUJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN TARKASTELU

Jenna Känä

# CIP-PESUJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN TARKASTELU

Opinnäytetyön tarkoituksena oli elintarviketuotantolaitoksen käyttämän CIP (Cleaning In Place) -pesujärjestelmän tehokkuuden ja toimivuuden optimointi sekä validointi. CIP-pesujärjestelmän keskipisteenä oli tuotteiden valmistukseen käytettävä prosessisäiliö, jossa paineistettuja reaktioita voidaan soveltaa kylmä- ja keittoprosesseihin.

CIP on kiertopesumenetelmä, jossa puhdistusliuokset kiertävät suljetussa systeemissä, pesten kaikki elintarvikkeen kanssa kosketuksissa olevat laitteiden ja putkistojen sisäpinnat. Tämä mahdollistaa prosessilaitteiston puhdistamisen prosessiajojen välillä ilman tarvetta purkaa laitteistoa osiin. Kiertopesun tehokkuuteen vaikuttavat mekaaninen ja kemiallinen energia, pesuaika sekä lämpötila. Pesuteho määräytyy näiden toisistaan riippuvaisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta.

Elintarviketuotannossa puhdistuksen kannalta keskeisiä vaatimuksia ovat kontaminaatioiden ehkäisy sekä allergeenien hallinta. Merkittävän vaaran, kuten allergeenien ja patogeenien, hallintaan käytettävien pesuohjelmien tulee olla verifioituja ja validoituja. Validointi on menettely, jolla tarkastellaan menetelmän tai laitteen soveltuvuutta ja suorituskykyä tiettyyn käyttötarkoitukseen.

Opinnäytetyön aikana arvioitiin lähtötilanteessa käytössä olleen CIP-toimintamallin sekä optimoidun CIP-toimintamallin tehokkuus ja tuoteturvallisuus aistinvaraisin sekä mikrobiologisin menetelmin. Koepesut ja näytteenotot suoritettiin tehtaassa tuotannon toimiessa tavanomaisesti. Optimoinnin aikaisten koepesujen aikana tuoteturvallisuus varmistettiin pesemällä prosessisäiliö alkuperäisellä CIP-pesulla aina koepesun jälkeen.

Tarkastelun kohteena olleen pesujärjestelmän optimointi osoittautui haasteelliseksi pesuprosessin rakenteen takia. Tästä johtuen työssä keskityttiin pesujärjestelmän toiminnan osoittamiseen ja validointiprosessiin. Optimoinnin tuloksena alkuperäisen CIP-pesun kestoa saatiin lyhennettyä hieman.

Optimoitu pesuprosessi validoitiin ja dokumentoitiin standardin mukaisesti. Optimoinnin lopputulemana luodut pesureseptit verifioitiin molemmat kolmeen kertaan. Tulokset kirjattiin talteen ja CIP-pesulle luotiin työohjeet. Työn jälkeen tehtaalla suoritettiin auditointi elokuun 2021 lopulla. Auditoinnissa ei ilmennyt poikkeamia CIP-toimintamallin suhteen.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Chemical and Materials Engineering

2022 | 48 pages, 7 pages in appendices

Jenna Känä

## REVIEW OF CIP SYSTEM PERFORMANCE

The aim of the thesis was to optimize and validate the efficiency and functionality of the CIP (Cleaning in Place) system used by a food production plant. At the centre of the CIP system is a food processing tank, where pressurized reactions can be applied to mixing and heating processes.

The CIP system is a cleaning method in which cleaning solutions circulate in a closed system, washing all interior surfaces of the pipelines and tanks of food and beverage processing equipment. This allows process equipment to be cleaned between process runs without the need to disassemble the equipment. The effectiveness of the CIP system is affected by mechanical and chemical energy, cleaning time and cleaning solution temperature. Cleaning efficiency is determined by the combined effect of these interdependent factors.

In the food processing industry, the key requirements for cleaning are the prevention of cross-contamination and the management of allergens. For the cleaning to mitigate a food safety risk, the cleaning process must be validated. Validation is a procedure used for testing the suitability and performance of a method or device for its intended purpose.

During the thesis project, the efficiency of the CIP system in use in the initial situation and that of the optimized CIP system were evaluated using organoleptic and microbiological methods. Cleaning tests and sampling were performed during normal production. During the cleaning tests, product safety was ensured by performing the original CIP process after each cleaning test.

The optimization of the CIP system proved to be challenging due to the design of the CIP system. Therefore, the thesis project focused on demonstrating and validating the efficiency and functionality of the CIP system. As a result of the optimization, the cleaning time was slightly reduced from the initial situation.

The optimized CIP system was validated and documented according to the standard and work instructions for the CIP system were created. After the thesis project, the food production plant was audited at the end of August 2021. The audit did not reveal any deviations regarding the CIP system.

KEYWORDS: CIP, Cleaning In Place, optimization, validation

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 PROSESSIHYGIENIA</b>	<b>10</b>
2.1 Mikrobit	10
2.2 Biofilmit	12
2.3 Allergeenit	12
2.4 Hygieniatason seuranta	13
<b>3 CIP-PESU</b>	<b>15</b>
3.1 CIP-pesutyytit	15
3.2 CIP-pesukierron vaiheet	16
3.3 Kiertopesuun vaikuttavat tekijät	18
3.4 Säiliön CIP-pesu	19
<b>4 SÄILIÖPESU AT SAUCEN TUOTANNOSSA</b>	<b>22</b>
4.1 Tuotannon asettamat vaatimukset CIP-pesulle	22
4.2 Standardin asettamat vaatimukset CIP-pesulle	23
<b>5 NÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI</b>	<b>25</b>
5.1 Pintapuhtausanalyysit	25
5.1.1 Hygicult TPC	26
5.1.2 Luminometria	27
5.1.3 Pintasively	28
5.1.4 Allergeenit	29
5.2 Pesuainepitoisuuden ja -jäämien määrittäminen	29
5.2.1 pH	30
5.2.2 Sähkönjohtavuus	31
5.2.3 Titrausmenetelmä	32
5.3 Näytteiden analysointi	33
<b>6 PESUPROSESSIN TOIMINNAN TARKASTELU JA TULOKSET</b>	<b>35</b>
6.1 Lähtötason määrittäminen	35
6.2 Optimointisuunnitelma	36

6.3 Koepesut	37
6.4 Optimoinnin lopputulos	39
6.5 Lopulliset pesureseptit	40
6.6 Pesuohjeet	40
6.7 Optimoidun CIP-pesun validointi	40
<b>7 TULOSTEN ARVIOINTI JA PÄÄTELMÄT</b>	<b>42</b>
7.1 Jatkokehityksenä	42
7.2 Kiitokset	43
<b>LÄHTEET</b>	<b>44</b>

## LIITTEET

Liite 1. Titrausohjeet pesuainepitoisuuden määrittämiseen	
Liite 2. Vain yrityksen käyttöön	
Liite 3. Vain yrityksen käyttöön	
Liite 4. Vain yrityksen käyttöön	
Liite 5. Vain yrityksen käyttöön	
Liite 6. Vain yrityksen käyttöön	
Liite 7. Vain yrityksen käyttöön	

## KAAVAT

Kaava 1. Titrauksessa tapahtuva reaktio.	32
--	----

## KUVAT

Kuva 1. Tyypillisen CIP-pesunkierron vaiheet (Mujtaba;ym., 2011).	16
Kuva 2. Pesupallo on perinteinen esimerkki kiinteästä pesurista (GEA, 2021).	20
Kuva 3. Rotaatiopesuri.	21
Kuva 4. Jet-pesuri (Banmark, 2021).	21
Kuva 5. Prosessisäiliön pintaan palaneita tuotejäämiä.	23
Kuva 6. Hygicult TPC -pintahygieniatestien tuloksia.	26
Kuva 7. Hygicult TPC Käyttöohjeen mallitaulu (Aidian Oy, 2021).	27
Kuva 8. ATP-mittaus luminometrillä.	28
Kuva 9. Allergeenitesti kananmunajäämien havaitsemiseen.	29
Kuva 10. pH-liuskan antamaa tulosta verrataan paketin värikarttaan.	30
Kuva 11. Pesuaineliuoksen sähkönjohtokyky johtokykymittarilla mitattuna.	31

Kuva 12. Pesuainepitoisuuden määrittäminen titrausmenetelmällä.	33
Kuva 13. Pesuainevalmistajan titrausohjeet (Kangasalusta, 2021).	1

## TAULUKOT

Taulukko 1. Koepesujen aistinvarainen arviointi. Kuumaprosessit.	37
Taulukko 2. Koepesujen aistinvarainen arviointi. Kylmäprosessit > 25 %.	38
Taulukko 3. Koepesujen aistinvarainen arviointi. Kylmäprosessit < 25 %.	38

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Akkreditoitu	Valtuutettu
ATP	Adenosinitrifosfaatti, solun energiamolekyyli
Bakteeri	Pieni yksisolainen mikrobi
Biofilmi	Pintaan kiinnittynyt lika- ja mikrobikerrostuma
CFU	Colony forming unit
CIP	Cleaning In Place
Inkubointi	Pesäkkeiden kasvuaika, itämisaika
Koaguloituminen	Kemiallinen prosessi, jossa proteiinit jähmettyvät eli koaguloituvat lämmön vaikutuksesta
Kontaminaatio	Ei-toivottu tekijä elintarvikkeessa, esim. haitallinen kemikaali tai mikrobi (saastuminen)
Luminometri	Mittalaite ATP:n mittaamiseen
Mikrobi	Paljaalla silmällä näkymätön pieneliö, mm. bakteerit, virukset, sekä sienet eli homeet ja hiivat
mS	Millisiemens
Omaavalvonta	Järjestelmä, jonka avulla toimija varmistaa täyttävänsä elintarvikemääräyksissä asetetut vaatimukset
Orgaaninen	Elollinen
Patogeeni	Tautia aiheuttava mikrobi
pmy	Pesäkkeen muodostava yksikkö
RLU	Relative Light Unit
Sertifiointi	Toiminnan ja laatu järjestelmän puolueeton arviointi (auditointi) ennalta laaditun kriteeristön ja standardin avulla
Standardi	Määritelmä siitä, miten jokin asia tulisi tehdä
Validointi	Prosessi, jossa tarkistetaan, että tuotantoprosessin kohde täyttää tietyt kriteerit
Verifiointi	Prosessi, jolla todetaan tuotantoprosessin toimivuus

# 1 JOHDANTO

CIP-kiertopesut (Cleaning In Place) ovat olennainen osa elintarviketuotannon hygienia-prosessia niiden mahdollistaessa säännöllistä puhdistusta vaativien laitteiden ja putkistojen puhdistuksen ilman tarvetta purkaa niitä osiin. Käyttöhyödykkeiden kustannusten noustessa sekä tuotantoajan tarpeen lisääntyessä vaaditaan menettelytapoja, joilla pienennetään kulutusta sekä maksimoidaan tuotantotehokkuutta tinkimättä elintarviketurvallisuudesta. Tämän vuoksi CIP-pesujen optimointi on erittäin tarpeellista. (Ecolab, 2015.)

Opinnäytetyö suoritettiin At Sauce Oy:n Turun tehtaalla. Työn tavoitteena oli tuotannon keskipisteenä toimivan 1 m<sup>3</sup> prosessisäiliön CIP- pesujärjestelmän tehokkuuden ja toimivuuden tarkastelu.

At Sauce Oy on vuonna 2016 perustettu maustetahnoihin ja -kastikkeisiin keskittyvä perheyrittys. Asiakkaille tarjottavat mittatilaustuotteet sekä jatkuva tuotekehitys tekevät tuotannosta monipuolista, minkä vuoksi tehtaalla valmistettavien tuotteiden kirjo on varsin laaja. Tuotteiden valmistus perustuu At Saucen omiin innovaatioihin erilaisten kuitujen ja maustepohjien prosessoinnista. Turussa sijaitsevan tehtaan toiminnassa hyödynnetään At Saucen itse kehittämää teknologiaa, jossa on huomioitu täysautomatisoinnin tehokkuus sekä ympäristönäkökulmat. (At Sauce Oy, 2021.) At Saucen elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmä on sertifioitu ja yritykselle on myönnetty FSSC 22000 sertifikaatti.

Työn ensimmäisenä vaiheena oli tunnistaa eri tuoteryhmien koostumuksen ja valmistuksen asettamat vaatimukset CIP-järjestelmän toimivuudelle ja mahdollisen puutteellisen pesun aiheuttamat riskit, sekä määrittää niille mittausmenetelmät. CIP-järjestelmän tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat vaikutusaika, lämpötila, pesuaineiden luovuttama kemiallinen energia sekä turbulenttisen virtauksen muodostama mekaaninen energia. Riskit liittyvät erityisesti tuotevaihtojen ja loppupesujen yhteydessä siirtyviin allergeeniriskeihin sekä tuotantolaitteiden ja pesujärjestelmän mikrobiologisiin riskeihin.

Opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa arvioitiin lähtötilanteessa käytössä olleen CIP-toimintamallin tehokkuus ja riittävyys tuoteturvallisuus huomioiden eri tuoteryhmien valmistuksessa käyttäen sekä visuaalista että mikrobiologista arviointia. Mikrobiologisen puhtauden arvioinnissa tutkittiin näytteiden sisältämät aerobien, enterokokkien, koliformien sekä patogeenien (*E. coli* ja *Salmonella*) esiintyminen ja määrät. Pesuainejämiä



havainnoitiin analysoimalla loppuhuuhteluvedestä otettuja näytteitä. Lähtötason arvioinnin jälkeen, CIP-toimintamalli optimoitiin prosessiparametrejä säätämällä. Optimoidulle CIP-toimintamallille luotiin ajankohtaiset työohjeet. Optimoinnin jälkeen uusi CIP-toimintamalli verifioitiin ja validoitiin FSSC 22000 - ISO 22000:2018 standardin mukaisesti.

