Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Janne Voong

Puolivalmisteiden pakkausmenetelmien laadun vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

3.4.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Janne Voong Puolivalmisteiden pakkausmenetelmien laadun vertailu 24 sivua + 1 liite 3.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat	lehtori Eija Koriseva tuotantovastaava Sara Karppanen

Insinöörityössä verrattiin kahden juustopuolivalmisteen laatua eri pakkausmenetelmien välillä.Tuotteissa on ilmennyt ennenaikaisia pilaantumisia säilytyksen aikana nykyisillä pakkausmenetelmillä ja aiheutunut hävikkiä jatkotuotannossa. Tavoitteena oli selvittää, onko pakkausten vaihtamisella vaikutusta juustojen laatuun.

Testierät pakattiin normaalin tuotannon aikana, jotta koeolosuhteet vastaisivat mahdollisimman paljon normaaleja tuotanto-olosuhteita. Testatut pakkausmenetelmät olivat leipälaatikko, pahvilaatikko sekä makkaramuotoon pakattu juustomassa. Molemmista tuotteista pakattiin kaksi pakkauserää, uudella sekä nykyisellä pakkausmenetelmällä. Tuotteista otettiin tuotespesifikaation mukaiset analyysit, enterobakteerit sekä bakteerien kokonaispesäkemäärä. Lisäksi analysoitiin myös hiivat ja homeet. Tuotteista lähetettiin viikon välein uusi näyte analysoitavaksi kahdeksan viikon ajan. Mikrobiologiset analyysit teetettiin Valion Lapinlahden laboratoriossa. Myös tuotteiden jäähtyvyyttä verrattiin eri pakkausmenetelmien välillä dataloggerilla. Jäähtyvyyttä mitattiin muutaman vuorokauden ajan.

Molempien tuotteiden mikrobiologiset tulokset olivat tuotespesifikaation rajojen sisällä. Tuotteissa ei havaittu pilaantumisia kahdeksan viikon aikana. Tuloksissa esiintyi pieniä poikkeavuuksia bakteerien kokonaispesäkemäärissä, mutta ne eivät vaikuttaneet tuotteiden lopulliseen laatuun. Jäähdytyksessä havaittiin suuriakin eroja pakkausmenetelmien välillä. Tehokkain jäähdytys havaittiin makkaraan pakatulla juustomassalla. Makkarapakkaukset jäähtyivät muutamassa tunnissa, leipälaatikkoon pakatut pari vuorokautta ja pahvilaatikkoon pakatut neljä vuorokautta.

Tuloksien perusteella molemmat puolivalmisteet voitaisiin jatkossa pakata testatuilla pakkausmenetelmillä. Mahdollisuuksien mukaan jatkotutkimuksella pystyttäisiin saamaan vertailutuloksia suorittamalla samanlainen toistokoe kesäkaudella.

Avainsanat	puolivalmiste, pakkausmenetelmä, tuotespesifikaatio

Author Title Number of Pages Date	Janne Voong Comparison of the Quality of Packaging Methods for Intermediate Products 24 pages + 1 appendix 3 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Biotechnology and Food Engineering
Instructors	Sara Karppanen, production Manager Eija Koriseva, Lecturer

The goal of the thesis was to compare the quality of two intermediate cheese products with different packaging methods. The products have shown premature spoilage during storage with current packaging methods and caused losses in downstream production. The aim was to study whether changing packaging had effects on the quality of cheeses.

The test batches were packed during normal production to achieve corresponding conditions. The tested packaging methods were a bread box, a cardboard box and a sausage-packed curd. Two batches of both products were packaged, using the new and the current packaging method. The products were analyzed according to the product specification which included enterobacteria and the total number of bacterial colonies. In addition to the product specification, yeasts and molds were included into analysis. A new sample of each product was sent to microbiological analyzes once a week for eight weeks. The microbiological analyzes were performed at Valio's Lapinlahti laboratory. The cooling of the products was also compared between different packaging methods with a datalogger. The cooling of the products was measured for a few days after packaging.

The microbiologial results of both products were within the limits of the product specification. No contamination was observed in the products during eight weeks. There were small discrepancies in the results in the total number of bacterial colonies, but it did not affect the final quality of products. Large differences in packaging methods were observed in cooling. The most effective cooling was observed with the curd packed in the sausage which cooled in a few hours. The cooling of the bread box packaging took few days and that of the cardboard box up to four days.

According to the results, both intermediate products could be further packaged using the tested packaging methods. If possible, further research could be done by repeating the test during the summer season to obtain results for comparison.

