



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Henna Koivula

Pakkauslinjaston homeseurantatuloksiin vaikuttavien tekijöiden selvitys

Case: Valio Oy, Oulu

Opinnäytetyö

Syksy 2020

SeAMK Ruoka

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Yleinen elintarviketeknologia

Tekijä: Henna Koivula

Työn nimi: Pakkauslinjaston homeseurantatuloksiin vaikuttavien tekijöiden selvitys

Ohjaaja: Matti-Pekka Pasto

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 14

Työn toimeksiantaja oli Valio Oy, Oulu. Työn tavoitteena oli tutkia tekijöitä, jotka voisivat aiheuttaa homeseurannan tuloksissa havaittua vaihtelua pikaripakkaamossa. Ilmiötä tutkittiin keskittämällä tutkimukset yhdelle pakkauskoneelle.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Työn tutkimus suoritettiin tekemällä tutkimusviikkoja, joiden aikana kerättiin näytteitä sekä pakkauskoneella pakatuista tuotteista että tutkittavista tekijöistä. Näytteitä otettiin niin, että niiden tuloksia voitiin verrata keskenään ja tehdä johtopäätöksiä tutkittavien kohteiden vaikutuksesta tuotteiden mikrobiologiseen laatuun.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Työssä ei pystytty selvittämään ilmiön juurisyytä. Tutkimuksen perusteella voitiin todeta, että vuodenaikojen vaihtelu vaikutti homeseurannassa havaittujen positiivisten tulosten määrän vaihteluun. Tutkitun ilmiön havaittiin vaikuttavan kaikkiin pakkauskoneella pakattuihin tuotteisiin, ei vain jogurttituotteisiin.

Osa opinnäytetyön tiedoista on poistettu liikesalaisuuksiin vedoten.

¹ Asiasanat: homesienet, maitovalmiste, meijeri, mikrobiologia, kontaminaatio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAMK Food

Degree programme: Biotechnology and Food Processing

Specialisation: General Food Technology

Author/s: Henna Koivula

Title of thesis: Determining the Factors influencing the Mould Monitoring Results of the Packaging Line

Supervisor(s): Matti-Pekka Pasto

Year: 2020

Number of pages: 39

Number of appendices: 14

The employer of this thesis was Valio Ltd, Oulu. The objective of this thesis was to study the factors that could cause the observed variations in the results of mould monitoring in goblet packaging machines. The phenomenon was studied by concentrating the studies on one packaging machine.

Contains business and professional secrets.

The research of this thesis was carried out by conducting research weeks, during which samples were collected both from the packaged products and the examined factors. The samples were taken in such way that their results could be compared with each other and conclusions could be drawn on the effect of the factors on the microbiological quality of the products.

Contains business and professional secrets.

It was not possible to determine the root cause of the phenomenon. Based on the research, it was found that the seasonal variation influenced the variation in the number of positive results observed in mould monitoring. The phenomenon studied was found to affect all products packaged on the packaging machine, not just yogurt products.

Some of the information in the thesis has been removed on the grounds of trade secrets.

¹ Keywords: moulds, dairy product, dairy plant, microbiology, contamination

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	8
2 HOMEET MAITOVAlMISTEISSA JA TUOTANTOYMPÄRISTÖSSÄ.....	10
2.1 Homeet maitovalmisteissa	10
2.1.1 Tuotteiden sisäiset homeiden kasvuun vaikuttavat tekijät.....	11
2.1.2 Tuotteiden ulkoiset homeiden kasvuun vaikuttavat tekijät	12
2.2 Homeet tuotantoympäristössä.....	14
2.2.1 Pintapuhtaus ja ilmanlaatu.....	14
2.2.2 Pukeutuminen ja hygienia elintarviketuotannossa	16
2.2.3 Muita tuotteiden mikrobiologiseen laatuun vaikuttavia tekijöitä tuotannossa	17
3 TYÖN TOTEUTUS	19
3.1 Pakkauskone ja siihen liittyviä taustatietoja	20
3.2 Tutkimuksien eteneminen	20
3.2.1 Ensimmäinen tutkimusviikko	21
3.2.2 Toinen tutkimusviikko.....	21
3.2.3 Kolmas tutkimusviikko.....	22
3.3 Tutkimuksen aikana kerätyt näytteet ja niiden käsittely	22
3.3.1 Tuotteista kerätyt näytteet.....	23
3.3.2 Pakkauslinjaston ja sen ympäristöstä kerätyt näytteet.....	24
4 TULOKSET JA TULOSTEN POHDINTAA.....	25
4.1 Tutkimusviikkojen tulosten pohdintaa	25

4.1.1	Tuotenäytteiden tulokset.....	26
4.1.2	Pakkauslinjaston ja sen ympäristön näytteiden tulokset	26
4.2	Tutkittujen tekijöiden vaikutus homeseurantaan	27
4.3	Tunnistettavaksi lähetettyjen homeiden tulokset ja pohdintaa	27
5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	33

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Homekasvua petrimaljalla (Grimes 2019).....	10
Kuvio 1. Työn eteneminen.	19
Taulukko 2. Ensimmäisen tutkimusviikon nollamaljojen ja -näytteiden tulokset.....	25
Taulukko 3. Toisen ja kolmannen tutkimusviikon nollamaljojen ja -näytteiden tulokset.	26

Käytetyt termit ja lyhenteet

Maldi-TOF	Massaspektrometriaa hyödyntävä mikrobientunnistusmenetelmä.
MMC	Valiolla käytössä oleva tuotannonohjausjärjestelmä.
MPCA	Milk Plate Count Agar.
pmy	Pesäkkeitä muodostavaa yksikköä.
sp.	Species eli laji suomeksi.
YGC	Yeast Extract Glucose Chloramphenicol agar. Valiolla käytetään myös lyhennettä HH eli hiivat ja homeet.

1 JOHDANTO

Työn toimeksiantaja oli Valio Oy, Oulu, jonka toimihenkilöt ja henkilökunta olivat mukana työn toteuttamisessa. Oulun tehtaalla valmistetaan tuoremaidot tuotteita pohjoisen Suomen tilallisilta kerätystä maidosta. Siellä on erikoistuttu hapanmaidot tuotteisiin, joita pakataan sekä harja- että pikaripakkaus koneilla. Tehdas on ollut toiminnassa jo 1980-luvun alusta lähtien, ja se työllistää nykyään noin 300 henkilöä. (Valio 2019.)

1.1 Työn tausta

Toimeksiantaja ehdotti pakkauslinjaston X homeiseurantatulosten positiivisten tulosten määrän vaihtelun selvittämistä. Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Homeiseuranta on osa Valion omavalvontaa. Se koostuu lämpöhuonenäytteistä, jotka kerätään eri kohdista tuoteajoa. Homeiseurannan tarkoituksena on saada parempi kuva tuotteiden valmistusprosessin ja tuotteiden mikrobiologisesta laadusta.

Tämä valittiin työn aiheeksi sen kiinnostavuuden ja tärkeyden takia. Työ oli hyvä mahdollisuus kehittää omaa ammattiosaamista sekä parantaa tuotteiden mikrobiologisen laadun ja siihen vaikuttavien tekijöiden ymmärtämistä.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli selvittää havaitun ilmiön juurisyy. Se pyrittiin selvittämään keräämällä näytteitä pakkaus koneesta ja sen ympäristöstä. Tarkoituksena oli selvittää jokin tietty tekijä, joka aiheuttaa pakkauslinjastolla havaitun haitan tuotteiden mikrobiologiseen laatuun.

1.3 Työn rakenne

Työn teoriaosuudessa käydään lyhyesti läpi yleisiä asioita homeista ja niiden kasvuun vaikuttavista tekijöistä. Tarkoituksena on saada parempi ymmärrys maitovalmisteiden tekijöistä, jotka vaikuttavat homeiden kasvamiseen. Tämän lisäksi teoriassa käsitellään mahdollisia tuotteiden kontaminaatiota aiheuttavia tekijöitä, joita esiintyy meijereissä ja muita elintarvikkeita valmistavissa tehtaissa. Tutkimuksen suoritusosuudessa tutkittiin yhdessä toimeksiantajan kanssa valittuja kohteita, jotka voisivat aiheuttaa homeiseurannassa havaitun

positiivisten tulosten määrän vaihtelun juurisyyn löytämistä. Samalla käydään läpi tutkimuksen aikana hankittua taustatietoa, joka antaa paremman ymmärryksen työn taustoista tehtaan toimintaan liittyen. Työn kahdessa viimeisessä osiossa käsitellään ja analysoidaan tutkimusviikkojen tuloksia ja niistä tehdään johtopäätöksiä tutkimuksen tavoitteeseen liittyen.