## 2 PROSESSIHYGIENIA

Elintarviketuotannossa prosessihygienialla on merkittävä rooli ja se koskettaa tuotanto-prosessin jokaista vaihetta aina tuotannon suunnittelusta valmiiseen tuotteeseen. Elintarviketuottajan suhtautuminen prosessihygieniaan heijastuu suoraan valmistettavien tuotteiden laatuun, tuoteturvallisuuteen sekä säilyvyysaikoihin. (Berk, 2013 s. 561.) Prosessihygienian hallinta on tärkeä osa elintarvikeyrityksen omavalvontaa (VTT, 2002).

Elintarviketuotannossa puhdistuksen päätavoite on lopputuotteen kontaminaation estäminen. Puhdistusprosessin tulee olla tarpeeksi tehokas poistamaan tuotejäämät pinnoilta kokonaisvaltaisesti, jolloin myös ehkäistään sairauksia aiheuttavien tuotteita laadullisesti pilaavien mikrobien kasvua pinnoilla. (Perkiömäki;ym., 2013 s. 16.) Näin varmistetaan puhdistettavan kohteen fysikaalinen sekä mikrobiologinen puhtaus. Näiden lisäksi tulee varmistaa kohteen kemiallinen puhtaus, joka edellyttää puhdistukseen käytettyjen kemikaalijäämien poistoa. (Forsythe;ym., 1998 s. 353.)

Elintarviketuotannossa puhdistusta ohjaa elintarvikelain 297/2021 kuudes artikla, jonka mukaan elintarvikkeiden tulee olla kemialliselta, fysikaaliselta, mikrobiologiselta sekä terveydelliseltä laadultaan, koostumukseltaan ja muilta ominaisuuksiltaan ihmisravinnoksi soveltuvia sekä terveydelle vaarattomia (Perkiömäki;ym., 2013).

### 2.1 Mikrobit

Mikrobit ovat paljaalla silmällä näkymättömiä yksisoluisia pieneliöitä. Elintarvikkeiden osalta merkityksellisimpiä ovat bakteerit, virukset, hiivat ja homeet. Hiivojen ja homeiden aiheuttamat kasvustot elintarvikkeiden pinnoilla voivat olla myös paljain silmin havaittavia, mutta tuotteessa voi myös tapahtua kasvua vaikkei sitä vielä silmin näy.

Mikrobeita esiintyy kaikkialla maaperässä, vesistöissä, ilmassa, kasveissa, eläimissä sekä ihmisissä. Myös kaikki elintarvikkeet sisältävät mikrobeja, joista osa on harmittoimia, mutta osa sairauksia aiheuttavia eli patogeenisiä. Osa elintarvikkeiden mikrobeista on puolestaan valmistusprosessissa lisättyjä hyötymikrobeja.

Elintarvikkeessa vapaasti lisääntymään pääsevät mikrobit voivat aiheuttaa elintarvikkeiden pilaantumisen ja patogeeniset mikrobit elimistöön päästyään ruokamyrkytyksen. (Ruokavirasto, 2019.)

Mikrobiologisen vaaran aiheuttajina mikrobit, mikrobitoksiinit ja -metaboliitit voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- Sairauksia aiheuttavat eli patogeeniset mikro-organismit (esim. Salmonella ja Listeria monocytogenes).
- Indikaattoribakteerit, joita käytetään patogeenisten bakteerien esiintymisen sekä ulostesaastutuksen indikaattoreina (esim. Escherichia coli).
- Indikaattorimikrobit, joita käytetään hygienian arviointiin (esim. aerobiset mikro-organismit ja enterobakteerit).

Indikaattoribakteeriksi valitaan prosessissa tiedettävästi esiintyvä bakteeri, jonka määrää seurataan. (Lehto;ym., 2015.)

Mikrobiologinen pilaantuminen elintarvikkeessa johtaa aistinvaraisesti havaittaviin häiritseviin muutoksiin hajussa, maussa, ulkonäössä tai koostumuksessa. Elintarvikkeen sisäiset sekä ulkoiset, säilytys- ja pakkausolosuhteisiin vaikuttavat tekijät vaikuttavat pilaajabakteeripopulaation kehittymisnopeuteen. Pilaajamikrobiston kehittymiseen vaikuttavat myös elintarvikkeen valmistustekniikka, raaka-aineiden mikrobisto sekä valmistuksen aikana tapahtuva mikrobikontaminaatio. Kylmäsäilytysketjut sekä pakkaustavat ovat merkittävimpiä pilaajamikrobiston kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä.

Elintarvikkeisiin valikoituu niille ominainen pilaajamikrobisto, joka aineenvaihduntareaktioidensa myötä aiheuttaa aistinvaraisesti havaittavat virheet. Aistinvaraisesti pilaantunut elintarvike on ihmisravinnoksi kelpaamaton. Elintarvike ei ole ihmisravinnoksi kelpaava myöskään silloin, kun siinä todetaan ruokamyrkytysbakteereja tai toksiineja. Elintarvike voi sisältää ruokamyrkytysbakteereja, vaikka siinä ei esiintyisi pilaantumismuutoksia. Pilaantumismuutoksia aiheuttavat bakteerit ovat harvoin yhteydessä ihmisen sairastumiseen ja voidaan käytännössä ajatella, että pilaajabakteerit ja ruokamyrkytyksiä aiheuttavat bakteerit ovat kaksi eri ryhmää. (Björkroth, 2009.)

## 2.2 Biofilmit

Useilla mikrobeilla on kyky kiinnittyä pintoihin ja muodostaa näin mikrobikerrostumia, joissa mikrobikanta kykenee selviytymään pienen nestemäärän sekä vähäisenkin ravinnon avulla. Epätasaiset ja huokoiset pinnat sekä orgaanisen lian kasaantuminen pinnalle edistää biofilmin muodostumista. Prosessilaitteisiin muodostunut biofilmi kontaminoi helposti pinnan kanssa kosketuksissa olevan elintarvikkeen, aiheuttaen näin merkittävän elintarvikehygieenisen riskin. (VTT, 2002.)

Biofilmit aiheuttavat myös muita ongelmia prosessissa. Biofilmit tukkivat putkistoja ja vähentävät nesteen virtausnopeutta sekä lisäävät energiankulutusta, mikä vähentää järjestelmien tehokkuutta. (VTT, 2002.)

Biofilmi on mikrobien suojautumiskeino erilaisia antibakteerisia tekijöitä vastaan. Biofilmi koostuu mikrobisoluista sekä niiden muodostamasta polysakkaridirihmastosta. Polysakkarideista koostuva suojakerros suojaa mikrobeja puhdistusaineilta, ja näin mikrobisolut jatkavat lisääntymistään suojakerroksen alla. (VTT, 2002.) Biofilmin poistaminen vaatii tehokasta mekaanista puhdistusta sekä pesua ja desinfiointia (Forsythe, 2000 s. 140).

Biofilmin ehkäisy on hyvä ottaa huomioon jo tehdassuunnittelussa. Säiliöiden, putkistojen, liitosten ja tuotantolinjojen helppo puhdistettavuus ehkäisee biofilmiä muodostumista. Myös laitteiden pintamateriaaleilla on väliä, epätasaisten ja karheiden pintojen tarjotessa mikrobeille suojaisan kasvualustan. Tehokas puhdistus, jolla kaikki orgaaninen lika saadaan varmasti poistettua, on varmin keino biofilmin ehkäisyyn. (Forsythe, 2000 s. 140.)

## 2.3 Allergeenit

Allergeenikontaminaatiot ovat yksi yleisimmistä syistä tuotteiden takaisinvedoille. Allergiset reaktiot voivat pahimmassa tapauksessa olla hengenvaarallisia. Tästä syystä allergeenien ristikontaminaation hallinta elintarvikeketjussa on erityisen tärkeää. Tuotantotilojen, työskentelymenetelmien, tuoteajojen järjestyksen sekä puhdistusmenetelmien suunnittelulla voidaan minimoida ristikontaminaatioita. Puhdistus on keskeinen ja tärkeä osa allergeenien hallintaa ja puhdistuksen tehokkuus allergeenien poistossa tulisi todentaa. (Clark;ym., 2014 s. 241.)

## 2.4 Hygieniatason seuranta

Elintarviketurvallisuus varmistetaan tehokkaammin hyvillä hygieniakäytännöillä. Hyvän hygieenisen tason ylläpitäminen edellyttää säännöllistä puhdistuksen riittävyyden seuranta. (Ruokavirasto, 2021.) At Saucen elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän sertifiointin myötä puhdistuksen tulee täyttää myös FSSC 22000 -standardin vaatimukset.

Elintarvikelaki edellyttää elintarvikealan toimijalta dokumentoitua omavalvontasuunnitelmaa (Elintarviketeollisuusliitto, 2006). Omavalvonta on elintarviketoimijan oma järjestelmä, jolla pyritään varmistamaan elintarvikkeiden turvallisuus sekä elintarvikelainsäädännön vaatimusten mukaisuus. Omavalvonnassa tulee tunnistaa toimintaan ja elintarvikkeeseen liittyvät elintarviketurvallisuutta vaarantavat tekijät sekä huolehtia niiden hallinnasta. (Ruokavirasto, 2020.)

Kriittisten kohtien hallinnassa käytetään ns. vaara-analyysiä eli HACCP-järjestelmää. Hazard Analysis, Critical Control Points -järjestelmä (vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet) on toimintamenettely, joka on kehitetty takaamaan elintarvikkeiden turvallisuus. Kriittisten hallintapisteiden seurannan tarkoituksena on antaa jatkuvaa tietoa turvallisuuden kannalta kriittisestä tuotantovaiheesta. Seurannan avulla voidaan havaita poikkeamat helposti sekä reagoida niihin nopeasti. (Elintarviketeollisuusliitto, 2006.)

Toimijan tulee osana omavalvontajärjestelmää laatia puhtauden tarkkailusuunnitelma. Puhdistuksen riittävyyttä voidaan arvioida aistinvaraisesti sekä mikrobiologisin menetelmin. Päivittäiseen puhtauden seurantaan riittää yleensä aistinvarainen arviointi. On kuitenkin muistettava, ettei aistinvaraisesti puhdas automaattisesti tarkoita mikrobiologisesti puhdasta, sillä kaikki lika ei ole näkyvää. Puutteellisen puhdistuksen voi näkyvän lian lisäksi havaita hajusta. (Ruokavirasto, 2021.)

Säännöllinen mikrobiologinen puhtaustarkkailu antaa varmemman kuvan puhdistuksen riittävyydestä. Mikrobiologiset pintapuhtausnäytteet kertovat puhdistuksen tason sekä myös osoittavat mahdolliset ongelmakohdat puhdistusprosessissa, joihin puuttamalla puhdistusta voidaan kehittää. Näytteet otetaan aina puhdistuksen jälkeen, sillä silmin nähden likaisilta pinnoilta puhtausnäytteiden otto on turhaa. Pintahygienian seurantaan soveltuvia menetelmiä ovat mm. kosketusmaljat, petrifilm, hygicult, luminesenssi sekä valkuaisainetestit. (Ruokavirasto, 2021.) Alkuun elintarviketoimija voi käyttää testin valmistajan suosittelemia raja-arvoja pintapuhtauden seurannassa, mutta jatkossa omien

prosessikohtaisten raja-arvojen määrittäminen trendiseurannan tulosten perusteella on välttämätöntä. Toimijan tulee ryhtyä aina korjaaviin toimenpiteisiin, kun raja-arvot ylittyvät omavalvontatutkimuksessa. (Ruokavirasto, 2020.)

Elintarvikehygienian tasoa voidaan myös tarkastella teettämällä elintarvikelaboratorioissa säännölliset mikrobiologiset tutkimukset valmiista elintarvikkeista (Ruokavirasto, 2021).

## 3 CIP-PESU

Cleaning In Place (CIP) on elintarviketeollisuudessa pitkään käytetty kiertopesumenetelmä, jossa puhdistusaineet ja mahdolliset desinfiointiaineet sekä vesi kiertävät suljetussa systeemissä, pesten kaikki elintarvikkeen kanssa kosketuksissa olleet laitteiden ja putkistojen sisäpinnat (Perkiömäki;ym., 2013). Menetelmä mahdollistaa prosessilaitteiston puhdistamisen prosessiajojen välillä ilman tarvetta purkaa laitteistoa (Forsythe;ym., 1998 s. 353).

CIP-pesut ovat pääosin täysin automatisoituja prosesseja. Automatisoitu pesuohjelma suorittaa pesut aina samalla kaavalla, mikä takaa onnistuneen pesun toistettavuuden ja parantaa näin laadunhallintaa. Lisäksi automaattiset pesuohjelmat tekevät työskentelystä helpompaa, nopeampaa sekä turvallisempaa. (Forsythe;ym., 1998 s. 353.)

### 3.1 CIP-pesutyytit

CIP-pesujärjestelmien kaksi päätyyppiä ovat kerran pesuliuksia käyttävä järjestelmä sekä pesuliuksia talteen ottava järjestelmä.