Keywords	Intermediate product, packaging method, product specification

Sisällys

Lyhenteet

1 Johdanto 1

2 Juusto ja sulatejuusto 2

2.1 Kovat ja puolikovat juustot 2
2.2 Sulatejuusto 5

3 Elintarvikehygienia 5

3.1 Yleistä pakkaustekniikasta 6
3.2 Mikrobien kasvuun elintarvikkeissa vaikuttavat tekijät 6
3.3 Yleistä riskimikrobeista 7
3.3.1 Hiivat 7
3.3.2 Homeet 7
3.3.3 Enterobakteerit 8
3.3.4 Bacillus cereus 9
3.3.5 Staphylococcus aureus 9
3.4 Elintarvikkeiden jäähdytys 10

4 Materiaalit ja menetelmät 11

4.1 Yleistä kokeellisesta osuudesta 11
4.1.1 Tuote A 12
4.1.2 Tuote B 13
4.2 Jäähdyttäminen ja seuranta 14
4.3 Näytteiden käsittely 15

5 Tulokset ja tulosten tulkinta 15

5.1 Jäähtyvyyden seuranta 15
5.2 Mikrobiologiset analyysit 17
5.2.1 Tuote A 18
5.2.2 Tuote B 20

6 Yhteenveto 22

Lähteet 23

Liitteet

Liite 1. Mikrobiologiset tulokset

Lyhenteet

a_w	Veden aktiivisuus, lukuarvo, jolla kuvataan mikrobien käytettävissä olevan veden määrää esimerkiksi elintarvikkeissa.
Pmy/g	Pesäkkeitä muodostavia yksiköitä grammaa kohden
UHT	Ultra High Temperature Processing eli iskukuumennus. Voimakas lämpö-käsittely, jonka tarkoituksena on tuhota maidon kaikki mikro-organismit.

1 Johdanto

Elintarviketeollisuudessa tehdään jatkuvasti töitä kestävien ja vastuullisten toimintamallien eteen. Tähän panostetaan elintarvikealalla sekä ympäristö- että taloudellisista syistä. Hävikin vähentäminen on tärkeä keino tulevaisuuden ruoantarpeiden turvaamisessa ja ruoan aiheuttamien ympäristövaikutusten vähentämisessä. Hävikin määrän vähentyessä yrityksille koituu säästöjä kustannuksissa, kuten esimerkiksi jätemaksuissa ja energiakustannuksissa. (Vainikainen 2019.)

Elintarvikkeiden muovipakkaukset nähdään usein merkittävänä ympäristökuormituksen aiheuttajana, vaikka merkittävin osa elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista syntyy tuotannossa. Pakkauksien yhtenä päätehtävänä on suojata tuotetta ja ehkäistä tuotteen ennenaikaisesta pilaantumisesta aiheutuvaa hävikkiä. Elintarvikeyrityksille pakkausmateriaalien uudelleenkierrätys sekä materiaalien uudelleenkäyttö ovat keinoja hallita hävikkiä. (Vainikainen 2019.)

Insinöörityön toimeksiantajana toimii Valio Oy:n Vantaan sulatejuustopakkaamo. Valio Oy on suomalainen elintarvikeyritys, joka jalostaa ja markkinoi pääosin maitotuotteita. Insinöörityö tehtiin Valion Vantaan sulatejuustopakkaamon tehtaalla. Haasteena on ollut eräiden juustojen puolivalmisteiden ennenaikainen pilaantuminen varsinkin kesäkaudella, mistä aiheutuu turhaa hävikkiä tuotannossa. Työn tavoitteena oli kokeilla kahden eri pakkausmenetelmän vaikutusta tuotteiden laatuun ja säilyvyyteen. Puolivalmisteista tehtiin tuotespesifikaatioiden mukaiset mikrobiologiset analyysit. Myös pakkausmenetelmien vaikutusta hiivojen ja homeiden määrään tarkasteltiin ja vertailtiin puolivalmisteiden laadullisia eroja.