2 HOMEET MAITOVALMISTEISSA JA TUOTANTOYMPÄRISTÖSSÄ

Elintarvikelaissa (L 13.1.2006/23) säädetään yleisiä ohjeita sääntöjä ja vaatimuksia, jotka koskevat elintarvikkeita tuottavia yrityksiä, kuten meijereitä. Sen tarkoituksena on muun muassa asettaa vaatimuksia omavalvonnasta ja elintarvikehygieniasta elintarviketuottajille. Elintarvikelakia täydennetään erilaisilla asetuksilla, joiden tarkoituksena yhdessä lain kanssa on varmistaa, että markkinoille päätyisi vain turvallisia ja laadukkaita tuotteita. Niiden mukaan tuottajien omavalvontaan kuuluu esimerkiksi homeäärien seuraaminen tuotteissa ja tuotantoympäristössä, kuten pinnoilla ja ilmassa.

2.1 Homeet maitovalmisteissa

Aron, Koposen ja Lankisen (2013, 311) mukaan homeille ei ole tieteellistä määrittystä, mutta niille on olemassa määrittely kansankielellä. He määrittelevät homeet yksinkertaisesti nopeakasvuisina sienirihmastoina, jotka leviävät suvuttomasti itiöiden avulla. Myös Roller (2012, 18–21) toteaa homeiden lisääntyvän itiöiden avulla, mutta hän määrittelee homeet vähän eri tavalla ja esittelee, kuinka homeet voidaan erottaa hiivoista: hiivat ovat yksisoluisia ja homeet monisoluisia organismeja.

Homekasvuston pystyy näkemään paljaalla silmällä, mutta yksittäisten rihmojen ja itiöiden näkemiseen tarvitaan mikroskooppi, jota käytetään paljon apuna homeiden tunnistamiseen. Homekasvuston alkaa näkemään vasta sitten, kun se on alkanut kasvamaan, johon tarvitaan aikaa ja kasvua edistävät olosuhteet. (Aro ym. 2013, 311–315.) Elintarvikkeissa voi siis olla hometta tai homeitiöitä, vaikka niitä ei näkisi. Näkyvät homekasvustot voivat esiintyä monenlaisina ja -värisinä, eikä niitä voi tarkasti tunnistaa pelkästään paljaalla silmällä (kuva 1).



Kuva 1. Homekasvua petriمالjalla (Grimes 2019).

Homeet voidaan jakaa harmittomiin, haitallisiin ja hyödyllisiin. Kansa kuitenkin tunnistaa ne enemmän niiden haitallisuudesta kuin hyödyllisistä ominaisuuksista (Aro ym. 2013, 317). Harmittomat homeet aiheuttavat vain aistinvaraista haittaa. Haitalliset homeet voivat vapauttaa homemyrkkijä eli mykotoksiineja ympäristöönsä, joita ihmiset eivät pysty havaitsemaan tuotteista haistamalla tai maistamalla. (Bryksa & Yada 2018, 98.) Pidempiaikainen altistuminen mykotoksiineille voi aiheuttaa erilaisia vakavia sairauksia (Aro ym. 2013, 312; Bryksa & Yada 2018, 98).

On olemassa homeita, joita käytetään niiden ominaisuuksien takia hyödyksi eri aloilla, kuten elintarviketeollisuudessa. Tällaisia homeita ovat muun muassa *Penicillium*-lajiin kuuluvat homeet, joita käytetään esimerkiksi sinihomejuustojen valmistuksessa (Roller 2012, 20). Tässä työssä tarkasteltavien viilien valmistuksessa käytetään homeita, jotka luovat tuotteen pinnalle samettisen homekerroksen.

Homeitiöiden kasvuvaatimukset paikan suhteen eivät ole korkealla (Koort & Sivelä 2007, 207). Tämä tarkoittaa, että tietynlaiset elintarvikkeet, kuten meijerituotteet ovat otollinen paikka homeiden kasvuun niiden ominaisuuksien takia (Ruokavirasto 2018). Niissä olevat mikrobien kasvuun vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: elintarvikkeen sisäisiin ja ulkoisiin tekijöihin. (Björkroth 2007, 17.)

2.1.1 Tuotteiden sisäiset homeiden kasvuun vaikuttavat tekijät

Rollerin (2012, 130) ja Björkrothin (2007, 19–20) mukaan yksi tärkeistä homeiden kasvuun vaikuttavista tekijöistä elintarvikkeissa on pH. Homeitiöt pystyvät kasvamaan fermentoiduissa maitotuotteissa paremmin kuin muut mikrobit, koska ne ovat vaatimattomia kasvuympäristönsä suhteen ja sietävät paremmin poikkeavia happamuusolosuhteita. Tämä tekee homeista jogurttituotteiden yleisimmän pilaajan. Ne pääsevät kasvamaan parhaiten silloin kun tuotteiden pH ei ole laskenut tarpeeksi nopeasti. (Koort & Sivelä 2007, 207.)

Fellowsin (2017) mukaan hapetus-pelkistysreaktiossa saatu hapetusluku kertoo, millaisia mikrobeja tuotteissa kasvaa: aerobisia vai anaerobisia. Mikrobit, kuten homeet, jotka pystyvät kasvamaan vain aerobisissa olosuhteissa tarvitsevat positiivisen E_h -arvon. Kun tarkastellaan elintarvikkeiden säilymistä, niiden E_h -arvolla voi olla suuri vaikutus siihen millaisia pilaajamikrobeja tuotteessa pystyy kasvamaan. (Fellows 2017; Björkroth 2007, 21.) Homeiden aerobisuus vaikuttaa siihen, miten ne kasvavat tuotteissa. Koska homeet tarvitsevat happea

kasvaakseen, ne yleensä kasvavat tuotteiden pinnoilla, jossa sitä on enemmän niiden käytettävissä.

Tuotteen veden aktiivisuus vaikuttaa homeiden kasvamiseen, koska homeet tarvitsevat vettä kasvaakseen. Tuoreissa maitovalmisteissa aktiivisen veden määrä on yleensä 0,90–1,00, mikä tekee niistä suotuisia kasvualustoja homeille yhdessä muiden tekijöiden kanssa (Vesi, [viitattu 17.9.2020]). Koort ja Sivelä (2007, 205) ovat myös sitä mieltä siitä, että maitovalmisteet ovat hyvä kasvualusta homeille suuren vedenaktiivisuuden takia ja maidon sisältämien ravinteiden takia.

Sisäilmayhdistyksen (2008) mukaan monet homeet saavat tarvitsemansa ravinteet suoraan ilmasta. Tämän lisäksi homeet saavat ravinteita pinnoilta, joissa ne kasvavat, kuten maitovalmisteista. Homeiden tarvitsemat ravinteet vaihtelevat homelajeittain, mikä tarkoittaa, että jotkut homeet pärjäävät paremmin esimerkiksi sokeripitoisissa elintarvikkeissa kuin toiset (Kung'u, [viitattu 30.10.2020]). Björkroth (2007, 21) on samaa mieltä, että homeiden ravintotarpeet vaihtelevat lajeittain.

Jollain tuotteilla saattaa olla mikrobien, kuten homeiden, kasvua estäviä antimikrobisia ominaisuuksia. Tällainen on esimerkiksi maidolla oleva laktoperoksidaasi-systeemi, joka on niissä luontaisesti oleva antimikrobinen aine. (Björkroth 2007, 22.)

2.1.2 Tuotteiden ulkoiset homeiden kasvuun vaikuttavat tekijät

Elintarvikkeiden mikrobiologiseen laatuun vaikuttavat tuotteiden sisäisten tekijöiden lisäksi erilaiset ulkoiset tekijät. Niitä ovat varastointilämpötila, ympäristön suhteellinen kosteus, kaasuatmosfääri ja mahdollinen muiden mikrobien aktiivisuus (Björkroth 2007, 22).