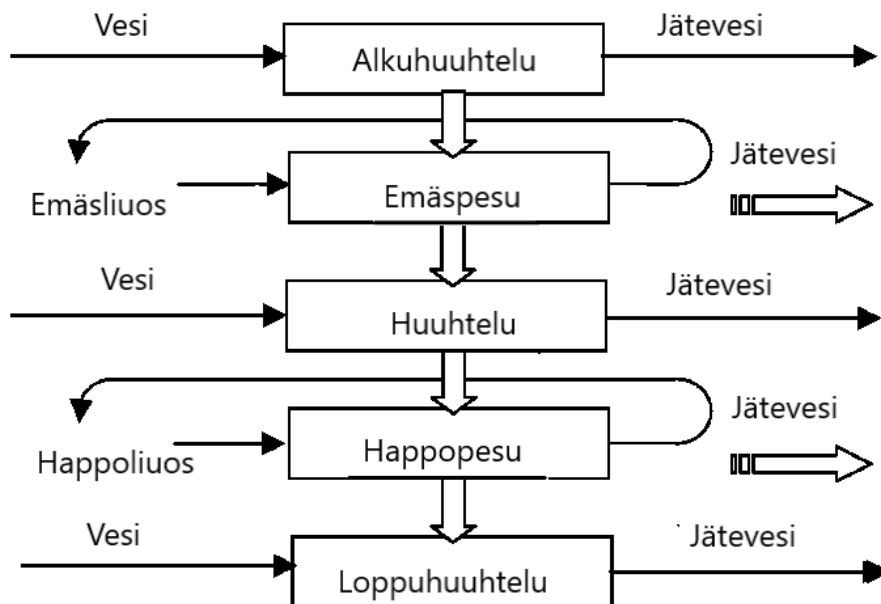
Kerran pesuliuksia käyttävä CIP-järjestelmä ohjaa pesussa käytetyt pesuaineliukset pesun jälkeen suoraan viemäriin. Tällaiset järjestelmät ovat halvempia ja tarvitsevat vähemmän tilaa. Kerran pesuliuksia käyttävä CIP-järjestelmä sopii erityisesti likaisten kohteiden puhdistukseen.

Pesuliuksia talteen ottava CIP-järjestelmä ohjaa osan pesuliuksista takaisin pesukukukseen, jossa pesuliuksilla ja huuhtovesillä on omat säiliönsä. Talteen otettuja kierrätettyjä pesuliuksia sekä huuhteluvesiä voidaan käyttää uudelleen seuraavissa pesuissa. Tämä menetelmä sopii vähemmän likaantuneille pinnoille. Talteen ottava CIP-järjestelmä on rakenteeltaan monimutkaisempi ja vaatii enemmän tilaa.

Yksinkertaisimmillaan CIP-järjestelmä voi koostua varastoivasta sekä pesua kierrättävästä säiliöstä, pumpuista sekä manuaalisesti operoiduista venttiileistä. Suuremmissa tehtaissa CIP-järjestelmät ovat monimutkaisempia. Ne ovat yleensä täysin automatisoituja sekä vikatiloista ilmoittavilla hälytysjärjestelmillä varustettuja järjestelmiä. (Berk, 2013 ss. 570-571.)

### 3.2 CIP-pesukierron vaiheet

Kiertopesumenetelmä on monivaiheinen ja siihen kuuluu aina vähintään alkuhuuhdtelu, pesu sekä huuhtelu (Kuva 1). Näiden vaiheiden lisäksi pesuun voi kuulua myös desinfiointivaihe sekä loppuhuuhdtelu. Alkuhuuhdtelun aikana pinnoilta huuhdotaan helposti irtoava lika. Varsinaisessa pesuvaiheessa on tarkoitus irrottaa jäljelle jäänyt lika pesuaineliuoksen avulla. Huuhdteluvaiheen tarkoitus on poistaa pesuainekemikaalit järjestelmästä. Tämän jälkeen voidaan suorittaa mahdollinen desinfiointi sekä sitä seuraava loppuhuuhdtelu. (Perkiömäki;ym., 2013.)



Kuva 1. Tyypillisen CIP-pesukierron vaiheet (Mujtaba;ym., 2011).

CIP-pesun ensimmäinen vaihe on alkuhuuhdtelu, jonka tarkoitus on poistaa pinnoilta helposti irtoava lika. Lika voidaan huuhtoa kylmällä tai kuumalla vedellä. (Perkiömäki;ym., 2013.) Kuuma vesi tehoaa paremmin rasvaiseen likaan. Toisaalta jos kyseessä on proteiinipitoinen lika, on suositeltavaa käyttää huuhdteluun viileää vettä, sillä kuuma vesi voi aiheuttaa proteiinien koaguloitumisen. (Motarjemi;ym., 2014 s. 744.) Alkuhuuhdteluun käytetään yleensä joko puhdasta vesijohtovettä tai vaihtoehtoisesti, jos kyseessä on pesuliuksia talteen ottava CIP-järjestelmä, käytetään alkuhuuhdteluun aikaisempien



pesujen pesu- ja välihuuhteluvaiheista talteen otettua vettä. Alkuhuuhteluvaiheen jälkeen vesi on likaista ja se ohjataan yleensä käytön jälkeen suoraan viemäriin. (Moerman;ym., 2013 s. 747.)

Pesukierron pesevin ja tärkein vaihe on emäspesu, jonka tarkoituksena on poistaa likajäämät pinnoilta. Emäspesussa kierrätetään kuumaa, tyypillisesti 70-80 °C:sta, pesuainepitoisuudeltaan 1-3 % pesuliuosta. (Moerman;ym., 2013.) Kiertopesuun tarkoitettut pesuaineet ovat voimakkaasti alkalisia sekä vaahtoamattomia tai heikosti vaahtoavia. Pesuaineiden pH vaihtelee 11-13 välillä. (Mäki;ym., 2005.) Vahvat emäkset emulgoivat ja saippuoivat rasvoja, hydrolysoivat proteiineja sekä liuottavat mineraaleja. Emäspesuaineella tulee olla kyky sitoa lika pesuliuokseen ja estää näin liian uudelleenkiinnittyminen pintoihin. (Fellows, 2009 s. 809.) Emäspesun kesto vaihtelee kymmenestä minuutista puoleen tuntiin riippuen pestävän kohteen likaisuudesta. Toisinaan emäspesuvaihe voi kestää jopa tunnin. (Moerman;ym., 2013.)

Välihuuhtelun tarkoitus on poistaa pesuainejäämät ja se voidaan suorittaa joko kylmällä tai kuumalla vedellä. Välihuuhteluun käytetään aina puhdasta vettä. Välihuuhteluvesi voidaan myös kerätä talteen seuraavaa CIP-pesua varten, jolloin sitä voidaan hyödyntää alkuhuuhteluvaiheessa. Välihuuhteluvaiheen kesto vaihtelee parista minuutista kymmeneen minuuttiin. (Moerman;ym., 2013.)

Happopesulla saadaan tarvittaessa neutralisoitua emäsjäämät, liuotettua epäorgaaninen lika sekä poistettua mineraalikerrostumia prosessista. Happopesussa pesuliuoksen lämpötila vaihtelee 50-70 °C:een välillä ja pesuainepitoisuus on yleensä 0,5-2 %. Happopesun kesto vaihtelee muutamasta minuutista puoleen tuntiin. (Moerman;ym., 2013.)

Loppuhuuhdelun tehtävä on poistaa loputkin pesuaine- sekä irtolikajäämät prosessista. Jos pestävää kohdetta ei tarvitse lopuksi desinfioida, on loppuhuuhdeltu pesuprosessin viimeinen vaihe. Loppuhuuhdeltuun käytetään kylmää, puhdasta vettä. Loppuhuuhdeltu on yleensä kestoaltaan 3-10 minuuttia. Välihuuhteluveden tavoin myös loppuhuuhdeltuväsi voidaan kerätä talteen ja käyttää seuraavassa CIP-pesussa alkuhuuhdeltuun. (Moerman;ym., 2013.)

Desinfiointilla pyritään hävittämään mahdollisia pesuprosessista jääneitä mikro-organismeja. Desinfiointiin voidaan käyttää kuumaa steriiliä vettä tai desinfiointiliuosta. Desinfiointiliuoksen lämpötila on yleensä 70-95 °C ja vaikutusaika vaihtelee viidestä minuutista jopa tuntiin. (Moerman;ym., 2013.)

### 3.3 Kiertopesuun vaikuttavat tekijät

Kiertopesun tehokkuuteen vaikuttavat käytetyn pesuaineen sisältämät kemikaalit, pesuliuoksen lämpötila ja vaikutusaika, pesuaineen pitoisuus sekä virtauksen aiheuttama mekaaninen energia. Pesuteho määräytyy näiden toisistaan riippuvaisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Yhden tekijän heikentyminen vaatii saman pesutuloksen saavuttamiseksi muiden tekijöiden tehostamista. (VTT, 2002.)

Mekaanisella energialla pyritään rikkomaan ja irrottamaan likaa. Kiertopesussa pintaan kohdistuva mekaaninen energia saadaan aikaan virtauksen avulla. Manuaalisessa puhdistuksessa mekaanista energiaa saadaan aikaan harjaamalla tai hankaamalla pintaa siivousvälineillä. Työvälineitä valittaessa tulee varmistua pintamateriaalin hankauksen kestosta. Säännöllisellä puhdistuksella voidaan ehkäistä lian pinttymistä pintoihin ja näin myös vähentää mekaanisen hankauksen tarvetta. (Kuisma;ym., 2012.)

Mekaanisen energian lisäksi lian irrottamiseen tarvitaan kemiallista energiaa eli pesukeemikaalia. Sopivan pesuaineen valintaan vaikuttaa käytettävä pesumenetelmä. Suljetussa kiertopesussa pesuaineelta vaaditaan erilaisia ominaisuuksia kuin esimerkiksi prosessilaitteiden pintapesussa. Pesuaineen vaahdonmuodostus on epätoivottu ilmiö kiertopesuissa, kun taas välttämätön ominaisuus pintojen pesussa.

Pesumenetelmän lisäksi pesukohteen pintamateriaali sekä lian koostumus vaikuttavat pesuaineen valintaan. Kaikki pintamateriaalit eivät esimerkiksi kestä vahvoja emäspitoisuuksia. Likatyyppi puolestaan määrittää vaaditaanko lian poistoon sekä emäs- että happopesu.

Emäksiset pesuaineet ovat useimmiten hydroksidipohjaisia ja soveltuvat happamia pesuaineita paremmin proteiinien liuottamiseen. Hyvien emulsionmuodostusominaisuuksiensa ansiosta ne toimivat myös rasvaisen lian poistoon. Happamat pesuaineet sisältävät tavallisesti typpihappoa ja niitä käytetään erilaisten saostumien, suolojen ja palaneen lian poistamiseen. Happopesut poistavat myös tehokkaasti itiöllisiä bakteereita.

Yleensä pesuaineissa käytetään veden pintajännitystä alentavia pinta-aktiivisia aineita, jolloin pesuaineen emäksinen tai hapan osa pääsee paremmin vaikuttamaan likamolekyyleihin. Pinta-aktiivisilla aineilla myös estetään irronneen lian uudelleen kiinnittyminen pintoihin.

Pesuainevalmistaja usein ilmoittaa suositukset pesuainepitoisuuksista. Pesuainepitoisuudella voidaan vaikuttaa pesutuloksen hygieenisyytasoon. Pesuliuoksia talteen otavassa ja uudelleen käytävässä kiertopesussa pesuliuksen puhtaus on tarkistettava aika ajoin, sillä pesuliukseen kertynyt orgaaninen ja epäorgaaninen aines heikentävät liuoksen pesukykyä. (VTT, 2002.)

Optimaalinen lämpötila tehostaa puhdistusaineen toimintaa. Lämpötila riippuu pitkälti pesuaineesta sekä pesukohteesta. Suositeltu lämpötila happamille pesuaineille on 60-70 °C ja emäksisille vähintään 70-80 °C. Korkea lämpötila nopeuttaa kemiallisia reaktioita ja parantaa näin pesutehoa. Lisäksi mikrobien selviytymismahdollisuudet heikkenevät korkeammissa lämpötiloissa. Proteiinipitoisen lian pesuun suositellaan alhaisempia lämpötiloja, koska korkea lämpötila voi polttaa proteiinin pintaan kiinni. Rasvaan puolestaan tehoa paremmin korkeat pesulämpötilat. (Kuisma;ym., 2012.)

Aika vaikuttaa koko pesuprosessiin. Pesuajan muutokset muuttavat myös pesuaineen, lämpöenergian ja mekaanisen energian vaikutusmahdollisuuksia. Pesuaineen vaikutusajan tulisi olla riittävän pitkä, jotta pesuaine ehtii toimia ja poistaa kaiken lian. Liian pitkä aika puolestaan aiheuttaa pesuveden jäähtymisen, jolloin pesuaine menettää tehoaan ja pesuliuksen liankantokyky heikkenee, mikä johtaa lian uudelleen kiinnittymiseen pintoihin. (Kuisma;ym., 2012.)

### 3.4 Säiliön CIP-pesu

Säiliön pesu manuaalisesti on hankalaa sekä aikaa vievää. Toisinaan säiliöpesuissa on käytetty menetelmää, jossa säiliö täytetään kokonaan pesuliuksella, kuumennetaan ja lopuksi tyhjennetään. Kyseistä menetelmää huomattavasti energia- sekä kustannustehokkaampi tapa on puhdistaa säiliöt CIP-kiertopesumenetelmällä. (Forsythe;ym., 1998 s. 354.)

Säiliöpesussa pestävä pinta-ala on suhteellisen suuri, mikä tuo omat haasteensa pesun onnistumiseen. Pesun tehokkuuden kannalta merkittävintä on saavuttaa pesuliuksen riittävä virtausnopeus. Riittävän virtausnopeuden lisäksi pesuliusten tulee saavuttaa pestävät pinnat mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Säiliöpesun haasteisiin ratkaisu on säiliöpesurit. (Moerman;ym., 2013.)