2 Juusto ja sulatejuusto

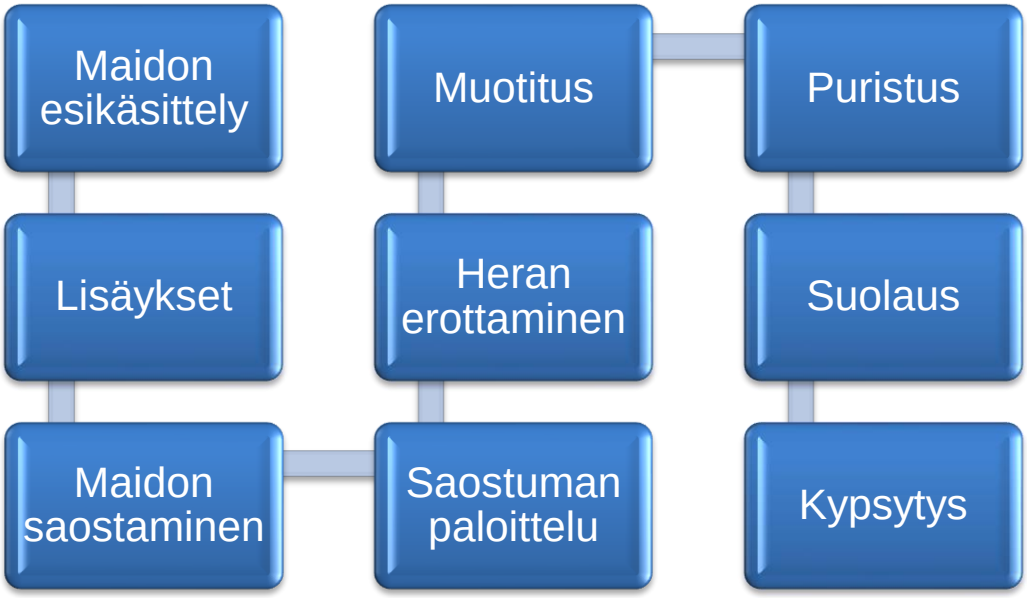
2.1 Kovat ja puolikovat juustot

Juusto on maitotiiviste, joka koostuu pääosin kaseiini-proteiinista ja rasvasta. Maailmassa tuotetaan monia erilaisia juustolajeja, joista valtaosa perustuu kaseiinin saostamiseen hapon tai entsymaattisen juoksetteen avulla. Juustoja luokitellaan nykyään kiinteyden, rasvapitoisuuden ja kypsytystavan mukaan. Kiinteyden osalta juustoja luokitellaan esimerkiksi kovaksi juustoksi (Emmental) tai puolikovaksi (Gouda). Kypsytystavan mukaan luokitellaan esimerkiksi kypsytetetyt juustot tai kypsymättömät juustot eli tuorejuustot. Kypsytysprosessi tarkoittaa juustojen säilyttämistä tietyissä olosuhteissa, jotta siinä tapahtuu juustolajille tarpeelliset fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset muutokset. (Saarela ym. 2010: 42)

Juustojen valmistusta säätelee hygienialainsäädäntö ja juustoilla on oma tuotekohtainen lainsäädäntönsä.

> Juustolla tarkoitetaan kypsyttämätöntä tai kypsytettyä maidosta ja/tai maitopohjaisista tuotteista entsyymien, maitohappobakteerien ja/tai maitohapon avulla saatua maidon proteiinien saostumaa, josta erilaisilla mekaanisilla erotusmenetelmillä saadaan poistettua heraa. Heraproteiinien prosentuaalinen osuus kokonaisproteiineista ei saa juustossa olla korkeampi kuin vastaava osuus on maidossa. Juuston valmistusaineena voidaan käyttää myös suolaa ja mausteita. (Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus juustosta 2007/856 § 2.)

Kovien ja puolikovien juustojen valmistusprosessin vaiheet tähtäävät maidon kuiva-ainepitoisuuden nostoon ja siten veden hallittuun erottamiseen muodostetusta saostumasta. Valtaosa juuston valmistuksesta voidaan jakaa kahteen pääryhmään, valmistus- ja kypsytysvaiheisiin. (Saarela ym. 2010: 45.)



Kuva 1. Juuston valmistusprosessin päävaiheet (Bylund 2003: 290)

Valmistusprosessi alkaa maidon esikäsittelyllä. Kukin valmistettava juustotyyppi edellyttävät omanlaisen esikäsittelynsä. Kaikille juustoille on kuitenkin kaksi yhteistä esikäsittelyvaihetta, maidon vakiointi sekä lämpökäsittely. (Saarela ym. 2010: 46.) Maidon vakioinnilla pyritään saada juustoon haluttu kuiva-aineen rasvapitoisuus ja lämpökäsittelyn tarkoituksena on tasata raaka-aine-eroja (Saarela ym. 2010: 48).