Lämpötila on yksi suurimmista mikrobien kasvua rajoittavista tekijöistä. Homeiden optimikasvulämpötila on Ruokaviraston (2019c) mukaan +20–45 celsiusastetta. Tämä tarkoittaa, että homeet saadaan kasvamaan tuotenäytteissä hyvin huoneenlämmössä (noin +21 celsiusastetta), jos tuote on kontaminoitunut. Tätä käytetään hyväksi työssä tarkasteltavassa homeseurannassa. Vastaavasti homeet eivät kasva hyvin alhaisissa lämpötiloissa. Ruokaviraston (2019c) sekä Breidtin ja Costilow'n (2004) mukaan homeista ja niiden itiöistä pääsee eroon kuumentamalla tuote +70–80 celsiusasteen lämpötilaan.

On tärkeää huomata, kuinka vuodenaajat, ja niiden tuomat ilmankosteuden ja -lämpötilojen muutokset vaikuttavat homeiden kasvuun ja määrään ilmassa. Koska homeet pitävät lämpimistä ja kosteista olosuhteista, kesä ja loppukesä ovat otollista aikaa niiden kasvuille. Talvet sen sijaan ovat kuivia ja lämpötilat matalia, jolloin homeiden määrä ilmassa vähenee. (Lenzo 2015.)

Homeiden kasvuun vaikuttaa kyseisen vuoden ajan sää, jonka Vilja-alan yhteistyöryhmä (2015) totesi tutkiessaan mykotoksiinien esiintyvyyttä viljassa edeltävinä vuosina. Heidän tutkimuksensa mukaan sään vaihdellessa vuodesta vuoteen samalla ilmassa havaittujen homeiden ja niistä vapautuvien mykotoksiinien määrä vaihteli. Heidän havaintojen mukaan alkukesästä sään ollessa lämmin ja kuiva homeita ei kasva yhtä paljon kuin loppukesää kohden mennessä. Silloin sää on vielä lämmin, mutta ilma alkaa olla kosteampi syysateiden takia (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2015). On kuitenkin otettava huomioon, että tutkimus keskittyi mykotoksiinien esiintymiseen viljassa eikä homeiden kasvuun maitovalmisteissa.

Muita homeiden kasvamiseen vaikuttavia tuotteiden ulkopuolisia tekijöitä ovat säilytysympäristön suhteellinen kosteus ja kaasuatmosfääri, jossa tuotteet säilötään. Korkea ympäristön suhteellinen kosteus nostaa tuotteen veden aktiivisuutta, jonka on jo aiemmin todettu parantavan homeiden kasvamista tuotteissa. (Björkroth 2007, 22.) Kaasuatmosfääri, jossa tuotteet ovat vaikuttaa homeiden kasvuun, sillä homeet tarvitsevat happea kasvaakseen (Stranks 2007, 6–13). Työssä keskitytään maitovalmisteisiin, jotka ovat pakattuna niin, että niissä on happea. Tuotteiden säilytys atmosfääriä voidaan muokata monella eri tavalla. On kuitenkin otettava huomioon, että nämä menetelmät eivät sovi kaikkien elintarvikkeiden säilöntään. (Laukkanen 2007, 338–341.)

Lappalaisen (2015) mukaan muiden mikrobien aktiivisuudella tarkoitetaan mikrobin kykyä estää toisen mikrobin kasvamista samalla kasvualustalla. Björkroth (2007, 22) on hänen kanssaan samoilla linjoilla ja antaa esimerkin siitä, kuinka suuri määrä maitohappobakteereja tuotteessa voi estää muiden mikrobien, kuten haitallisten homeiden kasvua. Tämä tulee esille joissain työssä käsitellyissä viileissä, joihin on lisätty hyödyllisiä homelajeja, jotka estävät muiden mikrobien kasvua valtaamalla koko kasvualustan.

2.2 Homeet tuotantoympäristössä

Lähes kaikki maitovalmisteet pastöroidaan eli tuotteissa ei pitäisi olla tuotteita pilaavia mikrobeja, kuten homeitiöitä sen onnistuessa. Ne voivat kuitenkin päätyä tuotteeseen pastöroinnin jälkeisissä valmistus- tai pakkausprosesseissa. (Koort & Sivelä 2007, 206–207.) Lämpökäsittelyn jälkeinen tuotteiden kontaminaatio tapahtuu todennäköisesti tuotantoympäristön vaikutuksesta, esimerkiksi laitteiden ja putkistojen, ilman tai ihmisten kautta (Møretrø & Langsrud 2017). Työn tutkimuksen ja yleisen puhtauden ylläpitämisen kannalta tärkeitä aiheita ovat muun muassa ilmanlaatu, pintojen puhtaus ja erilaiset hygieniakäytännöt, joita ihmiset noudattavat.

2.2.1 Pintapuhtaus ja ilmanlaatu

Møretrø ja Langsrudin (2017) mukaan tuotantoalueen pintojen puhtaus vaikuttaa elintarvikkeiden turvallisuuteen, laatuun ja mikrobiologiseen säilyvyyteen. Yleisesti elintarviketuottajat puhdistavat tuotantoalueen tuotannon tai pakkauksen jälkeen, jolloin päästään eroon suuresta osasta tuotannon aikana kertyneistä elintarvikeroiskeista, vedestä ja mikrobiologisista saastuttajista. Mikrobeja voi kuitenkin jäädä vaikeasti pestäviin paikkoihin, jos siivousta ei tehdä kunnolla. Pinnoilta mikrobit leviävät muun muassa ilman ja ihmisten kautta. (Møretrø & Langsrud 2017.)

Tuotantoalueen puhtaudesta ja pesujen onnistumisesta voidaan olla varmoja suorittamalla sekä aistinvaraista tarkkailua että mikrobiologista puhtaustarkkailua tuotantoalueella ja tutkimalla elintarvikkeiden mikrobiologista laatua. Kaikkia tarkkailumenetelmiä tulee käyttää, että saadaan paras kuva tuotantotilojen puhtaudesta. Mikrobiologista puhtaustarkkailua tulee tehdä säännöllisesti aistinvaraisen arvioinnin ohella, koska se antaa hyvän kuvan puhdistustoimien onnistumisesta ja voidaan tunnistaa ongelmakohtia tuotantolaitoksen puhdistustoimissa. Pintapuhtausnäytteitä tulee ottaa eri paikoista, kuten pakkauskoneen pinnoilta työvälineistä ja henkilökunnan käsistä. (Ruokavirasto 2020.)

Pintapuhtauden analysointiin voidaan käyttää useita eri menetelmiä, kuten viljelymenetelmää, viljelyyn perustuvaa kontaktilevyä (agar) ja kasvualustoja sekä ATP:n mittaamiseen käytettävää luminometriä (Ruokavirasto 2020). Eri menetelmillä kuitenkin menee oma aikansa ennen kuin tulokset ovat luettavissa, esimerkiksi luminometrillä tulokset saa jo muutamassa minuutissa, kun taas kontaktiagareilla siihen menee useampi vuorokausi (Lundén 2007, 371–

372). Tämä johtuu siitä, että näyte pitää inkuboida eli kasvattaa mikrobit kontrolloiduissa olosuhteissa (Tieteen termipankki 2014). Kun tuotannossa halutaan tulokset nopeasti, esimerkiksi ennen pakkauksen aloittamista, käytetään luminometriä nopean tuloksen saamiseksi. Sillä ei kuitenkaan voi mitata tarkasti millaisia mikrobeja siveltävällä pinnalla on, koska luminometri kykenee mittaamaan vain pinnalla olevien elävien solujen kokonaismäärän (Virtaine, Rahkio & Teirmaa 2013, 13).

Valviran (2020) asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan pintapuhtausnäytteet, jotka tutkitaan elatusaineen avulla, on tehtävä viimeistään seuraavan päivän aikana niiden ottamisesta. Niitä on säilytettävä +4–8 celsiusasteessa jääkaapissa, jotta näytteet säilyvät ja saadaan luotettavat tulokset.

Pintapuhtautta tutkiessa raja-arvot vaihtelevat tutkintatapojen ja tutkittavien pintojen välillä. Pintapuhtausvaatimukset ovat korkeampia sellaisilla pinnoilla, jotka ovat suoraan kontaktissa elintarvikkeiden kanssa. (Taikina-Aho 2019.) Pintapuhtaus on tiukempi tuotantoalueella, koska siellä pilaajamikrobit päätyvät helpommin valmistettaviin ja pakattaviin elintarvikkeisiin.