Säiliöiden sisäpinnat saadaan parhaiten puhdistettua kiinteillä pesureilla tai rotaatiopesureilla. Säiliöpesurit nostattavat pesun kemiallisen ja mekaanisen energian sekä

lämpöenergian tehoa. Pesurien avulla pesuliukset ja vesi saadaan suihkutettua kokonaisvaltaisesti säiliön sisäpinnoille, jolloin ne pääsevät vaikuttamaan koko pinta-alaan. Pesurien avulla varmistetaan myös riittävä virtausnopeus.

Pesurien kyky lisätä mekaanisen energian tehoa mahdollistaa kustannustehokkaamman pesun, kun kalliimmista pesutekijöistä, kuten lämpöenergiasta sekä kemiallisesta energiasta, voidaan tinkiä. Säiliöpesureita on olemassa useita erilaisia malleja, mutta toimintaperiaate on kaikissa melko samanlainen. Pesuliuos syötetään paineella pesurin tuloputken kautta pesurin suutinosaan, josta se suihkuu pienistä aukoista säiliön pinnoille.

Kiinteissä pesureissa ei ole liikkuvia osia, ja ne suihkuttavat pesuliukset tietyllä kuviolla säiliön pinnoille. Kiinteissä pesureissa pesuteho perustuu lähinnä kemialliseen energiaan, lämpöenergiaan sekä vaikutusaikaan, ei niinkään mekaaniseen energiaan. Perinteinen esimerkki kiinteästä pesurista on pesupallo (Kuva 2). Vaikka pesupallo on yksi yleisimmin käytetyistä pesureista, sen puhdistusteho on melko olematon ja riittää lähinnä huuhtelemaan liukoiset, tarttumattomat likajäämät pinnoilta. Pesupallon suihkut yltyvät lähinnä säiliön yläosan pinnoille ja loput säiliön pinnoista kostuvat vasta kun suihkutettu pesuliuos valuu säiliön seiniä pitkin pohjalle.



Kuva 2. Pesupallo on perinteinen esimerkki kiinteästä pesurista (GEA, 2021).

Pyörivät pesurit eli rotaatiopesurit (Kuva 3) ovat nestevirran, tai joskus moottorin, avulla ohjautuvia pesureita, jotka koostuvat akselinsa ympäri pyörivästä pallosta, renkaasta tai levystä. Pesusuuttimessa on yleensä vähemmän rakoja, jolloin yksittäisessä suihkussa on enemmän voimaa ja tehoa. Pyörivällä pesurilla pesuliuos saadaan myös suihkutettua laajemmalle alueelle. (Moerman;ym., 2013.)



Kuva 3. Rotaatiopesuri.

Jet -pesurit (Kuva 4) pyörivät sekä vertikaalisen että horisontaalisen akselinsa ympäri, jolloin pesuliuos saadaan suihkutettua kaikkialle sisäpinnoille. Jet -pesureiden aikaansaama mekaaninen voima irrottaa sitkeämmänkin lian. (Moerman;ym., 2013.) Jet -pesurit ovat säiliöpesureista tehokkaimpia ja samalla kalleimpia (Forsythe;ym., 1998 s. 357).



Kuva 4. Jet-pesuri (Banmark, 2021).

## 4 SÄILIÖPESU AT SAUCEN TUOTANNOSSA

Prosessisäiliön puhdistus At Saucella tapahtuu kerran pesuliukoja käyttävällä CIP-pesulla. Pesuliukokset viemäroidään heti käytön jälkeen. Tehtaalla ei ole pesukeskusta, joten prosessisäiliön CIP-pesuprosessi on melko yksinkertainen.

Prosessisäiliön pesuprosessissa esipesu sekä kuuman veden ja pesuaineen annostelu tapahtuvat manuaalisesti. Esipesussa säiliö huuhdellaan kylmällä vesijohtovedellä mahdollisimman puhtaaksi tuotejäätymistä. Tämän jälkeen prosessisäiliöön ohjataan 100 litraa kuumaa vettä lämmitettävästä kuumavesisäiliöstä. Veden lämpötila kuumavesisäiliössä on noin 80 °C. Prosessisäiliöön lisätään 1 litra emäksistä pesuainetta mittakannulla mitattuna. Tämän pesuprosessin manuaalisen vaiheen jälkeen käynnistetään automatisoitu CIP-pesu, joka vie prosessisäiliön pesuprosessin automaattisesti loppuun pesureseptin mukaisesti.

Lähtötilanteessa prosessisäiliölle oli ohjelmoitu yksi automatisoitu CIP-pesuresepti, joka sisälsi emäspesuvaiheen, välihuuhtelun sekä loppuhuuhdelun. Emäspesuvaiheen kesto oli 1000 sekuntia, välihuuhtelun 240 sekuntia ja loppuhuuhdelun 120 sekuntia. Automatisoidut väli- sekä loppuhuuhdelu tapahtuivat 100 litralla kylmää vesijohtovettä. Prosessisäiliö pestiin aina samalla pesureseptillä riippumatta ajetusta tuotteesta ja sen koostumuksesta.

Pesuprosessin saavuttamaa mekaanista energiaa oli vaikea määrittää, sillä virtausmittaria ei ollut työn aikana saatavilla. Keittoprosessin pesu- ja tuotepumput olivat kuitenkin tehokkaita ja putkisto suhteellisen lyhyt, minkä lisäksi tuhannen litran prosessisäiliöön oli asennettu kaksi rotaatiopesuria. Tästä syystä voitiin olettaa virtausnopeuden olleen riittävä.

### 4.1 Tuotannon asettamat vaatimukset CIP-pesulle

Tuotannossa valmistetaan kymmenittäin eri tuotteita ja tuotteiden erilaiset koostumukset sekä valmistusprosessit asettavat omat vaatimuksensa CIP-pesulle. Tuotanto on jaettu kolmeen eri tuoteryhmään niiden valmistusprosessien, kylmä- sekä kuumaprosessien, perusteella. Kuumaprosessissa eli keittoprosessissa tuotteet keitetään, kun taas kylmäprosesseissa tuotteet valmistetaan ilman keittovaihetta. Kylmäprosessit määräytyvät

valmistettavan tuotteen rasvaprosentin mukaan: alle 25 % sekä yli 25 % rasvaa sisältävät tuotteet. Valmistusprosesseista erityisesti kuumaprosessit ovat usein haasteellisia puhdistuksen kannalta, sillä kuumaprosesseissa tuote voi helposti palaa kiinni pintoihin (Kuva 5). Myös eri raaka-aineet käyttäytyvät eri tavoin ja osa tarttuu hyvinkin tiukasti prosessisäiliön pintoihin. Esimerkiksi kylmäsuurus reagoi kosteuden kanssa jäähdyttää sitkeästi kosketuksissa olevaan pintaan.



Kuva 5. Prosessisäiliön pintaan palaneita tuotejäämiä.

Tuotannossa valmistetaan myös allergeenejä sisältäviä tuotteita. Allergeenijäämissä piilee suuri tuoteturvallisuusriski, joten on ehdottoman tärkeää varmistaa pesun riittävyys jäämien poistamiseksi. Tuotannossa esiintyviä allergeeneja ovat sinappi, maito, kananmuna, kala, soija sekä seesaminsien.

#### 4.2 Standardin asettamat vaatimukset CIP-pesulle

Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmien sertifiointit standardien ISO 22000 ja FSSC 22000 mukaan ovat keskeinen osa elintarvikealan riskienhallintaa (Kiwa Inspecta, 2021). At Sauce toimii FSSC 22000 -standardin vaatimusten mukaisesti.

FSSC 22000 on Global Food Safety Initiativen (GSFI) hyväksymä elintarviketurvallisuusstandardi. FSSC 22000 -standardi koostuu ISO 22000 -standardista, sitä täydentävästä ISO/TS 22002-1 teknisestä lisäosasta sekä FSSC:n lisävaatimuksista. (Foundation FSSC 22000, 2020.)

Puhdistuksen kannalta keskeisiä standardin asettamia vaatimuksia ovat ristikontaminaatioiden ehkäisy sekä allergeenien hallinta elintarvikkeiden tuotannossa. Elintarviketoimijalla tulee olla dokumentoitu menettelytapa, jolla arvioidaan toimintaperiaatteiden tehokkuutta kontaminaatioiden ehkäisyssä sekä allergeenien hallinnassa. Merkittävän vaaran, kuten allergeenien ja patogeenien, hallintaan käytettävien pesuohjelmien tulee olla verifioituja ja validoituja. (Foundation FSSC 22000, 2020.) Validointi on todistus siitä, että valittu puhtaanapitomenetelmä tuottaa puhtaat pinnat eikä jätä jäämiä allergeeneista, mikrobeista tai puhdistuskemikaaleista.



## 5 NÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI

Pesujen puhtaustasoa seurattiin prosessisäiliön sisäpinnoilta sekä poistoputkesta otetuilla pintapuhtausnäytteillä. Mikrobiologisen puhtauden arvioinnissa tutkittiin näytteiden sisältämien aerobien, enterokokkien, koliformien sekä patogeenien (*E. coli* ja *Salmonella*) esiintyminen sekä määrät.

### 5.1 Pintapuhtausanalyysit

Pintapuhtauden määrittämiseen käytettiin kolmea eri menetelmää: Hygicult TPC -hygienia testiä, luminesenssin mittaamiseen perustuvaa ATP-mittausmenetelmää sekä perinteistä sivelymenetelmää. Näytteet otettiin jokaisella määrityskerralla samoista kohteista. Näytteenotto kohteet olivat prosessisäiliön sisäseinä, sekoittajan lapa sekä poistoputken sisäpinta. Sisäseinästä ja sekoittajan lavasta näytteet otettiin Hygicult TPC:llä sekä ATP-mittausmenetelmällä. Poistoputkesta näytteet otettiin ATP-mittausmenetelmällä sekä sivelymenetelmällä. Poistoputkesta ei otettu näytettä Hygicult TPC:llä, sillä putken kaareva muoto teki näytteenotosta lähes mahdotonta.

Sivelynäytteissä tutkittavan kohteen pintaa siveltiin näytepuikolla. Perinteiset sivelynäytteet lähetettiin akkreditoituun laboratorioon tutkittaviksi ja luminesenssipuikoilla otetut näytteet analysoitiin ATP mittarilla. Hygicultin agaripinta painettiin vasten tutkittavan kohteen pintaa ja näyte jätettiin huoneenlämpöön kasvamaan ohjeissa määritetyksi ajaksi.

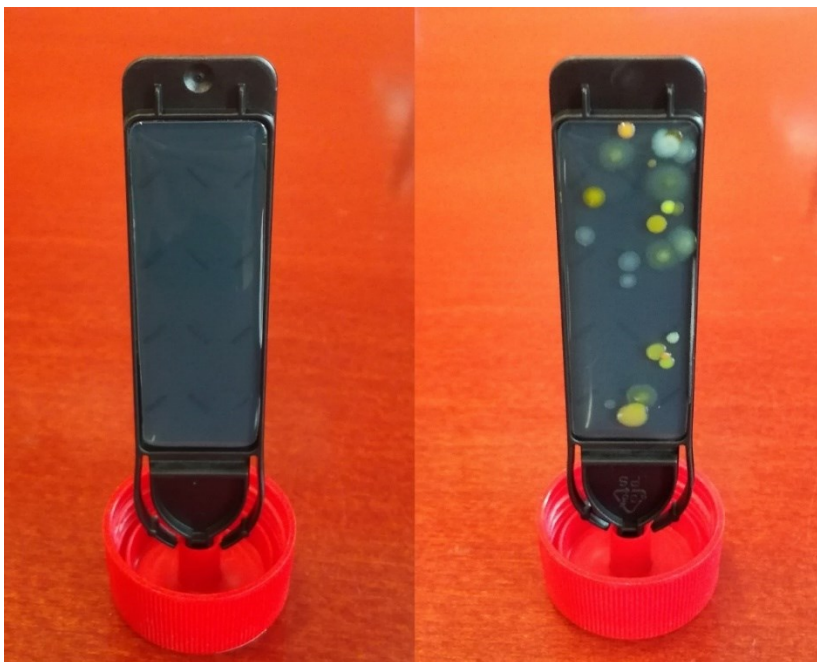
Lähtötason määrittämisessä pintapuhtausanalyysien toimivuutta todennettiin ottamalla prosessisäiliöstä näytteet sekä esipesun jälkeen että varsinaisen CIP-pesun jälkeen. Näin saatiin vertailtavia tuloksia ja voitiin todeta analyysien toimivan odotusten mukaisesti.

Allergeenijäämien määrittämiseen käytettiin AlerTox Sticks -allergeenitestejä. Testi on helppokäyttöinen ja nopea keino havaita allergeenijäämät pinnoilla. Käytettävissä oli testit maidolle, kananmunalle, kalalle sekä soijalle.

Pesutuloksen ensisijainen arviointitapa on kuitenkin aistinvarainen arviointi. Se kertoo paljon muiden määrittystapojen tarpeellisuudesta. Jos pinnoilla on pesun jälkeen silmin nähtävää likaa, on pintapuhtausanalyysien teko lähinnä rahantuhlausta.