Lisäysvaiheessa tehdään maitoon tarvittavia lisäyksiä juustotyypistä riippuen. Käytetyimpiä lisäyksiä ovat hapate, kalsiumkloridi, juoksete sekä salpietari. Ensimmäinen lisäys on useimmiten hapate, joka voi olla tyypiltään mesofiilinen tai termofiilinen. Mesofiilisen mikrobikannan optimikasvulämpötila on yleensä 20 —45 °C, ja termofiiliset mikrobit suosivat lämpöä. Mesofiilisiä hapatteita käytetään yleensä pehmeiden tai puolikovien juustojen valmistuksessa ja termofiilisiä hapatteita taas kovien juustojen valmistuksessa. Juustohapatteet jaetaan näiden lisäksi vielä homofermentatiivisiin ja heterofermentatiivisiin riippuen hapatteessa olevien mikrobikantojen käymistuotteista. (Saarela ym. 2010: 49; Termofiili 2014; Mesofiili 2013.)

Juustonvalmistuksessa hapatteen tärkeimpänä tehtävänä on happamuuden lisääminen juustomaidossa, rakeistossa ja itse juustossa. Happamuuden lisääntyminen auttaa rakenteen muodostumista juustoon sekä heran erottumista. Hapatteen tehtävänä on muodostaa myös hiilidioksia, joka saa aikaan juustoissa olevat kolot. Hapatteet tuovat lisäksi makua sekä aromia juustoon. (Saarela ym. 2010: 49.)

Perinteisessä juustonvalmistuksessa perusideana on kaseiinin koaguloituminen. Koaguloituminen saadaan aikaseksi lisäämällä juustomaitoon juoksete. Juoksete-entsyyminä käytetään tavallisesti vasikanmahasta eristettyä kymosiinia, joka tunnetaan myös nimellä renniini. (Bylund 2003: 298.)

Kalsiumkloridi ($CaCl_2$) on valmistuksessa yleisesti käytetty apuaine, jolla palautetaan liukenevan kalsiumin määrän ennen lämpökäsittelyä olevalle tasolle. Lämpökäsittelyn aikana kalsiumia voi saostua liikaa. (Saarela ym. 2010: 48–49.) Kalsiumkloridin avulla saadaan riittävä lujuus koaguloitumiselle (Bylund 2003: 297).

Salpietaria eli kaliumnitraattia (KNO_3) käytetään valmistuksessa voihappobakteerien ja koliformisten bakteerien aiheuttamien virhekäymisten estämiseksi. Salpietarin yliannostus voi vaikuttaa juuston kypsymiseen tai jopa estää kokonaan kypsymisprosessin. (Bylund 2003: 298.)

Lisäyksien jälkeen seuraa saostuman paloittelu. Saostuman paloittelun tehtävänä on edistää heran erottumista saostumasta, jonka jälkeen hera erotetaan massasta. Juustomassa kiinteytetään puristusvaiheessa, joka tapahtuu juustopuristimilla tai itsepuristumalla oman painonsa avulla. Puristuksella saadaan juusto haluttuun muotoon, jonka jälkeen aloitetaan suolausvaihe. Suolauksen tehtävänä on parantaa juuston makua, lisätä säilyvyyttä sekä vedensitomiskykyä. Suolausaika voi vaihdella muutamista kymmenistä minuuteista muutamaan vuorokauteen. Suolaus on viimeinen vaihe valmistuksesta, jonka jälkeen aloitetaan kypsytysvaihe. (Saarela ym. 2010: 52.)

Kypsytyksellä saadaan kullekin juustolajille oma ominaisuutensa, kun niitä säilytetään tietyissä olosuhteissa tietyn ajan. Ratkaisevana tekijänä on juuston entsyymintoiminta, joka saa juuston kypsymään sille ominaisella tavalla. Entsyymit ovat peräisin raaka-aineena käytetystä maidosta, hapatteesta sekä juoksetteesta. (Saarela ym. 2010: 53.)

2.2 Sulatejuusto

Sveitsiläiset Walter Gerber ja Fritz Settler keksivät vuonna 1911 sulatejuuston juuston säilyvyysajan pidentämiseksi. Sulatejuuston hyödyt ovat sen pitkän säilyvyysajan lisäksi mahdollisuus hyödyntää juustonpakkauksessa syntyviä leikkauskantteja ja 2. luokan juustoja, jotka ovat esimerkiksi juustoja, joiden valmistuksessa on tapahtunut virheitä ja joita ei voida laittaa myyntiin sellaisenaan. Valmistusprosessin vuoksi sulatejuustot eivät useimmiten sisällä patogeenisiä mikro-organismeja. (Gouda & Abou El-Nour 2003: 1.)

Sulatejuustojen valmistusta säätelee hygienialainsäädäntö, ja juustoilla on oma tuotekohtainen lainsäädäntönsä, kauppa- ja teollisuusministeriön asetus juustosta.