Leppäsen (2020) mukaan hyvä ilmanlaatu on tärkeä asia elintarviketuotannossa, koska huono ilmanlaatu voi aiheuttaa elintarvikkeiden pilaantumista ja lisäkustannuksia yritykselle. Hänen mukaansa erilaiset epäpuhtaudet voivat päätyä tuotantotiloihin esimerkiksi ilmanvaihdon kautta, joten tehtaassa tulee huolehtia tarpeeksi hyvästä ja tilaan sopivasta ilmansuodatuksesta sekä -puhdistuksesta. Kun ilmanlaatua tarkkaillaan ja sen laatu pidetään hyvänä, voidaan välttyä elintarvikkeiden kontaminaatiolta (QleanAir Scandinavia, [viitattu 25.9.2020]).

Ilmasta saadaan otettua näytteitä muun muassa ilmanäytekerääjällä. Kerääjään asetetaan petrimalja, jossa on elatusaine ilmasta kerättyjen mikrobien kasvamista varten. Kerääjä imee ilmaa yleensä 100 L/min virtausnopeudella petrimaljalle rei'itetyn näytteenottopään läpi. (VWR, [viitattu 31.10.2020].) Ilmankerääjällä saadut tulokset lasketaan Fellerin-taulukon mukaan, koska sen avulla voidaan tarkentaa saatua tulosta (Emtek 2016).

Käyttämällä valikoivia elatusaineita voidaan ilmanäytekerääjällä tutkittavasta kohteesta tarkastella erilaisia mikrobeja ja niiden määrää. Valikoivat elatusaineet on luotu kasvattamaan haluttuja mikrobeja ja samalla estämään muiden mikrobien kasvua. (Roller 2012, 31–32.) On olemassa sellaisia elatusaineita, jotka keskittyvät homeiden viljelyyn.

Valviran (2020) asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa käsitellään rakennuksien kosteusvaurioihin viittaavia tekijöitä, kuten ilman laatua. Sen mukaan 100–500 *pmy*/m³ sienipitoisuudet ovat talviaikaan poikkeavan suuria. Valviran soveltamisohjeen raja-arvo kuitenkin koskee taajama alueella olevaa asutusta, joten se ei ole paras mahdollinen lähde tuotantolaitoksien ilmanlaadun tarkkailuun. Siitä kuitenkin saa hyvää suuntaa, millainen on hyvä sisäilmanlaatu.

Ilmassa esiintyy monia eri homeiden lajeja. Sisäilmayhdistyksen (2008) mukaan Suomen ulkoilmassa esiintyy esimerkiksi *Cladosporium*- (85 %), *Penicillium*- (4 %) ja *Geotrichum*- (0,5 %) lajeihin kuuluvien homeiden itiöitä. Näiden lisäksi ilmasta voi löytää *Methylobacterium*-lajiin kuuluvia homeita, joita esiintyy myös vedessä ja maaperässä (Yano, Kubota, Hanai, Hitomi & Tokuda 2012).

2.2.2 Pukeutuminen ja hygienia elintarviketuotannossa

Ihmiset kantavat mukanaan erilaisia mikrobeja, kuten homeita ulkoisesti sekä ihollaan että vaatteissaan. Ne voivat aiheuttaa tuotteiden kontaminoitumista päätyessään tuotteeseen valmistus- tai pakkausprosessien aikana. (Roller 2012, 4–5.) Tällaiset homeet voivat kuulua esimerkiksi *Geotrichum*-lajiin (Thornton, Slaughter & Davis 2010). Ruokavirasto (2019a) on Rollerin kanssa samoilla linjoilla ja lisää vielä, että tuotteiden saastumista ihmisten kautta voidaan vähentää hyvällä hygienialla, oikealla vaatetuksella sekä suhtautumisella sairastumisiin ja haavoihin.

Elintarviketuotannossa käytetään suojarahvarustusta, jonka tarkoituksena on vähentää elintarvikkeiden kontaminoitumista. Siihen kuuluu muun muassa vain työssä käytettävät, helposti puhdistettavat vaatteet, joista näkee helposti mahdolliset likatahrat. Työasustukseen kuuluu myös jalkineet, joita käytetään tietyllä hygienialueella. (Pukeutuminen työssä, [viitattu 24.9.2020].) Henkilöllä, joka työskentelee tilassa pakkaamattomien elintarvikkeiden kanssa, tulee olla myös päähine peittämässä hiukset ja vaatetusta tulee vaihtaa tarpeeksi usein. Tuotannossa tulee käyttää muita suojarahvarusteita tarpeen mukaan. Työntekijöillä ei saa olla koruja tai rakennekynsiä tuotantoalueella, sillä ne ovat hyviä kasvupaikkoja mikrobeille. (Ruokavirasto 2019a.) Valiolla noudatetaan näitä ohjeita ja työntekijöille annetaan toiset vaatteet, joita käytetään esimerkiksi ulkona liikkumiseen. Tällaiset vaatteet pidetään erillään

tuotannossa käytettävistä vaatteista, jotta mikrobit ja lika eivät kulkeutuisi tuotantoon ja saastuta elintarvikkeita.

Mikrobien leviämistä käsien kautta voidaan estää hyvällä käsihygienialla ja oikein käytetyillä suojakäsineillä. Käsiä tulee pestä usein ja aina kun koskee likaisia pintoja. Suojakäsineitä tulee vaihtaa usein ja niiden tullessa kosketuksiin likaisten pintojen kanssa. (Ruokavirasto 2019a.) Tuotannossa on otettava huomioon, että käsissä voi olla mikrobeja, vaikka ne näyttäisivät olevan silmämääräisesti puhtaat.

2.2.3 Muita tuotteiden mikrobiologiseen laatuun vaikuttavia tekijöitä tuotannossa

Hyvä tuotantolinjaston suunnittelu on tärkeää, sillä se vaikuttaa tuotteenlaatuun ja voi huonosti suunniteltuna aiheuttaa tuotteiden pilaantumista. Linjastoissa ei saa olla kuolleita kulmia tai umpikujia, sillä ne eivät puhdistu kunnolla CIP-pesun aikana ja aiheuttavat tuotteelle mikrobiologisen kontaminoitumisen riskin antamalla mikrobeille hyvän kasvualustan. Muita ongelmia tuotannossa ovat kohdat, jonne vesi ja pesuaineet voivat jäädä muhimaan sekä sellaiset kohdat, jonne tuote menee, mutta pesu- ja desinfiointiaineet eivät. Tuotetta voi myös jäädä muhimaan erilaisten antureiden ja pumppujen liitoskohtiin sekä huonoihin hitsausliitoksiin. Valitsemalla oikeanlaiset laitteet ja tekemällä hyvät puhdistusmenetelmät linjastoa varten, voidaan vaikuttaa suuresti valmistettävien tuotteiden mikrobiologiseen laatuun. (Toivanen 2007, 359–362.)

Elintarvikkeiden tuotantolaitoksessa käytettävän veden laadun valvonta on osa omavalvontaa, jonka suorittamisesta säädetään elintarvikelain lisäksi erilaissa asetuksissa. Veden laadun hallinta on tärkeä, sillä sitä kulutetaan paljon elintarvikkeiden tuotannossa eri asioihin, kuten tuotteen raaka-aineena, tuotemassan jäähdyttämiseen sekä pakkauskoneiden ja linjastojen pesemiseen. Schleiningin (2007, 60) mukaan tuotannossa käytetään vettä eri tarkoituksiin eikä niiden saisi sekoittua keskenään, koska ne ovat erilaatuisia. Hän menee syvemmälle veden erilaatuihin, mutta ne eivät päde Suomessa käytettävään veteen sen paremman laadun takia. Eviran (2018) mukaan Suomessa käytetään talousvettä sekä kotona että elintarviketeollisuudessa. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (2020) mukaan Suomessa vesilaitoksilta koteihin ja tehtaille tuleva vesi on puhdasta ja turvallista käyttää. Veden laatua on kuitenkin tarkkailtava tehtailla, että se on varmasti laatustandardien mukaista.