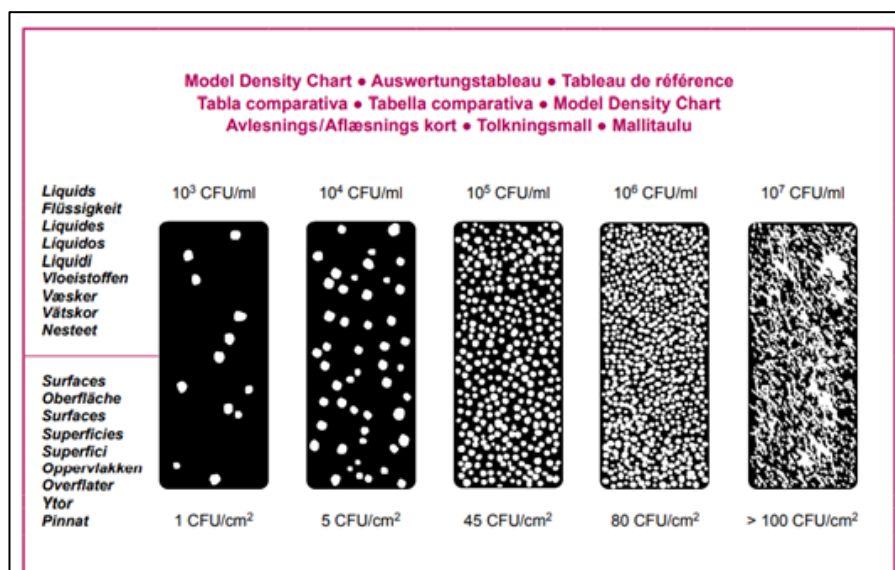
### 5.1.1 Hygicult TPC

Hygicult TPC on mikrobiologinen pintahygieniatesti kokonaisbakteerimäärän osoittamiseen. Se soveltuu pintojen, kiinteiden ja puolikiinteiden aineiden sekä nesteiden mikrobiologisen puhtauden tutkimiseen. Testilevyn molemmat puolet on päällystetty kokonaisbakteerielatusaineella, jolla useimmat yleisistä bakteereista ja sienistä tai hiivoista ja homeista kasvavat nopeasti. Tulos on luettavissa 1–5 vuorokauden kuluttua näytteenotosta inkubointilämpötilasta riippuen (Kuva 6).



Kuva 6. Hygicult TPC -pintahygieniatestien tuloksia.

Mikrobimäärä (pesäkkeitä muodostava yksikkö, pmy tai colony forming units, CFU) määritetään vertaamalla testilevyn kasvutiheyttä käyttöohjeen mallitauluun (Kuva 7). Arvioitaessa pintojen puhtautta, raja-arvot ovat vaikeammin määritettäviä, niiden riippuessa täysin kohteesta. Kohdetta voidaan kuitenkin pitää likaisena, jos pinnoilla on vielä pesun jälkeen 5 CFU/cm<sup>2</sup>. Hygicult TPC -levyllä tämä vastaa 45 pesäkettä/puoli. (Aidian Oy, 2021.)



Kuva 7. Hygicult TPC Käyttöohjeen mallitaulu (Aidian Oy, 2021).

### 5.1.2 Luminometria

Luminometria eli ATP-mittaus perustuu solujen energia-aineenvaihdunnan perusyhdisteenä toimivan adenosinitrifosfaatin (ATP) kykyyn tuottaa valoa, kun ATP-molekyyli reagoi lusiferiinin kanssa lusiferaasi-entsyymin katalysoimassa reaktiossa. Muodostuvan valon määrä on suoraan verrannollinen näytteen sisältämään solumäärään. (Lehto;ym., 2015.) Valon määrää mitataan luminometrillä, joka ilmoittaa tuloksen suhteellisina valoyksikköinä (Relative Light Units, RLU) (Kuva 8) (3M, 2016).

ATP-mittaus on nopea menetelmä pintojen hygieniatason seurantaan. Menetelmä ei mitata suoraan mikrobien määrää, sillä tuloksiin vaikuttavat mikrobien lisäksi kaikki pinnalla oleva orgaaninen aines, kuten tuotejäämät. Menetelmällä saadaan siis osoitettua kokonaisliian määrä pinnalla. Orgaaninen aines kuitenkin toimii mikrobien ravinnon lähteenä ja voi muodostaa pinnoille mikrobeja suojaavia biofilmejä. Orgaaniseen ainekseen reagoiva ATP-mittaus on näin ollen nopea keino reagoida pinnan epäpuhtauksiin ja näin ylläpitää tuoteturvallisuutta. (Pönkä;ym., 1999.)

Käytössä olleen SystemSURE Plus -luminometrin mukana tulleen käyttöohjeen (Net-Foodlab Oy, 2013) ilmoittamat raja-arvot hygieniakohteiden pintapuhtausnäytteissä:

- alle 20 RLU hyvä
- 20–40 RLU välttävä
- yli 40 RLU hylätty



Kuva 8. ATP-mittaus luminometrillä.

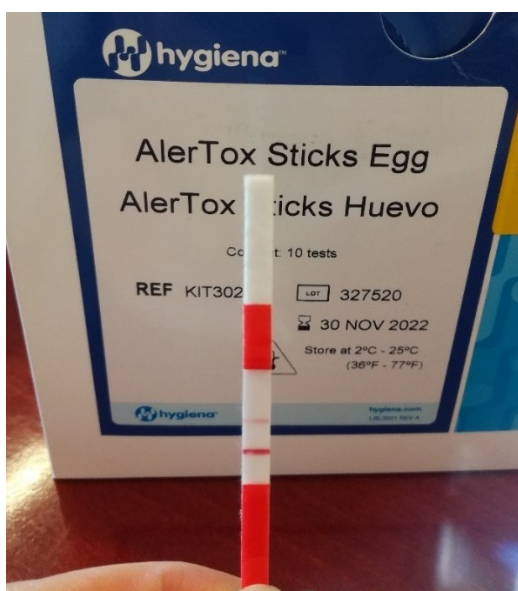
### 5.1.3 Pintasively

Sivelymenetelmä kuuluu perinteisiin viljelymenetelmiin, jotka mittaavat elävien mikrobin määrää ja laatua pinoilla (Forsythe, 2000 s. 219). Sivelymenetelmässä peptonisuolaveteen kastetulla steriilillä näytteenottotupolla hangataan tutkittavaa pintaa (Eurofins Scientific Finland Oy, 2019). Puikosta mikrobit irrotetaan liuokseen ja liuos siirrostetaan elatusalustalle kasvamaan. Kasvatuksen jälkeen pesäkemäärät lasketaan. Tulos ilmoitetaan pesäkkeitä muodostavien yksiköiden määränä pmy/10cm<sup>2</sup>. (Sisäilmayhdistys ry, 2021.) Menetelmä sopii erityisesti epätasaisille pinnoille, joista agarlevyllä olisi mahdotonta ottaa kunnolla näytettä.

Perustuen Pintahygieniaoppaan (2013) suositusravoihin, puhtausnäytteen tulos on hyvä, kun aerobisten mikrobien kokonaismäärä on  $< 20$  pmy/10cm<sup>2</sup>, tyydyttävä 20-100 pmy/10cm<sup>2</sup> ja huono  $> 100$  pmy/10cm<sup>2</sup> (Eurofins Scientific Finland Oy, 2021).

#### 5.1.4 Allergeenit

Allergeenijäämien testaamiseen käytettiin hygienan AlerTox Sticksejä (Kuva 9). Testi soveltuu allergeenien havaitsemiseen elintarvikkeista, nesteistä sekä pinnoilta. AlerTox Sticks täyttää HACCP-, ISO 22000-, BRC Food- ja IFS-vaatimukset. (Hygiena, 2021.)



Kuva 9. Allergeenitesti kananmunajäämien havaitsemiseen.

#### 5.2 Pesuainepitoisuuden ja -jäämien määrittäminen

Pesuaineliuoksen pitoisuuden vaihtelut voivat aiheuttaa laaturiskin, kun pesuaineet annostellaan käsin. Liian suuri annostelu voi jättää pinnoille kemikaalijäämiä, kun taas liian vähäinen annostelu ei riitä puhdistamaan pintoja. Pesuainejäämät sekä epäpuhtaudet vaikuttavat suoraan tuoteturvallisuuteen. (Kiilto, 2018.) Pesuainepitoisuuden

määrityksen tarkoituksena oli lähinnä tarkastella manuaalisen annostelun vaikutusta pesussa käytetyn pesuliuoksen pitoisuuteen.

CIP-pesujen pesuliuoksien pesuainepitoisuutta sekä huuhteluvesien pesuainejäämiä tutkittiin kolmella menetelmällä; johtokykyttarilla, pH-liuskoilla sekä titraamalla.

Pesuainepitoisuus määritettiin CIP-pesukierron emäspesuvaiheen aikana otetuista liuosnäytteistä. Näytteet otettiin pesulinjassa sijaitsevasta hanasta heti emäspesuvaiheen kierron alussa. Pesuainejäämät määritettiin CIP-pesun loputtua otetuista huuhteluvesinäytteistä. Näytteet otettiin pesulinjaan liitetystä poistoputkesta, joka irrotettiin aina pesun jälkeen, sillä putkeen jäi pesuista aina huuhteluvettä.

### 5.2.1 pH

pH-liuskoilla tutkittiin näytteiden emäksisyyttä. pH-liuskat toimivat lähinnä suuntaa antavana määrittämenetelmänä, sillä liuskat eivät ole läheskään yhtä tarkkoja kuin esimerkiksi pH-mittari. pH-liuskoja kastetaan näytteissä muutaman sekunnin ajan ja annetaan hetken tekeytyä. Liuskat värjäytyvät näytteen pH:n mukaan ja värejä vertaillaan liuskojen paketin kyljessä olevaan värikarttaan (Kuva 10).



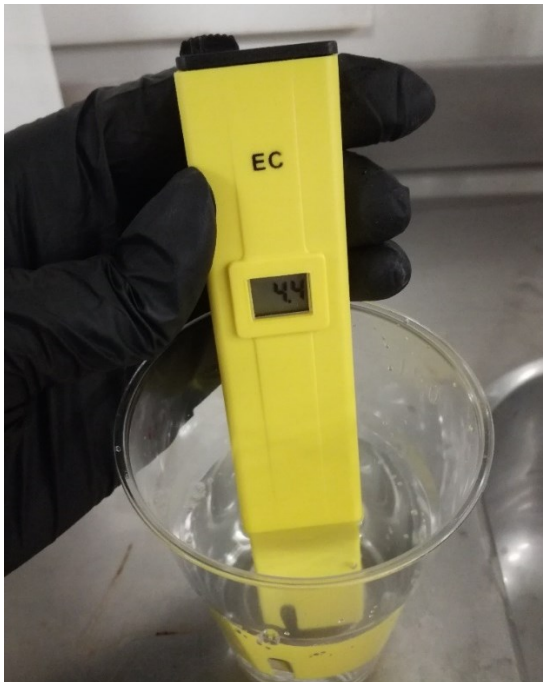
Kuva 10. pH-liuskan antamaa tulosta verrataan paketin värikarttaan.

pH-liuskoilla saatuja pH-arvoja vertailtiin johtokykymittarin antamiin sähkönjohtavuusarvoihin tarkastellen samalla menetelmän luotettavuutta.

### 5.2.2 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus tai sähkönjohtokyky ilmaisee veteen liuenneiden suolojen määrän. Sen suuri arvo kertoo korkeasta suolapitoisuudesta. Suomen sisävesien sähkönjohtavuus on luokkaa 5–10 mS/m (Oravainen, 1999) ja talousveden noin 28–30 mS/m (Vaasan Vesi, 2021).

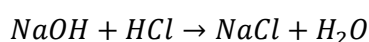
Sähkönjohtavuutta mitattiin johtokykymittarilla (Kuva 11). Mittarin pää kastetaan näytteeneseen ja mittari antama arvo määrittää näytteen sähkönjohtavuuden. Käytössä ollut mittari oli Ectester EC 305, range: 0.0–19.9 mS/cm. Tulos 1 mS/cm vastaa 100 mS/m (Oravainen, 1999).



Kuva 11. Pesuaineliuoksen sähkönjohtokyky johtokykymittarilla mitattuna.

### 5.2.3 Titrausmenetelmä

Titrausmenetelmällä määritettiin pesuliuoksen sekä huuhteluveden pesuainepitoisuutta. Tutkittavaa näytettä otettiin lääkeruiskulla 10 ml lasiin ja sekaan tiputettiin 3–4 pisaraa fenoliftaleiinia indikaattoriksi. Näyte värjäytyi fuksianpunaiseksi. Titrausliuoksena käytettyä 0,1 molaarista suolahappoa (HCl) otettiin lääkeruiskuun 10 ml ja tiputettiin pisaroittain näytteeseen, kunnes näyte muuttui värittömäksi. Titrauksessa tapahtuva reaktio:



Kaava 1. Titrauksessa tapahtuva reaktio.

Kuluneen suolahapon määrän sekä pesuainevalmistajalta saadun muuntokertoimen (Kuva 13) avulla voitiin laskea näytteen pesuainepitoisuus. Muuntokerroin oli määritetty emäksiselle Mida FLOW 142 CL -pesuaineelle pesuainevalmistajan toimesta ja muuntokertoimen avulla laskettu pesuainepitoisuus kertoi siis kyseisen pesuaineen pitoisuuden näytteessä.

Koska tehtaalla ei ollut varsinaista titrausvälineistöä, titraus suoritettiin soveltamalla ja käyttämällä saatavilla olevia välineitä (Kuva 12). Lääkeruiskuilla ei saa yhtä tarkkaa jälkeä kuin esimerkiksi byretillä, mikä vaikuttaa menetelmän tarkkuuteen. Kyseinen menetelmä oli kuitenkin tähän työhön riittävän tarkka, sillä pesuainepitoisuusmäärityksissä oli lähinnä tarkoitus tarkastella halutun 1 % pesuainepitoisuuden toteutumista pesuissa, kun annostelu oli 1 litra pesuainetta pesua kohden ja annostelu tapahtui manuaalisesti.