> Sulatejuustolla tarkoitetaan valmistetta, joka on saatu sulattamalla ja emulgoimalla yhtä tai useampaa juustolajia lämmittämällä ja emulgointiaineiden avulla. Sulatejuuston valmistusaineina voidaan lisäksi käyttää muita maitopohjaisia tuotteita ja vettä. Sulatejuuston laktoosipitoisuus saa olla enintään 5 painoprosenttia. Sulatejuuston maustamiseen voidaan käyttää muita elintarvikkeita siten, että niiden määrä kuiva-aineeksi laskettuna on enintään yksi kuudesosa lopullisen valmisteen kuiva-ainepitoisuudesta. (Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus juustosta 2007/856 § 2.)

Sulatejuuston valmistuksessa voidaan käyttää kypsyysasteeltaan eri juustoja. Valmistuksen ensimmäisenä vaiheena on raaka-aineen jauhaminen massaksi. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat lisäykset, kuten vesi, jauheet, mausteet, voi ja sulatesuolat. Seos kuumennetaan 70–140 °C:n jatkuvalla sekoituksella palamisen estämiseksi sekä homogeenisen rakenteen saavuttamiseksi. Keittämisen jälkeen massa pakataan kuumana tuotteen omaan pakkaukseen ja tarvittaessa jäähdytytetään ennen varastointia. (Saarela ym. 2010: 54.)

3 Elintarvikehygienia

Elintarvikehygienialla tarkoitetaan kaikkia järjestelyjä ja työtapoja, joita tarvitaan ruokamyrkytysten estämiseksi. Elintarvikehygienialla varmistetaan elintarvikkeiden turvallisuus ja se, että ne sopivat ihmisravinnoksi. Lisäksi tällä pyritään estämään elintarvikkeiden ennenaikaista pilaantumista ja siitä johtuvaa hävikkiä. Ruokamyrkytykset johtuvat useimmiten hygieenisten työstentelytapojen laiminlyönnistä. Elintarvikehygienia koostuu seuraavista osa-alueista:

- mikrobiologian perustiedot ja elintarvikkeiden saastuminen
- ruokamyrkytykset ja hygieeniset työtavat
- henkilökohtainen hygienia
- puhtaanapito
- omavalvonta
- lainsäädäntö ja viranomaiset (Elintarvikehygienia 2019).

3.1 Yleistä pakkaustekniikasta

Pakkauksilla on tärkeä rooli elintarvikeketjussa, elintarvikkeiden säilömisessä sekä prosessoinnissa. Pakkaamiseen käytetty pakkausmateriaali ja pakkaustapa ovat olennainen osa lopullista tuotetta. Hyvällä pakkauksella voidaan taata hyvänlaatuinen tuote kuluttajalle. Elintarvikkeen pakkaukselta edellytetään yleisesti suojaamista likaantumiselta, mikrobisaastutukselta, kemiallisilta muutoksilta, kosteuden siirtymiseltä, vierailta hajuilta ja mekaanisilta vaurioilta. Pakkauksen tärkeimpänä tehtävänä on kuitenkin säilyttää tuote laadultaan moitteettomassa kunnossa koko jakelun läpi kuluttajalle asti. (Saarela ym. 2010: 266.) Suojaamisen lisäksi pakkauksen tulee täyttää lainsäädännön vaatimukset, houkutella kuluttajia sekä lisätä elintarvikkeen käyttömukavuutta (Korkeala 2007: 336).

3.2 Mikrobien kasvuun elintarvikkeissa vaikuttavat tekijät

Elintarvikkeet toimivat pääsääntöisesti mikrobeille hyvänä kasvualustana. Elintarvikkeiden luonnolliset ominaisuudet sekä niiden prosessointi säätelevät niissä kasvavan mikrobiston lajistoa ja kasvua. Kasvuun vaikuttavat tekijät jaetaan kahteen kategoriaan: sisäisiin ja ulkoisiin tekijöihin. Vaikuttamalla ulkoisiin ja sisäisiin tekijöihin mikrobien lepovaihe pitenee ja niiden kasvu hidastuu. Elintarvikkeiden säilöminen perustuu juuri tähän lepovaiheen pidentämiseen vaikuttamalla ulkoisiin ja sisäisiin tekijöihin. (Korkeala 2007: 17.)