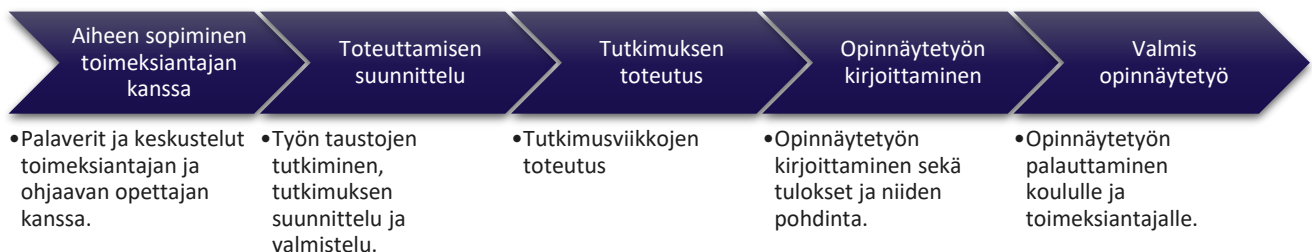
Tuotteet voivat kontaminoitua pakkauksen aikana, esimerkiksi itse pakkauskoneesta tai tuotteen pakkaamiseen käytettävän pakkausmateriaalin epäpuhtauksista. Pakkauskoneissa voi olla esimerkiksi liitoskohtia, jotka keräävät mikrobeja ja aiheuttavat tuotteen kontaminoitumista (Toivanen 2007, 362). Liitoksien lisäksi pakkauskoneissa voi olla sellaisia kohtia, jotka keräävät likaa eivätkä pakkaajat huomaa pestä kyseistä kohtaa. Toivasen (2007, 359–362) mukaan pakkauskone on yhdessä säiliöiden, putkistojen ja pumppujen kanssa yleisimpiä kontaminaatoriskin aiheuttajia meijeriteollisuudessa.

Pakkausmateriaalin tarkoituksena on suojata siihen pakattua tuotetta ulkopuolisilta pilaajilta, pitää tuote hyvänä sekä aistinvaraiselta ja mikrobiologiselta laadulta että ravitsevuudeltaan (Laukkanen 2007, 336). Pakkausmateriaali valitaan sen mukaan, millaista suojausta ja ominaisuuksia tuote vaatii pakkausmateriaalilta, että se säilyy hyvänä ja turvallisena kuluttajalle. Pakkausmateriaalia valittaessa on huomioitava esimerkiksi elintarvikkeen tarpeet, pakkausmateriaalien ominaisuudet ja ympäröivä ilmasto. (Popa & Belc 2007, 73–74.) Pakkausmateriaalin kaasuläpäisevyys voi antaa tuotteessa oleville mikrobeille, kuten homeille happea niiden kasvua varten (Laukkanen 2007, 337). Maitotuotteissa käytetään suurimmaksi osaksi sekä kartonki- että muovipakkauksia. Joskus pakkausmateriaali voi aiheuttaa tuotteiden pilaantumista ollessaan kontaminoitunut, esimerkiksi homeet voivat kulkeutua pakkausmateriaalin mukana tuotteeseen. Lundén ja Toivanaisen (2007, 368–369) mukaan yksi tapa, jolla voidaan vähentää pakkausmateriaalien ultravioletinvalon (UV-valo) avulla. UV-säteilytys voidaan tehdä pakkausmateriaaleja valmistavalla tehtaalla tai tuotantolaitoksella pakkauskoneella olevalla UV-säteilytyksellä. Kaikissa pakkauskoneissa ei kuitenkaan ole tätä mahdollisuutta.

3 TYÖN TOTEUTUS

Tämä työ oli toiminnallinen kehittämishanke. Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia. Salosen (2013) mukaan toiminnallisessa kehittämishankkeessa pyritään etenemään loogisessa järjestyksessä ja kehittämään jo olemassa olevaa kohdetta tai luomaan jotain uutta vanhan pohjalta. Hänen mukaansa kehittämistoiminnan keskiössä ovat muun muassa tuotoksen hyvä suunnittelu, näkyvä toiminta, uutuusarvo sekä tuotoksesta saatujen tulosten hyöty ja käytettävyys. Työ pyrittiin toteuttamaan näiden mukaan suunnittelemalla ja toteuttamalla tutkimusviikkoja tutkittavasta kohteesta ja saamalla lopputuotos, josta on hyötyä toimeksiantajalle.

Kehittämishankkeet ovat pitkiä ja aikaa vieviä. Tämä työ ei poikennut siitä, sillä sen tekeminen kesti lähes koko vuoden 2020. Työ aloitettiin keväällä sopimalla työn aiheesta toimeksiantajan kanssa, jonka jälkeen perehdyttiin koneeseen ja alettiin suunnittelemaan tutkimuksen toteutusta ja hankkimaan taustatietoa tehtaalta. Tutkimusviikkojen toteuttaminen sijoittui huhti- ja elokuun välille. Työtä varten kerättiin tietoa koko ajan, mutta työn kirjoittaminen ja tulosten syvempi analysointi sijoittui suurimmaksi osin syksylle ja talvelle 2020. Tutkimuksen tulosten analysointi suoritettiin määrällisellä analyysimenetelmällä luvussa 4. Määrällisessä tutkimuksessa keskitytään tutkimaan ilmiön syy-seuraussuhdetta ja käsittelemään työn aikana kerättyjä laajoja tietoja (Jyväskylän yliopisto 2015). Työn oli tarkoitus olla valmis ja lähetettynä toimeksiantajalle ja tarkistettavaksi opettajalle 31.12.2020 mennessä. Kuviossa 1 on havainnollistettuna opinnäytetyön kulku sen aloittamisesta palauttamiseen opettajalle ja toimeksiantajalle.



Kuvio 1. Työn eteneminen.

3.1 Pakkauskone ja siihen liittyviä taustatietoja

Pakkauskone X oli (sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia), joka koostui pikariasemasta, irrotettavista täyttöpäistä, välilehti- ja kohokansiasemasta sekä välilehtien eli alumiinikansien saumauksen tiiviyn tarkastajasta ja erillisestä hilloasemasta. Hilloaseman kautta tuotteeseen voitiin lisätä hillo massan sekaan. Kyseisellä koneella pakattiin enimmäkseen jogurttituotteita, kuten sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Pakkauskone ja siinä käytössä olleet linjastot pestiin ja huuhdeltiin normaalisti Valion käytänteiden mukaisesti. Koneen pintoja, kuten rataa ja täyttöpäitä, huuhdeltiin tarvittaessa tuoteajon aikana. Tuotteiden vaihdossa linjastot huuhdeltiin, sen mukaan millaisten tuotteiden kesken tuotevaihto oli. Huuhtelua ei kuitenkaan tehty, jos massa pysyi samana tai maustamattomaan tuotteeseen lisättiin hillo. Linjasto, sekä kone että sen ympäristö, pestiin aina päivän lopussa.

Työtä varten tarkasteltiin Valiolla tehtyä pakkauspuhtausseurantaa, joka koskee pakkauskoneella X pakattavien tuotteiden materiaaleja. Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Työssä päätettiin verrata vuoden 2020 homeseurantatuloksia vuoden 2019 tuloksiin tammi- ja heinäkuulta ilmiön paremman ymmärtämisen vuoksi. Lisäksi pakkauskoneen X tuloksia verrattiin pakkauskoneen Y tuloksiin samalta ajalta, koska se on saman merkin ja mallinen pakkauskone kuin tarkasteltava kone. On kuitenkin otettava huomioon, että pakkauskoneella X pakataan enemmän jogurttituotteita kuin muilla pikaripakkauskoneilla. Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

3.2 Tutkimuksien eteneminen

Suunnitelmavaiheen aikana päädyttiin toteuttamaan kaksi tutkimusviikkoa. Ne koostuivat viidestä arkipäivästä, koska pikaripakkaamossa ei pakattu viikonloppuisin. Ensimmäinen pidettiin keväällä, kun oli kylmä, ja toinen loppukesästä, kun ilma oli lämmin. Ensimmäisen tutkimusviikon jälkeen kuitenkin päätettiin, että ennen toista tutkimusviikkoa pidetään yksi tutkimusviikko.

Ennen jokaista tutkimusviikkoa osastoille, joita opinnäytetyötä varten suoritettavat näytteidenotot koskivat, lähetettiin Valion sähköpostin kautta informaation näytteiden ottamisesta. Sähköpostiin sisältyi osastokohtainen informaatio sekä ohjeet näytteidenottoa varten. Pakkauskoneelle X ja laboratorioon vietiin tulostetut ohjeet.