Kuva 12. Pesuainepitoisuuden määrittäminen titrausmenetelmällä.

### 5.3 Näytteiden analysointi

Pintapuhtausnäytteistä sivelynäytteet toimitettiin Eurofins Scientific Finland Oy:n laboratorioon tutkittaviksi. Muut pintapuhtausnäytteet analysoitiin itse. Kaikki tulokset kirjattiin ylös. Näytteiden analysoinnissa käytettiin testien valmistajien puhtaudelle määrittelemiä rajoja. Jatkossa prosessikohtaiset raja-arvot tulee kuitenkin määrittää trendiseurannan tulosten perusteella.

Työn aikana käytössä oli kaksi eri valmistajan luminometriä, koska työn alkuvaiheilla käytössä ollut luminometri oli vain lainassa ja myöhemmin tehtaalle hankittiin oma luminometri. Eri valmistajien luminometrien antamat tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia (Ruokavirasto, 2020). Tämä todettiin myös työn aikana tehdyissä mittauksissa. Mittausten perusteella lainassa ollut luminometri antoi tarkempia tuloksia kuin uusi, ja näin ollen uudet raja-arvot RLU-arvoille täytyi määrittää. Tätä varten uudella luminometrillä tehtiin mittauksia ympäri tehdasta, jolloin saatiin mahdollisimman paljon vertailtavia tuloksia ja dataa raja-arvojen määrittämiseen.

Allergeenitestien toimivuutta todensi pakkauskoneesta otettu näyte, joka antoi positiivisen tuloksen kananmunalle.

Pesuainepitoisuuden määrittämisessä titrausmenetelmällä saatiin suuntaa antava kuva manuaalisen annostelun vaikutuksesta todelliseen pitoisuuteen. Vaikka pesuainetta oletettiin annosteltavan sama määrä jokaiseen pesuun, oli todellisessa pitoisuudessa suhteellisen paljon heittoa. Toisaalta titraustuloksia tulee tarkastella kriittisesti, sillä työssä käytetyt titrausvälineet eivät olleet yhtä tarkkoja kuin oikea titrauslaitteisto.

Pitoisuusmäärittämisessä käytetty johtokyky mittari antoi varsin tasaisia tuloksia, paria mitaustulosta lukuun ottamatta. Nämä kyseiset johtokykyarvot olivat alakanttiin saman mitauksen titraustuloksiin verrattaessa, mikä voi toisaalta johtua huolimattomasti suoritusta titrauksesta.

pH-liuskojen asteikko ei riittänyt pitoisuuden määrittämiseen. Liuskojen asteikko päättyi arvoon 10,0. Pesuliuosnäytteen pH oli selvästi suurempi. Liuskoja käytettiin lähinnä karkeana vertailuna johtokyky mittarin sekä titrausmenetelmän antamiin tuloksiin.

Pesuainejäämien määrittämisessä titrausmenetelmällä, johtokyky mittarilla sekä pH-liuskoilla saatiin kaikilla varsin tasaisia ja toisiinsa verrattavissa olevia tuloksia.

Pesuainepitoisuuden ja -jäämien määrittämisessä saadut tulokset ovat luottamuksellisia ja löytyvät liitteestä 2.

## 6 PESUPROSESSIN TOIMINNAN TARKASTELU JA TULOKSET

Työn tarkoituksena oli määrittää käytössä olevan CIP-pesujärjestelmän tehokkuus eri tuoteryhmien valmistuksessa käyttäen sekä aistinvaraista että mikrobiologista arviointia. Tavoitteena oli optimoida CIP-pesut kullekin kolmelle tuoteryhmälle siten, että tuoteturvallisuudesta ei missään vaiheessa tingitä. Optimoinnissa tuli ottaa huomioon pesuajan pituus, veden käyttö sekä pesukemikaalien ja energian kulutus. Lopuksi tuli osoittaa optimoidun CIP-pesujärjestelmän toistettavuus sekä laskea eri pesuprosessien kustannus pesukertaa kohti.

### 6.1 Lähtötason määrittäminen

Ennen optimointia selvitettiin alkuperäisen CIP-pesun tehokkuus sekä riittävyys huomioiden tuoteturvallisuus. Prosessisäiliön pesuun oli tähän mennessä käytetty samaa pesureseptiä riippumatta pesua edeltäneestä tuoteajosta. Alkuperäisen CIP-pesun emäsvaiheen kesto oli 1000 sekuntia. Pesun keston arveltiin olevan yläkanttiin ja todennäköisesti prosessisäiliötä on kyseisellä pesureseptillä pesty yli tarpeen. Kyseinen prosessisäiliö on otettu käyttöön alkuvuodesta 2021, eikä pesuja ole ehditty vielä validoimaan. Osittain tästä syystä prosessisäiliötä on pesty varmuuden varalta suhteellisen pitkäkestoisella pesureseptillä. Alkuperäisen CIP-pesureseptin tarkempi kuvaus on luottamuksellista tietoa ja löytyy liitteestä 3.

Lähtötason määrittämiseen luotiin tutkimussuunnitelma. Valittiin tutkittavat kontaminantit, tutkittavat pesut, käytettävät puhtausanalyysit sekä näytteenottokohteet. Lähtötaso määritettiin jokaiselle kolmelle tuoteryhmälle erikseen. Jokaisesta tuoteryhmästä valittiin yksi tuote, jonka ajon jälkeinen pesu verifioitiin. Pesun kulku toistettiin jokaisen tuoteajon jälkeen samalla tavalla. Pesun jälkeen tarkasteltiin puhtautta sekä aistinvaraisesti että mikrobiologisesti pintapuhtausnäytteillä. Näytteenottokohteet sekä pintapuhtausanalyysit olivat jokaisessa pesussa samat. Analyysinä toimivat luminometri, Hygicult TPC sekä laboratorioon analysoitavaksi lähetettävä pintasivelynäyte. Näytteenottokohteiksi valittiin prosessisäiliön sisäseinämä, sekoittajan lapa sekä poistoputki. Lisäksi pesujen loppuhuuhteluvedestä tehtiin pesuainejäämien määrittämiä johtokykykymittarilla.

Pintapuhtausnäytteet otettiin sekä esipesun jälkeen, että varsinaisen CIP-pesun jälkeen. Näin voitiin tarkastella paremmin pesun puhdistuskykyä.

Osa esipesujen jälkeisistä ATP-mittauksista antoi korkeita RLU-arvoja. Varsinaisten emäspesujen jälkeen arvot olivat kuitenkin hyväksytyjä, mikä osoittaa pesun puhdistuskyvyn olevan hyvä. 19.5. suoritettun emäspesun jälkeen poistoputkesta saatu RLU-arvo oli 62, mikä ylittää hyväksytyyn rajan. Poistoputkesta samalla kertaa otettu sivelnäyte oli kuitenkin puhtas, mikä osoittaa pesun olleen mikrobiologisesti riittävä. Korkea RLU-arvo voi johtua mahdollisista proteiinijäämistä poistoputkessa. Toisaalta pesuainejäämiä alettiin tutkia vasta myöhemmässä vaiheessa, joten mahdolliset pesuainejäämät voivat myös selittää korkean RLU-arvon.

Tulokset olivat kaikkien emäspesujen osalta hyväksytyjä. Prosessisäiliö oli emäspesujen jälkeen aistinvaraisesti puhtas ja kaikki kyseisistä pesuista otetut pintapuhtausnäytteet olivat joko puhtaita tai vähintään hyväksyttäviä. Lähtötason CIP-pesu voitiin todeta riittäväksi sekä tuoteturvalliseksi.

Lähtötason määrittämisessä saadut pintapuhtautulokset ovat luottamuksellisia ja löytyvät liitteestä 4.

## 6.2 Optimointisuunnitelma

Pesujen optimoinnissa päätettiin lähteä liikkeelle pesuajan säädöstä. Ajansäästö olisi tärkeintä tuotantotehokkuuden kannalta. Alkuperäisen pesun pitkäkestoinen vaihe oli emäspesu. Kyseinen vaihe oli pesun ainoa pesevä vaihe ja tästä syystä myös pesun tärkein vaihe.

Ensimmäisenä lähdettiin selvittämään, voidaanko alkuperäisen pesureseptin emäspesuvaiheen kestoa vähentää tinkimättä prosessisäiliön puhtaudesta ja sen myötä tuoteturvallisuudesta. Päätettiin heti alkuun vähentää emäspesuvaiheen kestoa radikaalisti alkuperäisestä, jonka jälkeen lisätä sitä minuutti kerrallaan ja tällä tavoin selvittää vaadittava minimi pesuaika, jolla saadaan aistinvaraisesti hyväksyttäviä pesutuloksia. Tiedonhaun perusteella koepesut päätettiin aloittaa 500 sekunnin emäspesuvaiheella.

Emäspesuvaiheen määrityksen jälkeen optimoinnin seuraava vaihe oli huuhteluvaiheiden sekä pesuainepitoisuuden säätömahdollisuuksien tutkiminen. Päätettiin säätää yhtä parametria kerrallaan, jotta nähtäisiin yksittäisen parametrin vaikutus paremmin.

### 6.3 Koepesut

Pesureseptiin tehtyjen muutosten vaikutusta pesutulokseen arvioitiin sekä aistinvaraisesti että pintapuhtausanalyysin. Mikrobiologisia puhtausmääryityksiä ei tehty ennen kuin pesutulos oli silminnähdyn hyväksyttävän puhdas ja toistettavuus onnistunutta. Koepesuja suoritettiin tavanomaisen tuotannon ohella sellaisissa tilanteissa, että niistä aiheutuisi mahdollisimman vähän viivästyksiä tuotantoon. Prosessisäiliön puhtaus varmistettiin pesemällä se koepesujen jälkeen vielä alkuperäisellä pesureseptillä.

Tuotantoa oli opinnäytetyön toteutuksen aikana paljon, joten tuotannon viivästyksiä välttämisen suurin osa koepesuista tehtiin päivän päätteeksi. Tästä syystä tehtyjen koepesujen määrä jäi rajalliseksi. Tilanteen myötä optimointisuunnitelman mukaisia lyhyempiä emäspesuaikoja ei testattu montaa kertaa, vaan siirryttiin suoraan pidempiin, varmemmin peseviin aikoihin.

Kaikki koepesuista saadut tulokset taulukoitiin ja arkistoitiin. Datan avulla voidaan tarvittaessa todentaa, että pesuprosessin toimivuutta on tutkittu.

Koepesuja arvioitiin ensisijaisesti aistinvaraisesti. Tuloksista (Taulukko 1, Taulukko 2 ja Taulukko 3) käy ilmi, etteivät lyhyimmät emäspesut antaneet riittävää toistettavuutta pesutuloksissa. Kun pesuaikaa lisättiin, aistinvaraisesti riittävä pesutulos saavutettiin lähes jokaisessa koepesussa.

Taulukko 1. Koepesujen aistinvarainen arviointi. Kuumaprosessit.

pvm	Tuote	Prosessi	Emäspesu	Tulos
4.6.	x	Kuuma	Lyhyin	Hyväksyttävä
8.6.	x	Kuuma	Lyhyin	Hylätty
16.6.	x	Kuuma	Lyhyin	Hylätty
17.6.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
7.7.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
8.7.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
8.7.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
13.7.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
21.7.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
3.8.	x	Kuuma	Lyhyt	Hyväksyttävä
4.8.	x	Kuuma	Pitkä	Hyväksyttävä

Taulukko 2. Koepesujen aistinvarainen arviointi. Kylmäprosessit &gt; 25 %.

pvm	Tuote	Prosessi	Emäspesu	Tulos
7.6.	x	Kylmä > 25%	Lyhyin	Hylätty
22.6.	x	Kylmä > 25%	Lyhyin	Hylätty
5.7.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
6.7.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
7.7.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hylätty
15.7.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
19.7.	x	Kylmä > 25%	Pitkä	Hyväksyttävä
20.7.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
21.7.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
26.7.	x	Kylmä > 25%	Pitkä	Pesuohjelma kaatui
2.8.	x	Kylmä > 25%	Pitkä	Hyväksyttävä
3.8.	x	Kylmä > 25%	Pitkä	Hyväksyttävä
10.8.	x	Kylmä > 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä

Taulukko 3. Koepesujen aistinvarainen arviointi. Kylmäprosessit &lt; 25 %.

pvm	Tuote	Prosessi	Emäspesu	Tulos
26.5.	x	Kylmä < 25%	Lyhyin	Pesuohjelma kaatui
27.5.	x	Kylmä < 25%	Lyhyin	Hyväksyttävä
9.6.	x	Kylmä < 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
5.7.	x	Kylmä < 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
7.7.	x	Kylmä < 25%	Lyhyt	Hylätty
14.7.	x	Kylmä < 25%	Pitkä	Hyväksyttävä
15.7.	x	Kylmä < 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
11.8.	x	Kylmä < 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä
17.8.	x	Kylmä < 25%	Pitkä	Hyväksyttävä
17.8.	x	Kylmä < 25%	Lyhyt	Hyväksyttävä

ATP-mittaus on suhteellisen edullinen tapa arvioida pintapuhtautta. Tästä syystä ATP-mittaria käytettiin melko aktiivisesti ja huomattavasti enemmän kuin Hygicult tai pintasivelynäytteitä. Hygicult näytteitä otettiin siinä vaiheessa, kun aistinvaraisesti riittävä pesutulos oli toistettavaa. Analyyseistä kallein eli pintasivelynäyte puolestaan toimi viimeisenä sekä tarkimpana varmistuksena riittävästä puhtaudesta.