Sisäisiin tekijöihin luokitellaan elintarvikkeen pH, veden aktiivisuus, hapetus-pelkistyspotentiaali, ravintosisältö ja elintarvikkeen luontaiset antimikrobiset aineet sekä biologiset

rakenteet. Ulkoisiin tekijöihin kuuluvat varastointilämpötila ja ympäristön suhteellinen kosteus. (Korkeala 2007: 19.)

3.3 Yleistä riskimikrobeista

3.3.1 Hiivat

Hiivat ovat yksisoluisia sieniä, joiden solukoko on tyypillisesti bakteerisolua isompi. Hiivat lisääntyvät kuroutumalla. Hiivoja esiintyy luonnossa kasvien lehdillä, marjoissa ja hedelmissä sekä vihanneksissa, pähkinöissä, maaperässä ja vesissä. Ihmisten ja eläinten iholla ja limakalvoilla esiintyy hiivoja, joista osa on myös patogeenisia. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

Hiivasolut tuhoutuvat melko helposti kuumennuksessa. Hiivasolujen D-arvo eli käsittelylämpötila, joka tuhoaa solut kymmenenteen osaansa, on 49 °C. Kuivuus alentaa kuumennuksen tehoa. Aerobisissa oloissa hiivat käyttävät monia hiilihydraatteja tuottaen hiilidioksidia ja etikkaa. Hapettomissa oloissa useimpien hiivalajien aineenvaihdunta muuttuu fermentatiiviseksi, jolloin sokerit käyvät alkoholiksi. Hiivat kasvavat parhaiten huoneenlämmössä ja happamissa olosuhteissa (pH 4–4,5) sekä vaativat runsaasti kosteutta. (Riskimikrobien kuvaus 2019; D-arvo 2014.)

Juustolle vieraat hiivat aiheuttavat juustoissa pintavirheitä, jotka näkyvät vaaleana tai ruskehtavana kittikasvustona. Ne voivat myös muodostaa kaasua. Kasvaessaan juuston pinnalla hiivat hajottavat proteiinia, mistä aiheutuu pinnan pehmeneminen ja juuston virhemaku. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

3.3.2 Homeet

Homeet ovat rihmastoa muodostavia mikrosieniä, jotka muodostavat paljain silmin nähtäviä kasvustoja. Homeet lisääntyvät rihmaston palasista tai itiöistä, jotka ovat pieniä ja liikkuvat helposti ilmavirtojen mukana. Homeet ovat ehdottoman aerobisia ja tarvitsevat happea kasvaakseen. Ravinnokseen homeet tarvitsevat hiilihydraatteja. Homeita ja homeitiöitä esiintyy maassa ja kasvimateriaalissa, josta niitä joutuu ilmaan. Homeita esiin-

tyy ilmassa erityisen runsaasti keväällä ja syksyllä. Tuotantotiloihin homeet voivat kulkeutua raaka-aineiden, pakkausmateriaalien ja ilman mukana. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

Homeet ovat merkittäviä elintarvikkeiden pilaajina, mutta niillä on merkitystä myös sairauden aiheuttajina. Useat homeet tuottavat kasvualustaansa homemyrkkyä, mykotoksiinia. Toksiinit jäävät elintarvikkeeseen lämpökäsittelyn jälkeenkin, vaikka elävää hometta ei enää havaittaisikaan. Toksiinit myös tunkeutuvat vesipitoisissa elintarvikkeissa laajalle alueelle homekasvuston ulkopuolelle. Siten homeisen osan poistaminen ei riitä tuotteen turvallisuuden varmistamiseksi. Toksiinin tuotto riippuu homelajista ja -kannasta, kasvuolosuhteista, ravinteista ja vaatii yleensä homeen kannalta paremmat olosuhteet kuin kasvu. Mahdollisen toksiinia tuottavan homeen löytyminen elintarvikkeesta ei vielä tarkoita sitä, että home tuottaa tai on jo tuottanut toksiinia elintarvikkeeseen. (Riskimikrobien kuvaus 2019.) Homeet kestävät sekä korkeita suolapitoisuuksia että alhaista vedenaktiivisuutta. Vakuumi- ja suojakaasuun pakkaaminen estää homeen kasvun, mutta ei tapa itiöitä, jotka hapen läsnä ollessa lähtevät kasvamaan. Juustolle vieraat homeet pilaavat tuotteen ja voivat tuottaa terveydelle haitallisia toksiineja. Hometoksiinien terveyshaitat ilmenevät vasta pitkän ajan kuluttua nauttimisesta. Eräät hometoksiinit voivat aiheuttaa välitöntä terveyshaittaa. (Juustojen tuote- ja prosessiriskit 2019.)