3.2.1 Ensimmäinen tutkimusviikko

Ensimmäinen tutkimusviikko sijoittui helmikuun puolivälille (15.–21.4.2020). Se alkoi poikkeuksellisesti keskiviikkona ja loppui tiistaina. Siinä laboratorion henkilökunta keräsi annettujen ohjeiden mukaan säiliö-, laskeuma- ja ilmanäytteitä (liite 1). Pakkaajat ottivat ohjeiden mukaan aloitus-, vesi- ja lämpöhuonenäytteitä sekä kontin- että säiliönvaihtonäytteitä (liite 2). Näytteitä otettiin sekä pakatuista tuotteista että tutkittavista kohteista, että saataisiin hyvä kuva siitä, miten tutkitut tekijät vaikuttavat tuotteiden laatuun. Laboratorioon tulleet näytteet käsiteltiin Valion ohjeen mukaan ja saadut tulokset ilmoitettiin joko työtä varten tehtyyn tulostenilmoitustaulukkoon (liite 3) tai *MMC*:lle.

3.2.2 Toinen tutkimusviikko

Toinen tutkimusviikko päätettiin toteuttaa, kun ensimmäisen viikon tulokset tulivat tietoon eikä sen toteutukseen oltu tyytyväisiä. Tämä viikko sijoittui kesäkuun alkuun (1.–5.6.2020), jolloin oli aloitettu tuotantotilojen lattioiden tehopesut. Tällä tutkimusviikolla päätettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa olla ottamatta säiliönäytteitä ja vesinäytteitä, koska niissä ei havaittu homekasvua, mikä vahvisti jo olemassa olevaa tietoa, että nämä kohteet eivät ole ilmiön juurisyy. Samalla lisättiin sivelynäytteet otettavien näytteiden joukkoon, jotta voitaisiin tarkemmin tutkia pakkauskoneen pintoja, etenkin täyttöpäitä. Laskeumamaljojen agar vaihdettiin *YGC*-agariin, koska *MPCA*-agarilla otetut tulokset eivät olleet käyttökelpoisia tässä työssä. Lisäksi lämpöhuonenäytteitä alettiin ottamaan jokaisen tuotteen alusta ja sellaisella tavalla, että niistä tiedettiin, miltä täyttöpäältä näyte oli peräisin.

Toista tutkimusviikkoa varten laboratorion henkilökunta sai uudet ohjeensa näytteiden ottamiseen (liite 4). Myös pakkaajille annettiin uusi ohje niiden näytteiden ottamiseen ja käsittelyyn, jotka olivat heidän vastuullaan (liite 5). Tuloksia kerättiin *MMC*:n lisäksi lähes samanlaiseen taulukkoon kuin edellisellä kerralla (liite 6).

3.2.3 Kolmas tutkimusviikko

Kolmas tutkimusviikko sijoittui elokuun alkuun (3.–7.8.2020). Tällä kertaa otettiin samoja näytteitä kuin toisella tutkimusviikolla, mutta niiden ottamistiheyttä vähennettiin ja keskityttiin jogurttituotteisiin (liite 7), koska niissä oli paljon enemmän homekasvua kuin muissa tuotteissa edellisellä tutkimusviikolla. Sivelynäytteitä ei otettu tutkimusviikon viimeisenä päivänä, koska näytteenotto puikot olivat vähissä. Pakkaajat ottivat näytteitä saman ohjeen mukaan kuin toisella tutkimusviikolla (liite 4). Saadut tulokset, jotka eivät menneet MMC:lle, merkittiin samanlaiseen tulosten ilmoitustaulukkoon kuin toisella tutkimusviikolla, vain päivämäärä muutettiin (liite 6). Tällä viikolla kypsyttämö poikkeuksellisesti ilmoitti lämpöhuonenäytteissä kasvaneiden homeiden tiedot sähköpostin kautta, jotta välttyttäisiin suurelta ylimääräisten tulosten määrältä MMC:llä.

Kun kolmannen viikon tulokset olivat tulleet, valittiin 8 homekasvua sisältävää maljaa, jotka lähetettiin tunnistettavaksi Helsinkiin Valion tutkimuslaboratorioon (kuva 2). Lähetettäväksi maljoiksi valittiin sellaiset, joissa kasvoi mahdollisimman paljon erilaisia homekasvustoja. Tämän tarkoituksena oli saada selville, millaisia homeita näytteissä kasvaa ja mistä ne mahdollisesti ovat peräisin.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

3.3 Tutkimuksen aikana kerätyt näytteet ja niiden käsittely

Lähes kaikki näytteet käsiteltiin ja analysoitiin laboratoriossa. Poikkeuksena oli lämpöhuonenäytteet, jotka olivat kypsyttämön henkilökunnan vastuulla.

Osa näytteistä inkuboitiin ennen näytteiden viljelyä. Tällaisia näytteitä olivat säiliönäytteet, joita inkuboitiin Valion normaalin käytännön mukaisesti vuorokauden ajan huoneenlämmössä. Aloitusnäytteistä (sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia) inkuboitiin +30 celsiusasteen lämpökaapissa kolmen tunnin ajan.

Laboratoriossa viljelmät tehtiin näytteistä viimeistään seuraavana päivänä, jotta tulos olisi luotettava. Näytteitä säilytettiin jääkaapissa +4 celsiusasteessa viljelyyn asti. Näytteiden viljelyssä käytettiin 90 mm x 14,2 mm petrimaljoja. Tutkimuksen näytteistä 1 ml näytettä joko

laimennettuna tai ilman laimennosta. Laimennos tehtiin joidenkin jogurttituotteiden aloitusnäytteiden kohdalla. Laimennos otettiin huomioon tulostenluvussa.

Työssä käytettiin MPCA- ja YGC-agareita, jotka olivat valmistettu etukäteen steriileihin pulloihin. Niitä säilytettiin +4 celsiusasteen jääkaapissa ja sulatettiin tarpeen mukaan. Joka päivä otettiin nollamaljat käytetyistä agarpulloista ja tehtiin nollanäytteet sivelynäytteistä. Näin pidettiin huolta, että keitetyssä tai sulatetussa agarissa ei kasvanut valmiiksi mikrobeja. Sulatettuja agarpulloja säilytettiin käyttöpäivän ajan +42 celsiusasteen vesihauteessa, jotta ne eivät jähmettyisi. Ennen petrimaljojen valamista agarpullon suu liekitettiin, jotta välttyttäisiin mahdolliselta agarin kontaminaatiolta. Kun valettiin petrimaljalla olevia näytteitä, agarikaadettiin petrimaljalta alle puoleen väliin ja sekoitettiin. Agarin jähmetyttyä maljat laitettiin oikeaan lämpökaappiin. MPCA-agarilla valettuja maljoja inkuboitettiin +30 celsiusasteen lämpökaapissa kolme vuorokautta ja YGC-agarilla valetut viisi vuorokautta +25 celsiusasteen lämpökaapissa.

MPCA-agar on ei-valikoiva elatusaine, jolla voidaan tarkastella maitotuotteissa kasvavien kokonaisten bakteerien määrää eivätkä homeitiöt yleensä kasva MPCA-agarilla. Vain ensimmäisen tutkimusviikon laskeumamaljoilla käytettiin tätä agarikaadetta. YGC-agar sen sijaan on valikoiva elatusaine ja se keskittyy hiivojen ja homeiden esille tuomiseen. Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Näytteiden tulosten analysointi suoritettiin laskemalla maljoilla olevien pesäkkeiden määrät ja ilmoittamalla ne joko tulostenilmoitustaulukkoon tai MMC:lle. Näytteille oli asetettu omat raja-arvonsa, joiden avulla määritettiin, onko näytteen tulos raja-arvon ylittävä vai ei.

3.3.1 Tuotteista kerätyt näytteet

Säiliönäytteitä kerättiin valmistussäiliöissä olleista puolivalmisteista. Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Aloitusnäytteitä otettiin linjastolta lämpöhuonenäytteiden vertailuksi. Aloitusnäytteissä tulokset ovat pienestä osasta näytettä, kun taas lämpöhuonenäyte on kokonaisuudessaan näyte.