Kaikki koepesuista otetut ATP-mittaukset antoivat hyväksytyjä tuloksia. Tehtaalla oli kesän aikana kahden viikon seisakki, jonka jälkeen tuotantoa jatkettiin taas heinäkuun 5. päivää. Prosessisäiliöstä otettiin tällöin pintapuhtausnäytteet ennen tuotannon aloituksessa suoritettavaa pesua. Seinästä sekä sekoittajan lavasta tulokseksi tuli 0 RLU. Poistoputkesta saatiin tulokseksi 2693 RLU, mitä alkuun ihmeteltiin. Kävi ilmi, että viimeisessä pesussa ennen seisakkia poistoputki oli jätetty kiinni pesulinjaan. Pesun jälkeen poistoputkeen jää vettä ja se tulisikin irrottaa pesulinjasta aina pesun jälkeen, jotta vedet saadaan valutettua pois. Todettiin, että poistoputkesta saatu korkea RLU-arvo johtuu tästä. Työohjeisiin päätettiin lisätä muistutus poistoputken irrottamisesta pesulinjasta aina pesun jälkeen.

Myös kaikki koepesuista otetut Hygicult ja pintasivelyn tulokset olivat hyväksytyjä, lukuun ottamatta 5.7. otettua pintasivelynäytettä.

Koepesuista saadut pintapuhtautulokset ovat luottamuksellisia ja löytyvät liitteestä 5.

#### 6.4 Optimoinnin lopputulos

Alkuperäinen suunnitelma oli luoda jokaiselle kolmelle tuoteryhmälle oma pesureseptinsä. Tuoteryhmät määräytyivät valmistusprosessin sekä rasvapitoisuuden perusteella. Koepesujen aikana kuitenkin todettiin, että prosessisäiliön puhdistettavuuteen vaikutti paljon myös käytetyt raaka-aineet. Tästä johtuen päädyttiin luomaan vain kaksi pesureseptiä, joista lyhyempää reseptiä voidaan käyttää vähemmän likaavien tuoteajojen jälkeen ja pidempää reseptiä tehokkaampaan puhdistukseen. Pesureseptin valinta tapahtuukin lähinnä aistinvaraisen arvioinnin perusteella. Myös esipesun aikana on helppo arvioida, kumpaa pesureseptiä tarvitaan. Jos esipesussa lika irtoaa helposti, riittää lyhyempi pesu. Haasteellisemmän esipesun jälkeen on suositeltavaa käyttää pidempää pesua. Pesureseptin valintaan vaikuttaa myös ajetun tuotteen sisältämät allergeenit. Allergeeniä sisältävän tuotteen ajon jälkeen ennen siirtymistä allergeenittömään tuotteeseen, suoritetaan aina tehokkaampi pesu. Optimointi suoritettiin säätämällä pesuparametrejä sen verran mitä oli mahdollista. Optimoinnin haasteet tiedostettiin toimeksiantajan puolelta ja optimoinnin tulos oli toimeksiantajalle riittävä.

## 6.5 Lopulliset pesureseptit

Koepesujen perusteella luotiin lopulliset pesureseptit prosessisäiliön CIP-pesuprosessille. Koepesujen myötä todettiin, että likaavien ja hankalasti puhdistettavien tuoteajojen jälkeen prosessisäiliö ei lähde puhtaaksi lyhyillä emäspesuilla. Lähtötason alkuperäisen emäspesun ajasta ei voitu paljoa lyhentää. Vähemmän likaavien tuotteiden jälkeen prosessisäiliön pesuun riitti hieman lyhyempi emäspesu. Likaavampien tuoteajojen jälkeen tulee prosessisäiliö pestä pitkällä emäspesulla.

Tarkempi kuvaus lopullisista pesuresepteistä on luottamuksellista tietoa ja löytyy liitteestä 6.

## 6.6 Pesuohjeet

Optimoinnin jälkeen luotiin työohjeet prosessisäiliön pesuprosessille. Työohjeiden avulla pesuprosessi voidaan suorittaa oikeaoppisesti ja näin varmistaa riittävä puhdistus prosessisäiliölle.

Pesuprosessille luotiin kahdet ohjeet. Toisiin ohjeisiin kirjattiin koko pesuprosessi perusteellisesti ja kyseinen ohje dokumentoitiin tulostettuna toimiston kansioon. Toiset ohjeet sisälsivät pesuprosessin pääkohdat ja kyseiset ohjeet tulostettiin tuotannon seinälle lähinnä muistilistaksi pesuprosessin oikeaoppisesta toteutuksesta. Molemmat ohjeet löytyvät myös sähköisenä tehtaan intrasta.

## 6.7 Optimoidun CIP-pesun validointi

At Sauce toimii ISO 22000 -standardin mukaan ja näin ollen pesuprosessin toiminta tulee olla validoitu. Optimoitu CIP-pesuprosessi saatiin validoitua onnistuneesti ja näin ollen pesujen riittävyys todennettua. Työn jälkeen tehtaalla suoritettiin auditointi elokuun 2021 lopulla. Auditoinnissa ei ilmennyt poikkeamia CIP-toimintamallin suhteen.

Optimoitu CIP-pesuprosessi validoitiin standardin mukaisesti. Validointisuunnitelma mukaili lähtötason määrittäessä noudatettua tutkimussuunnitelmaa. Tutkittavat kontaminantit, käytettävät puhtausanalyysit sekä näytteenottokohteet olivat samat. Validointisuunnitelman mukaisesti tuli optimoitu pesuprosessi verifioida kolmeen kertaan. Koska



optimoinnin lopputulemana luotiin kaksi eri pesureseptiä, verifioitiin niistä molemmat kolmeen kertaan. Tulokset kirjattiin talteen.

Sekä pitkän että lyhyen emäspesureseptin jokainen verifiointikerta antoi hyväksytyt RLU-arvot ATP-mittauksella. Myös Hygicult ja pintasivelyn tulokset olivat molempien pesureseptien kohdalla hyväksytyjä jokaisella kolmella verifiointikerralla.

Allergeenijäämien testauksissa tulokset olivat negatiivisia. Pesuainejäämien testauksissa huuhteluvesinäytteistä tutkittiin pesuainepitoisuus, sähkönjohtokyky sekä pH. Tulokset olivat kaikkien näytteiden osalta hyväksytyjä.

Pesuainepitoisuudet olivat kaikissa näytteissä hyvin alhaiset. Sähkönjohtokyky oli kaikissa näytteissä hyväksytyin rajoissa vaihdellen 0,1 ja 0,2 mS/cm välillä. Suomessa talousveden sähkönjohtavuus on noin 28-30 mS/m (0,28-0,3 mS/cm) (Vaasan Vesi, 2021). pH-liuskoilla saadut pH-arvot vaihtelivat 7 ja 8 välillä. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (1352/2015) vesihuoltolaitosten jakamalle talousvedelle on pH:n laatutavoitteeksi annettu 6,5–9,5 (Ympäristö.fi, 2019).

Optimoidun CIP-pesun validointiprosessissa saadut tulokset ovat luottamuksellisia ja löytyvät liitteestä 7.

## 7 TULOSTEN ARVIOINTI JA PÄÄTELMÄT

Tarkastelun kohteena olleen CIP-pesujärjestelmän optimointi osoittautui odotettua haasteellisemmaksi ja tämän vuoksi työssä keskityttiin optimoinnin sijasta pesujärjestelmän toiminnan osoittamiseen ja validointiprosessiin. Optimoinnissa ei kyetty vaikuttamaan pesuparametreista muihin kuin pesuaikaan. Pesuaikaa saatiin säädettyä, mutta suurta ajansäästöä ei optimointi tuonut. Optimointi tuli kuitenkin toteuttaa tuoteturvallisuudesta tinkimättä ja koepesut osoittivat, ettei lyhyillä pesuilla saada riittävää pesutulosta aikaiseksi. Riittämätön pesu johtaa helposti lian kerääntymiseen pintoihin, mikä on suuri riski biofilmin muodostumiselle ja näin ollen tuoteturvallisuudelle.

Työltä odotettiin jokaiselle tuoteryhmälle omat pesureseptinsä, mutta työn aikana huomattiin, ettei pesujen määrittäminen pelkän valmistusprosessin perusteella ole järkevää.

Pesujen kulutusta oli mahdotonta laskea tarkoin johtuen mm. manuaalisesta esipesusta, virtausmittarin puuttumisesta sekä pesuaineen käsiannostelusta.

CIP-pesut saatiin validoitua onnistuneesti sekä luotua työohjeet pesujen suorittamiseksi. Validointi ja työohjeet olivat tärkeä osuus sertifikaatin kannalta.

### 7.1 Jatkokehityksenä

Tuotanto tulee lähitulevaisuudessa siirtymään isompiin tiloihin missä on käytössä myös pesukeskus. CIP-pesujen optimointi joudutaan siis tekemään uudestaan. Paremmin varustellun pesujärjestelmän myötä voidaan optimoinnissa keskittyä myös muihin pesuparametreihin. Lisäksi esipesu tulee todennäköisesti olemaan automatisoitu, mikä tekee myös esipesun optimoinnista mahdollista. Opinnäytetyön aikana esipesu tapahtui manuaalisesti, mikä tarkoittaa, ettei toistettavuutta ollut ja jokainen suoritettu esipesu oli omanlaisensa, vaikuttaen näin merkittävästi lopulliseen pesutulokseen.

Optimoinnin tuloksena luotiin kaksi uutta pesureseptiä. Pesujen riittävyys saatiin varmistettua, mutta tuotannossa valmistettavien tuotteiden laajan kirjon vuoksi pesuja ei ehditty testata kaikille tuotteille. Tästä syystä kehottaisin työntekijöitä seuraamaan pesutulosta tarkemmin ja kriittisemmin. Tehtaalle hankittiin työn aikana oma ATP-mittari, mikä tekee pintapuhtauden tarkkailusta nopeaa ja kätevää.

Osana At Saucen omavalvontaa tuotantoympäristöstä otetaan puhtausnäytteitä vähintään kerran kuukaudessa näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Näytteenottosuunnitelmassa on määritetty näytteenottokohteet. Prosessisäiliön näytteenottokohteet ovat samat kuin työssä määritetyt: sekoittajan lapa, sisäseinä ja poistoputki. Jatkossa voidaan myös miettiä mahdollisten viikoittaisten pintapuhtausnäytteiden ottoa prosessisäiliöstä riittävän pesutuloksen varmistamiseksi.

## 7.2 Kiitokset

Työn ohjaajana At Saucen puolelta toimi laatuasiantuntija Anu Lindeberg, jonka asiantuntijuus auttoi suuresti sekä opinnäytetyön teoriaosuudessa että käytännön osuudessa. Lisäksi työn käytännön osuudessa suurta apua tarjosi tietotaidollaan sekä kokemuksellaan At Saucen tehtaanjohtaja ja tuotantopäällikkö Juuso Tani. Pesuihin liittyvään teoriaan sain merkittävää apua Christeyns Nordic Oy Ab:n avainasiakaspäällikkö Juha Kangasalustalta.

## LÄHTEET

**3M. 2016.** Clean-Trace™ Luminometri LM1. *Käyttöopas*. [Online] Kesäkuu 2016. [Viitattu: 26. Heinäkuu 2021.]

**Aidian Oy. 2021.** aidian.fi. [Online] 2021. [https://www.aidian.fi/uploads/COM-Documents-and-materials/Hygicult/IFUs/132252-34\\_Hygicult\\_TPC\\_web.pdf](https://www.aidian.fi/uploads/COM-Documents-and-materials/Hygicult/IFUs/132252-34_Hygicult_TPC_web.pdf).

—. **2021.** aidian.fi. [Online] 2021. [https://www.aidian.fi/uploads/COM-Documents-and-materials/Hygicult/IFUs/132252-34\\_Hygicult\\_TPC\\_web.pdf](https://www.aidian.fi/uploads/COM-Documents-and-materials/Hygicult/IFUs/132252-34_Hygicult_TPC_web.pdf).

**At Sauce Oy. 2021.** Tietoa meistä : At Sauce Oy. *At Sauce Oy sivusto*. [Online] 2021. <https://www.atsauce.fi/tietoa-meista>.

**Banmark. 2021.** Säiliöpesurit. *Banmarkin sivusto*. [Online] 2021. [Viitattu: 24. Syyskuu 2021.] <https://www.banmark.fi/tuotteet/laitteet/sailiopesurit/>.

**Berk, Zeki. 2013.** *Food Process Engineering and Technology*. s.l. : Elsevier Science & Technology, 2013. s. 647.

—. **2013.** *Food Process Engineering and Technology*. s.l. : Elsevier Science & Technology, 2013. s. 561.

**Björkroth, Johanna. 2009.** Elintarvikkeille ominaiset pilaajamikrobit. *Aikakauskirja Duodecim*in sivusto. [Online] 2009. [Viitattu: 29. Lokakuu 2021.] <https://www.duodecimlehti.fi/duo97940>.

**Clark, Stephanie;Jung, Stephanie ja Lamsal, Buddhi. 2014.** *Food Processing : Principles and Applications*. s.l. : John Wiley & Sons, Incorporated, 2014.

**Ecolab. 2015.** CIP-kiertopesut. *Ecolabin sivusto*. [Online] 2015. [Viitattu: 18. Elokuu 2021.] <https://fi-fi.ecolab.com/kaeyttoekohteet/cip-kiertopesut.html>.