Nykyisin tunnetaan yli 300 hometoksiinilajia. Pääasiallisena haittana ihmiselle pidetään mykotoksiinien syövän syntyyn ja perimän muutoksiin vaikuttavia ominaisuuksia (karsinogeenisuus ja mutageenisuus). Voimakkain karsinogeeni on aflatoksiini, jota voi muodostua esim. viljaan, pähkinöihin, soijaan ja öljyihin. Homeisen rehun käyttö voi aiheuttaa maitoon aflatoksiini M_1:n erittymisen. Hedelmissä ja marjoissa voi esiintyä *Penicillium*- ja *Aspergillus*-homeita, jotka tuottavat okratoksiinia ja patuliinia. Molemmat ovat karsinogeenisia. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

3.3.3 Enterobakteerit

Escherichia coli -bakteerit kuuluvat enterobakteereihin, ja ne ovat osa ihmisten ja lämminveristen eläinten suoliston normaalibakteeristoa. *E. colin* esiintyminen elintarvikkeissa merkitsee aina ulosteperäistä kontaminaatiota. Osa *E. coli* -tyypeistä poikkeaa ominaisuuksiltaan muista *E. coli* -bakteereista. Tärkein Suomessa esiintyvä *E. coli* -

tyyppi on EHEC eli enterohemorraginen *Escherichia coli* -serotyyppi O157:H7. On arvioitu, että EHEC-bakteeria esiintyy noin 1,3– 1,5 %:ssa naudoista. Se on eräs vakavimmista uhkatekijöistä maitovalmisteiden suhteen. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

EHEC-bakteeri tuhoutuu pastöroinnissa, mutta muista kolibakteereista poiketen se sietää happamia olosuhteita. Siten se muodostaa riskin myös happamissa maitovalmisteissa. EHEC-infektion aiheuttamaa riskiä lisää sen voimakas infektiivisyys: se kykenee aiheuttamaan sairauden erittäin alhaisina pitoisuuksina. Siksi EHEC on riski, vaikka se ei prosessissa tai tuotteessa lisääntyisikään. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

EHEC-bakteeri selviytyy juustonvalmistusprosessista paremmin kuin tavalliset koliformit, joten *E. colin* löytyminen juustosta osoittaa aina myös EHEC-vaaraa. Aiheuttaakseen sairauden EHEC-bakteerin ei tarvitse lisääntyä tuotteessa. Lisäksi kaikki kuluttajaryhmät ovat herkkiä sairastumaan EHEC-bakteeriin. (Juustojen tuote- ja prosessiriskit 2019.)

3.3.4 Bacillus cereus

Bacillus cereus on itiöllinen bakteeri, ja siten se kestää sekä pastöroinnin että jossain määrin myös UHT-käsittelyn. Eräät *B. cereus* -kannat kykenevät kasvamaan jopa +6 °C:n lämpötilassa. *B. cereus* muodostaa pilaantumisuhan maitovalmisteille, sillä se aiheuttaa maidon saostumista ja makuvirheitä. Se kykenee myös tuottamaan ruokamyrkytyksiä aiheuttavia toksiineja. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

Raakamaito sisältää lähes aina *Bacillus*-itiöitä. *Bacillus* voi muodostaa erilaisille pinnoille biofilmiä, joka on vaikea puhdistaa. Torjunnassa on varmistettava, että käytettävät pesu- ja desinfiointimenetelmät ovat tehokkaita ja kylmäketju katkeamaton. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

3.3.5 Staphylococcus aureus

Stafylokokit voidaan ryhmitellä koagulaasin tuoton perusteella koagulaasipositiivisiin ja koagulaasinegatiivisiin. Osa koagulaasipositiivisista kannoista voi tuottaa ruokamyrkytyksiä aiheuttavia myrkkyjä. *Staphylococcus aureus* kuuluu koagulaasipositiivisiin stafylokokkeihin. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

Sopivissa kasvuolosuhteissa *S. aureus* voi tuottaa ruokamyrkytystä aiheuttavia myrkkyjä. *S. aureus* tuhoutuu maidon pastöroinnissa. Kylmäketjun säilyminen ennen pastörointia on tärkeää, sillä *S. aureus* -bakteerin tuottamat enterotoksiinit ovat hyvin lämmönkestäviä eivätkä ne tuhoudu millään meijeriprosessin lämpökäsittelyllä. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

S. aureus kasvaa alhaisemmassa vedenaktiivisuudessa kuin muut tautia aiheuttavat bakteerit. *S. aureus* kykenee kasvamaan maitotiivisteessä, jonka lämpötila on 32 – 45 °C. Stafylokokkien tuhoutuminen maitojauheen kuivauksen aikana riippuu lämpötilasta, tuotteen kosteuspitoisuudesta ja bakteerikannasta. Tutkimuksissa on todettu, että lämpökäsittely 85 °C:ssa 30 minuutin ajan ei riitä tuhoamaan *S. aureus* -bakteeria maitotiivisteestä ja kuivausprosessista voi selviytyä elinkykyisenä 1/5 – 1/250 000 konsentraatin stafylokokkimäärästä. (Riskimikrobien kuvaus 2019.)