Kontin- ja säiliönvaihtonäytteitä kerättiin, koska haluttiin tietää, vaikuttaako jompikumpi tuotteiden kontaminoitumiseen. Kontin- ja säiliönvaihtonäytettä käsiteltiin samalla tavalla kuin aloitusnäytettä.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

3.3.2 Pakkauslinjaston ja sen ympäristöstä kerätyt näytteet

Vesinäytteitä päätettiin ottaa yhdeltä vesipisteeltä V11.1.0802, jossa olevaa letkua käytettiin pakkauskoneen huuhteluun pakkauspäivän aikana. Vesipisteeltä ei oteta normaalisti näytteitä vaan veden puhtaus tutkitaan tehtaalle tulevasta vedestä, jonka raja-arvo on 1 pmy/g. Näytteellä oli tarkoitus selvittää veden puhtautta viikon ajan ja poissulkea se vaihtoehtona.

Ilmanäytteiden tarkoituksena oli tarkkailla pakkauslinjaston ympäristön laatua ja sen muutosta tutkimusviikkojen ja -päivien aikana. Näytteitä otettiin MERCK:n MAS-mallin ilmanäytteenkeräjäjällä. Se keräsi ilmaa ympäriltään teholla 100 L/60 s. Tulosten luvussa käytettiin Fellerin-taulukkoa ja saatu tulos kerrottiin vielä kymmenellä, koska näytteiden tulos ilmoitetaan pmy/m³ ilmankeräimen virtausnopeuden mukaan.

Keräin puhdistettiin etanolilla jokaisen kerran jälkeen ja sen kansi steriloitiin autoklaavissa päivän päätteeksi. Kantta säilöttiin steriilissä pussissa seuraavaa käyttökertaa varten. Tarkoituksena oli vähentää näytteiden kontaminoitumisen riskiä.

Laskeumamaljojen tarkoituksena oli tarkkailla pakkauskoneen sisäistä ilmanlaatua. Tämän lisäksi haluttiin tietää, miten erilaiset häiriötekijät, kuten pakkaajien käyminen koneessa vaikuttivat ilmanlaatuun.

Sivelynäytteiden tarkoituksena oli kartoittaa tarkemmin pakkauskoneen pintojen puhtautta. Niissä keskityttiin erityisesti täyttöpäihin. Poiketen muiden näytteiden käsittelystä, ennen sivelynäytteiden ottoa puikot merkittiin, ja niihin lisättiin 10 millilitraa laimennosvettä steriilillä pipetillä. Kun näytteet oli otettu, sivelypuikot sekoitettiin Vortex-sekoittimella kahdeksan sekunnin ajan 2270 rpm teholla, että mahdolliset homeet sekoittuisivat veteen.

4 TULOKSET JA TULOSTEN POHDINTAA

Tulokset koostuvan kolmen tutkimusviikon aikana kerätyistä näytteistä sekä Helsinkiin tunnistettavaksi lähetettyjen maljojen homeiden tunnistuksesta. Tutkimuksen aikana saatuja tuloksia käsiteltiin niin sanallisesti, tilastollisesti kuin laskennallisestikin. Tietoja tarkasteltiin eri näkökulmista ja pyrittiin saamaan mahdollisimman paljon tietoa tutkittavista tekijöistä. Tulosten pohdinnassa käytettiin avuksi sekä teoriaosuuden tietoa että tutkimuksen aikana hankittua tietoa. Tulosten pohdinnassa tuotiin esille tutkimuksen suorituksen aikana tehtyjä virheitä ja havaintoja, joilla oli mahdollisesti vaikutusta tutkimuksen tuloksiin.

4.1 Tutkimusviikkojen tulosten pohdintaa

Kaikkien tutkimusviikkojen nollamaljojen ja -näytteiden tulokset kerättiin taulukkoihin 2 ja 3. Niissä ei kasvanut homeita tai hiivoja, mikä tarkoittaa, että tutkimuksissa käytetyt agarit eivät olleet kontaminoituneita eivätkä ne näin ollen vääristäneet tutkimuksen tuloksia. On kuitenkin otettava huomioon, että agar on voinut kontaminoitua nollamaljan tai -näytteen tekemisen jälkeen.

Taulukko 1. Ensimmäisen tutkimusviikon nollamaljojen ja -näytteiden tulokset.

PVM	YGC-AGAR		MPCA-AGAR
	HIIVAT	HOMEET	KOK. BAKT.
15.4.	0	0	0
16.4.	0	0	0
17.4.	0	0	0
20.4.	0	0	0
21.4.	0	0	0

Taulukko 2. Toisen ja kolmannen tutkimusviikon nollamaljojen ja -näytteiden tulokset.

TUTKIMUSVIIKKO	PVM	YGC AGAR		SIVELYNÄYTTEIDEN 0-NÄYTE (YGC-agar)	
		HIIVAT	HOMEET	HIIVAT	HOMEET
TOINEN	1.6.	0	0	0	0
	2.6.	0	0	0	0
	3.6.	0	0	0	0
	4.6.	0	0	0	0
KOLMAS	3.8.	0	0	0	0
	4.8.	0	0	0	0
	5.8.	0	0	0	0
	6.8.	0	0	0	0
	7.8.	0	0	-	-

4.1.1 Tuotenäytteiden tulokset

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

4.1.2 Pakkauslinjaston ja sen ympäristön näytteiden tulokset

Ensimmäisellä tutkimusviikolla kerättiin vesinäytteitä, joista ensimmäinen näyte oli otettu väärältä vesipisteeltä. Virhe kuitenkin huomattiin ja näytteitä siirryttiin ottamaan tarkoitettulta vesipisteeltä (liite 11). Vesinäytteistä tehdyissä viljelmissä ei kasvanut homeita, minkä perusteella voitaisiin päätellä, että tarkastellun vesipisteen vesi ei ollut kontaminoitunut homeilla eikä se kontaminoinut tuotteita täytön huuhtelun kautta. Vesinäytteiden ottoa olisi kuitenkin voinut jatkaa, jotta olisi saatu tietoa siitä, muuttuvatko tulokset ilman lämmitettä.

Tutkimusviikkojen aikana ilmanäytteiden positiiviset hometulokset eivät ylittäneet Valion raja-arvoja ja tulokset pysyivät pieninä. Ensimmäisen viikon aikana positiiviset tulokset olivat lähes jokapäiväisiä, ja niitä tuli useana eri ajankohtana päivässä. Tällä viikolla tuloksia oli huomattavasti enemmän kuin kahdella viimeisellä viikolla. Kaikkien viikkojen ilmanäytteiden positiiviset tulokset kuitenkin pysyivät alhaisissa lukemissa, jolloin niillä ei pitäisi olla suurta vaikutusta tuotteiden laatuun. (Liite 11; Liite 12; Liite 13).

Ensimmäisellä tutkimusviikolla laskeumamaljat otettiin MPCA-agarilla valetuille maljoille (liite 11). Näiden maljojen tulokset eivät ole vertailukelpoisia tämän tutkimuksen näkökulmasta. On kuitenkin huomioitava, että yhdellä maljalla havaittiin kasvavan homeen kaltaista kasvustoa yhtenä päivänä.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

4.2 Tutkittujen tekijöiden vaikutus homeseurantaan

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

4.3 Tunnistettavaksi lähetettyjen homeiden tulokset ja pohdintaa

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn perusteella tutkittu ilmiö pakkauskoneella X on vuodenajoista riippuvainen, joka korreloituu toimeksiantajan havaintojen ja teoriaosuudessa esitetyn tiedon kanssa. Ilmiö ei kuitenkaan vaikuta vain jogurttituotteisiin vaan se vaikuttaa kaikkiin pakkauskoneella pakattaviin tuotteisiin. Tuotteiden reagointi ilmiöön on kuitenkin voimakkaampaa jogurttituotteissa kuin muissa pakkauskoneella pakatuissa tuotteissa.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia. Ilmassa oleva pieni määrä hometta ei vaikuta tuotteiden laatuun negatiivisesti tutkimuksen tuloksien mukaan. Erilaiset häiriötekijät pakkauksen aikana kuitenkin voivat aiheuttaa negatiivisen ilmanlaadun muutoksen pakkauskoneen sisäisessä ilmassa, jolla saattaa olla vaikutusta tuotteiden laatuun.

Pakkauskoneen pinnat ovat puhtaita eivätkä ne vaikuta negatiivisesti homeseurantaan. Ilmiö ei myöskään johdu konttien vaihdosta, sillä ilmiö vaikuttaa sekä hillollisiin että hillottomiin tuotteisiin. Säiliötkään eivät ole tutkimuksen ja taustatiedon mukaan ilmiön juurisyy. Kohdetta ei voi kuitenkaan poissulkea kokonaan yhden keväällä suoritettun tutkimusviikon tulosten perusteella.