**Elintarviketeollisuusliitto. 2006.** Elintarviketeollisuuden HACCP-pohjainen omavalvontaohje - Yleisosa. *Elintarviketeollisuusliiton sivusto*. [Online] 2006. [Viitattu: 1. Marraskuu 2021.] [https://www.etl.fi/media/aineistot/suosituksset-ja-ohjeet/haccp\\_yleisosa1.pdf](https://www.etl.fi/media/aineistot/suosituksset-ja-ohjeet/haccp_yleisosa1.pdf).

**Eurofins Scientific Finland Oy. 2019.** Salmonella-analyysien näytteenotto-ohje. *Eurofins Scientific Finlandin sivusto*. [Online] 12. Joulukuu 2019. [Viitattu: 12. Elokuu

2021.] <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2853215/salmonellanaeytteenotto-ohjeet.pdf>.

—, 2021. *Tutkimustodistus*. Turku : s.n., 2021.

**Fellows, P.J. 2009.** *Food processeng technology: Principles and practice*. Kolmas. s.l. : Elsevier Science & Technology, 2009. s. 809.

**Forsythe, S.J. ja Hayes, P.R. 1998.** *Food Hygiene, Microbiology and HACCP*. New York : Springer US, 1998. s. 353.

**Forsythe, Stephen J. 2000.** *The Microbiology of Safe Food*. s.l. : John Wiley & Sons, Incorporated, 2000. s. 140.

**Foundation FSSC 22000. 2020.** FSSC 22000 Scheme Version 5.1. *FSSC 22000*. [Online] Marraskuu 2020. [Viitattu: 2. Marraskuu 2021.] [https://www.fssc22000.com/wp-content/uploads/2021/02/FSSC-22000-Scheme-Version-5.1\\_pdf.pdf](https://www.fssc22000.com/wp-content/uploads/2021/02/FSSC-22000-Scheme-Version-5.1_pdf.pdf).

**GEA. 2021.** Spray Balls. *GEAn sivusto*. [Online] 2021. [Viitattu: 24. Syyskuu 2021.] <https://www.gea.com/en/products/cleaners-sterilizers/tank-cleaning/static-cleaners/spray-balls-tank-cleaner.jsp>.

**Hygiena. 2021.** AlerTox® Sticks. *Hygienan sivusto*. [Online] Hygiena, 2021. [Viitattu: 9. Elokuu 2021.] <https://www.hygiena.com/food-safety-solutions/allergen-detection/alertox-sticks/>.

**Hänninen, Hanna;ym. 2018.** *Tekniikan kemia*. Helsinki : Edita Publishing Oy, 2018. s. 132.

**Innolact Group Oy. 2021.** Pienimuotoisen maidonjalostuksen valmistusprosessit, koneet ja laitteet. [Online] 21. Tammikuu 2021. [Viitattu: 9. Elokuu 2021.] [https://ruokaketjuelli.fi/wp-content/uploads/2021/01/Innolact\\_Maidonjalostusprosessin-koneet-ja-laitteet.pdf](https://ruokaketjuelli.fi/wp-content/uploads/2021/01/Innolact_Maidonjalostusprosessin-koneet-ja-laitteet.pdf).

**Kangasalusta, Juha. 2021.** *Pesuainepitoisuuden määrittäminen*. Turku, 4. Kesäkuu 2021.

**Kiilto. 2018.** kiilto.fi. [Online] Kiilto Oy, 15. Kesäkuu 2018. <https://www.kiilto.fi/uutishuone/valta-laaturiski-titrauksella-selvitat-vaikuttaako-pesuaineliuos-lopputuotteeseen/>.

**Kiwa Inspecta. 2021.** Elintarviketurvallisuus ja hallintajärjestelmien sertifiointi (ISO 22000 ja FSSC 22000). *Kiwan sivusto*. [Online] 2021. [Viitattu: 3. Elokuu 2021.] [https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme/elintarviketurvallisuus-ja-hallintajarjestelmien-sertifiointi-iso-22000-ja-fssc-22000/?gclid=CjwKCAjwr56IBhAvEiwA1fuqGpyzYBbz585ErlpGTpVauULInnJ1I2ExBA48afr8pvn2Vu--A1OwRBoCSW0QAvD\\_BwE](https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme/elintarviketurvallisuus-ja-hallintajarjestelmien-sertifiointi-iso-22000-ja-fssc-22000/?gclid=CjwKCAjwr56IBhAvEiwA1fuqGpyzYBbz585ErlpGTpVauULInnJ1I2ExBA48afr8pvn2Vu--A1OwRBoCSW0QAvD_BwE).

**Kuisma, Risto;ym. 2012.** Puhtausopas tuorevihannesten tuotantolaitoksille. *Helsingin yliopiston sivusto*. [Online] 2012. [Viitattu: 29. Heinäkuu 2021.] [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/36024/Tuorevihannesalan\\_Puhtausopas\\_20\\_08\\_2012.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/36024/Tuorevihannesalan_Puhtausopas_20_08_2012.pdf?sequence=1).

**Lehto, Marja;ym. 2015.** Hyvän käytännön ohje tuorekasviksia pilkkoville yrityksille. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus*. [Online] Lokakuu 2015. [Viitattu: 26. Heinäkuu 2021.] [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485824/luke-luobio\\_10\\_2015.pdf?sequence=4](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485824/luke-luobio_10_2015.pdf?sequence=4).

**Moerman, Frank;Rizoulières, P. ja Majoor, F.A. 2013.** Cleaning in place (CIP) in food processing. *ResearchGate*. [Online] Joulukuu 2013. [Viitattu: 30. Heinäkuu 2021.] [https://www.researchgate.net/publication/287028653\\_Cleaning\\_in\\_place\\_CIP\\_in\\_food\\_processing](https://www.researchgate.net/publication/287028653_Cleaning_in_place_CIP_in_food_processing).

—. 2013. Cleaning in place (CIP) in food processing. *ResearchGate*. [Online] Joulukuu 2013. [Viitattu: 11. Elokuu 2021.] [https://www.researchgate.net/publication/287028653\\_Cleaning\\_in\\_place\\_CIP\\_in\\_food\\_processing](https://www.researchgate.net/publication/287028653_Cleaning_in_place_CIP_in_food_processing).

**Motarjemi, Yasmine ja Lelieveld, Huub. 2014.** *Food Safety Management : A Practical Guide for the Food Industry*. s.l. : Elsevier Science & Technology, 2014.

**Mujtaba, Iqbal M.;Kittisupakorn, Paisan ja Niamsuwan, Sathit. 2011.** Minimization of water and chemical usage in the cleaning in place process of a milk pasteurization plant. [Online] Heinäkuu 2011. [Viitattu: 24. Marraskuu 2021.] [https://www.researchgate.net/publication/268057618\\_Minimization\\_of\\_water\\_and\\_chemical\\_usage\\_in\\_the\\_cleaning\\_in\\_place\\_process\\_of\\_a\\_milk\\_pasteurization\\_plant](https://www.researchgate.net/publication/268057618_Minimization_of_water_and_chemical_usage_in_the_cleaning_in_place_process_of_a_milk_pasteurization_plant).

**Mäki, Maarit;Manninen, Esa ja Nyman, Kaj. 2005.** Maitotilan pesuopas. *Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT)*. [Online] 29. Kesäkuu 2005. [Viitattu: 9. Elokuu 2021.] [http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Pesuopas\\_vari\\_08\\_2005.pdf](http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Pesuopas_vari_08_2005.pdf).

**Net-Foodlab Oy. 2013.** *Pikaohje Hygiena SystemSURE Plus -luminometrille.* s.l. : Net-Foodlab Oy, 2013.

**Oravainen, Reijo. 1999.** *Vesistötulosten tulkinta-opasvihkonen.* Tampere : Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 1999.

—. **1999.** *Vesistötulosten tulkinta -opasvihkonen.* Tampere : Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 1999.

**Perkiömäki, Jonna; Koivunen, Hanne ja Tuominen, Pirkko. 2013.** *VIRUSTEN DETEKTIO JA HALLINTAKEINOT PROSESSIYMPÄRISTÖISSÄ: Kirjallisuuskatsaus virusriskeistä.* s.l. : Ruokavirasto, 2013. s. 16.

**Pönkä, Antti;ym. 1999.** Pintahygieniatutkimusmenetelmien soveltuvuus elintarvikehuoneistojen seurantaan. *Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja.* [Online] Joulukuu 1999. [Viitattu: 26. Heinäkuu 2021.] <https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-12-99.pdf>.

**Ruokavirasto. 2020.** Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset - Ohje elintarvikealan toimijoille. *Ruokaviraston sivusto.* [Online] Huhtikuu 2020. [Viitattu: 2. Elokuu 2021.] [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-oppaat/elintarvikkeiden-mikrobiologiset-vaatimukset\\_4095\\_04\\_02\\_00\\_01\\_2020\\_4\\_liitteet-yhdistetty.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-oppaat/elintarvikkeiden-mikrobiologiset-vaatimukset_4095_04_02_00_01_2020_4_liitteet-yhdistetty.pdf).

—. **2020.** Omavalvonta. *Ruokaviraston sivusto.* [Online] 16. Huhtikuu 2020. [Viitattu: 23. Syyskuu 2021.] <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/omavalvonta/>.

—. **2021.** Puhdistuksen riittävyyden arviointi. *Ruokaviraston sivusto.* [Online] 19. Tammikuu 2021. [Viitattu: 29. Heinäkuu 2021.] <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/puhtaanapito/puhdistuksen-riittavyyden-arviointi/>.

—. **2019.** Ruokavirasto: Yleistä mikrobeista. *Ruokaviraston sivusto.* [Online] 1. Heinäkuu 2019. [Viitattu: 26. Heinäkuu 2021.] <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista/>.

**Salo, Jarmo; Tapiainen, Terhi ja Uhari, Matti. 2010.** Bakteeribiofilmit infektiotaudeissa. *Aikakauskirja Duodecim*in sivusto. [Online] 2010. [Viitattu: 24. Syyskuu 2021.] <https://www.duodecimlehti.fi/duo98732>.

**Sisäilmayhdistys ry. 2021.** Mikrobitutkimukset \ Näytteenotto. *Sisäilmayhdistys ry:n sivusto*. [Online] 2021. [Viitattu: 12. Elokuu 2021.] <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Mikrobitutkimukset/Naytteenotto>.

**Vaasan Vesi. 2021.** vaasanvesi.fi. [Online] 7. Huhtikuu 2021. <https://www.vaasanvesi.fi/-/talousveden-sahkonjohtavuus->.

**VTT. 2002.** *Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa: Hygieniäongelmien ja Listeria monocytogeneksen hallintakeinot*. Espoo : VTT, 2002.

**Ympäristö.fi. 2019.** Kaivoveden alkalointi ja pH:n säätö. *Valtion ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu*. [Online] 16. Joulukuu 2019. [Viitattu: 1. Marraskuu 2021.] [https://www.ymparisto.fi/fi-fi-rakentaminen/rakennushanke/talotekniset\\_jarjestelmat\\_lvi/vedenhankinta\\_kaivosta/Kaivoveden\\_laatu\\_ja\\_riittavyys/Kaivoveden\\_alkalointi\\_ja\\_pH](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennushanke/talotekniset_jarjestelmat_lvi/vedenhankinta_kaivosta/Kaivoveden_laatu_ja_riittavyys/Kaivoveden_alkalointi_ja_pH).



# Titrausohjeet pesuainepitoisuuden määrittämiseen



## **TITRAUSOHJEET vol 2.**

### **Mida Flow 142 CL**

#### **Reagenssit:**

1 % Fenoliftaleiini  
0,1N HCl, Suolahappo

#### **Välineet:**

Pipetti / Ruisku  
Mittalasi / Erlenmayer  
Byretti / Ruisku

#### **MIDA FLOW 142 CL ( Emäksinen kiertopesuaine )**

Otetaan näytettä 10 ml ja lisätään 2 – 3 tippaa fenoliftaleiinia. → Värin muutos punainen.

Titraataan 0,1N HCl → värin muutos punaisesta värittömäksi.

Kulutus ml x 0,044 = Konsentraatio % ( 100 % NaOH ).

Kulutus ml x 0,628 = Konsentraatio w/w % Mida Flow 142 CL.

#### **MIDA FLOW 210 FL ( Hapan kiertopesuaine )**

Otetaan näytettä 10 ml ja lisätään 2 -3 tippaa fenoliftaleiinia → Ei värin muutosta.

Titraataan 0,1N NaOH → värin muutos värittömästä vaaleanpunaiseksi.

Kulutus ml x 0,063 = Konsentraatio % (100% HNO3 ).

Kulutus ml x 0,166 = Konsentraatio w/w % Mida Flow 210 FL.

<p><b>Titration Protocol taking into account (alkaline) 100% NaOH</b></p> <p>Sample: 10ml</p> <p>Phenolphthaleine (2 – 3 drops)</p> <p>HCl 0.1N</p> <p>V = Volume of HCl until change of coloration</p> <p>% (product) = 0,044 x V (in mL)</p>	<p><b>Titration Protocol taking into account (acid) 100% HNO3</b></p> <p>Sample: 10ml</p> <p>Phenolphthaleine (2 – 3 drops)</p> <p>NaOH 0.1N</p> <p>V = Volume of NaOH until change of coloration</p> <p>% (product) = 0,063 x V (in mL)</p>
--	--

jk / 04062021 / JennaKänä

Kuva 13. Pesuainevalmistajan titrausohjeet (Kangasalusta, 2021).

## Vain yrityksen käyttöön

## Vain yrityksen käyttöön

## Vain yrityksen käyttöön

## Vain yrityksen käyttöön

## Vain yrityksen käyttöön

## Vain yrityksen käyttöön