Tämän työn perusteella tutkitun ilmiön juurisyy on jokin muu tekijä, jota ei tutkittu tässä työssä. On kuitenkin otettava huomioon, että työstä saadut tulokset tehtiin pieninä otoksina ja kaikki tulokset eivät ole vertailtavissa keskenään. Laajemmalla tutkimuksella saisi vielä kattavamman ymmärryksen ja luotettavimmat tulokset pakkauslinjastolla olevista tekijöistä, jotka mahdollisesti vaikuttavat tuotteiden mikrobiologiseen laatuun. Juurisyyyn selvittämiseen tarvitaan lisää tutkimuksia, joita on hyvä alkaa tutkia tämän työn ja sen sisältämän teoriaosuuden pohjalta.

LÄHTEET

- Aro, N.; Koponen, H. & Lankinen, P. 2013. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Björkroth, J. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Breidt, F. & Costilow, R. 2004. Processing and Safety. Teoksessa: H. Fleming (toim.) Acidified Foods: Principles of Handling and Preservation. 2. uud. p. St. Charles: Pickle Packers International, Inc., 5-1 – 5-15.
- Bryksa, B. & Yada, R. 2018. Food science and technology. 2. uud. p. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Emtek. 2016. P100 Portable Microbial Air Sampler User's Manual. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 27.9.2020]. Saatavana: http://emtekair.com/pdf/P100_Users_Manual_MAY2016-FW1.095-web1.pdf
- Evira. 2018. Veden ja jään valvonta elintarvikehuoneistossa. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 28.11.2020]. Saatavana: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/elintarvikeala/valmistus/elintarvikeryhmat/vesi/eviran_ohje_10591_1.pdf
- Fellows, P. J. 2017. Food Processing Technology: Principles and Practice. [Verkkokirja]. 4. uud. p. Cambridge: Woodhead Publishing. [Viitattu 20.9.2020]. Saatavana Knovel-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Grimes, C. 4.11.2019. Mold: The Problem with Petri Dishes (for Mold testing). [Verkkosivu]. [Viitattu 29.10.2020]. Saatavana: <https://www.haywardscore.com/articles/the-problem-with-petri-dishes-for-mold-testing/>
- Jyväskylän yliopisto. 10.4.2015. Määrällinen analyysi. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.11.2020]. Saatavana: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/maarallinen-analyysi>
- Koort, J. & Sivelä, S. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Kung'u, J. Ei päiväystä. Factors that affect the growth of moulds. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <http://www.moldbacteriaconsulting.com/fungi/factors-that-affect-growth-of-moulds.html>
- L 13.1.2006/23. Elintarvikelaki.
- Laukkanen, R. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

- Lappalainen, M. 2015. Salaattien mikrobiologinen laatu Laukaan ympäristöterveydenhuollon alueella. [Verkkojulkaisu]. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja metsätalouden yksikkö, ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 20.9.2020]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015061313311>
- Lenzo, K. 15.12.2015. Usually warm weather triggers mold allergies. [Verkkosivu]. New Jersey: CNBC. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <https://www.cnbc.com/2015/12/15/unusually-warm-weather-triggers-mold-allergies.html>
- Leppänen, M. 8.9.2020. Hyvä ilmanlaatu on elintärkeää tuotannolle. [Verkkosivu]. Helsinki: Kehittyvä elintarvike. [Viitattu 25.9.2020]. Saatavana: <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/teemajutut/koneet-laitteet/hyva-ilmanlaatu-on-elintarkeaa-tuotannolle/>
- Lundén, J. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Lundén, J. & Toivanen, R. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Møretrø, T. & Langsrud, S. 2017. Residential Bacteria on Surfaces in the Food Industry and Their Implications for Food Safety and Quality vol. 16. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.9.2020]. Saatavana: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12283>
- Popa, M & Belc, N. 2007. Food Safety: A Practical and Case Study Approach. New York: Springer Science.
- Pukeutuminen työssä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Ruokatieto. [Viitattu 24.9.2020]. Saatavana: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/henkilokohtainen-hygienia/pukeutuminen-tyossa>
- QleanAir Scandinavia. Ei päiväystä. Elintarviketeollisuus. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.9.2020]. Saatavana: <https://www.qleanair.com/fi/toimialaratkaisut/teollisuus/elintarviketeollisuus>
- Roller, S. 2012. Essential Microbiology and Hygiene for Food Professionals. Lontoo: Hodder Arnold.
- Ruokavirasto. 2018. Elintarvikkeiden saastuminen (kontaminoituminen) ja pilaantuminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.11.2020]. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/elintarvikkeiden-saastuminen-kontaminaatio-ja-pilaantuminen/>
- Ruokavirasto. 2019a. Henkilökohtainen hygienia. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.9.2020]. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/yriytykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/henkilokohtainen-hygienia/>
- Ruokavirasto. 2019c. Yleistä mikrobeista. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.10.2020]. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista/>

- Ruokavirasto. 10.6.2020. Puhdistuksen riittävyyden arviointi. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.9.2020]. Saatavana: <https://ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/puhtaanapito/puhdistuksen-riittavyyden-arviointi/>
- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön – Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI- henkilöstölle. [Verkkojulkaisu]. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 24.10.2020]. Saatavana: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>
- Schleining, G. 2007. Food Safety: A Practical and Case Study Approach. New York: Spriger Science.
- Sisäilmayhdistys. 2008. Mikrobikasvun edellytykset. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.11.2020]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>
- Stranks, J. 2007. The A-Z of Food Safety. Lontoo: Thorogood Publishing.
- Taikina-Aho, S. 2019. Pintapuhtausnäytteiden ottaminen hygieniallisella TPC-menetelmällä ja tulosten tulkinta. [Verkkojulkaisu]. Lahti: Päijät-Hämeen hyvinvointiyhtymä. [Viitattu 27.9.2020]. Saatavana: <https://www.phhyky.fi/assets/files/2019/09/PINTAPUHTAUSN%C3%84YTTEIDEN-OTTAMINEN-HYGICULT-TPC-MENETELM%C3%84LL%C3%84.pdf>
- Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL). 9.10.2020. Talousvesi. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.11.2020]. Saatavana: <https://thl.fi/wed/ymparistoterveys/vesi/talousvesi>
- Thornton, C., Slaughter, D. & Davis, M. 2010. Detection of the sour-rot pathogen *Geotrichum candidum* in tomato fruit and juice by using a highly specific monoclonal antibody-based ELISA. International journal of food microbiology 143 (3), 166–172.
- Tieteen termipankki: hakusana Inkubointi. 4.12.2014. [Verkkosivu]. The Helsinki Term Bank for the Arts and Sciences. [Viitattu 10.12.2020]. Saatavana: <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:inkubointi>
- Toivanen, R. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Valio. 30.8.2019. Oulussa jalostetaan pohjoisen maidosta laatutuotteita. [Verkkosivu]. [Viitattu 12.11.2020]. Saatavana: <https://www.valio.fi/yritys/artikkelit/uudistuva-oulun-meijeri-tekee-hapanmaidotuotteita-tarkkuudella/>
- Valvira. 19.2.2020. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 25.11.2020]. Saatavana: <https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+IV.pdf/cdfaaa39-d2e5-4bd6-b9e9-6d9c0f60bff6>

Vesi. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Ruokatieto. [Viitattu 17.9.2020]. Saatavana: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/mikrobiologia/vesi>

Vilja-alan yhteistyöryhmä (VYR). 2015. Yhteenveto viljan homeetoksiiniseurannasta ja tuloksista viime vuosilta sekä tarpeet seurannan kehittämiseksi ja hyödyntämiseksi. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Vilja-alan yhteistyöryhmä. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: https://www.vyr.fi/document/1/63/6ef8d20/viljan_3a17dc4_Turvallisuusraportti_web.pdf

VWR. Ei päiväystä. Ilmanäytetekeräjä, MAS-100 Eco. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.10.2020]. Saatavana: <https://fi.vwr.com/store/product/11281560/ilmanaytekeraaja-mas-100-eco>

Yano, T., Kubota, H., Hanai, J., Hitomi, J. & Tokuda, H. 2012. Stress Tolerance of Methylobacterium Biofilms in Bathrooms. *Microbes and Environments* 28 (1), 87–95.

LIITTEET

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