S. aureus ja muutamat muut stafylokokkilajit voivat elintarvikkeessa lisääntyessään tuottaa lämmönkestävää toksiinia, joka aiheuttaa ruokamyrkytyksen. Stafylokokit ovat yleisiä ihmisten ja eläinten iholla ja limakalvoilla ja voivat joutua elintarvikkeeseen käsittelyn yhteydessä. Siten stafylokokkien esiintyminen tuotteessa tai pinnoilla on merkki puutteellisesta hygieniasta. Kypsytetyt juustot eivät ole erityisen alttiita stafylokokkikontaminaatiolle, mutta kypsyttämättömissä tuorejuustoissa stafylokokit voivat lisääntyä, jos niitä joutuu juustoon. Hyvä käsihygienia ja pintojen puhdistus sekä raakamaitokontaminaatioiden estäminen ovat riittäviä hallintakeinoja stafylokokkikontaminaatioita vastaan. (Juustojen tuote- ja prosessiriskit 2019.)

3.4 Elintarvikkeiden jäähdytys

Elintarvikkeiden jäähdytyksellä hidastetaan elintarvikkeessa tapahtuvia muutoksia. Alhaisessa lämpötilassa mikrobien reaktiot sekä kasvu hidastuvat. Useimpien bakteerilajien reaktiot pysähtyvät lämpötilan laskiessa alle 0 °C:n. (Korkeala 2007: 308.)

Elintarvikkeet on jäähdytettävä välittömästi valmistuksen jälkeen, jos niitä ei tarjoilla heti valmistuksen jälkeen tai pidetä tarkoituksella lämpimänä. Nopealla jäähdytyksellä taataan tuotteen laatu, turvallisuus ja säilyvyys. Jos jäähdytys tapahtuu liian hitaasti, jäljelle

jääneet bakteerien itiömuodot voivat kuumennuksesta huolimatta muuttua kasvumuotoon ja saastuttaa elintarvikkeen. (Elintarvikkeiden jäähdyttäminen 2011.)

4 Materiaalit ja menetelmät

4.1 Yleistä kokeellisesta osuudesta

Insinöörityön kokeellisessa osuudessa pyrittiin järjestämään olosuhteet niin, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin tuotteille tyypillisiä tuotanto-olosuhteita. Molemmat tuotteet ovat puolivalmisteita. Puolivalmiste on tuote, joka on valmistuessaan vielä keskeneräinen tuote ja tarvitsee vielä jatkoprosessointia.

Taulukko 1. Käytetyt pakkausmenetelmät tuoteittain

	Leipälaatikko	Pahvilaatikko	Makkara	Säilyvyysaika
Tuote A	Nykyinen		Uusi	120 vrk
Tuote B	Uusi	Nykyinen		180 vrk

Tuote A pakattiin nykyisellä menetelmällä leipälaatikoihin. Uusi pakkausmenetelmä oli pakata puoliautomaattisella laitteella makkaran muotoiseen muovikuoreen. Tuotetta B pakattiin nykyisellä menetelmällä pahvilaatikoihin ja uudella menetelmällä leipälaatikoihin (taulukko 1). Pakkausmenetelmät ovat jo entuudestaan tuttuja, sillä niitä käytetään jo muilla olemassa olevilla tuotteilla. Molemmille tuotteille A ja B valmistettiin kaksi eri pakkauserää tulosten luotettavuuden lisäämiseksi. Leipälaatikossa ja pahvilaatikossa käytetyt pakkauspussit ovat materiaaliltaan polyeteeniä (Cheese bags and industrial butter laminate 2017). Makkarakuoren materiaali on monikerroksinen kotelo, joka perustuu polyamidien, polyeteenin ja modifioituun polyeteenin sekoitukseen (Declaration of compliance for materials intended to come into contact with food 2017).

4.1.1 Tuote A

Tuotteen A kokeellinen osuus suoritettiin kahteen kertaan eri päivinä normaalin tuotannon yhteydessä. Keittäjät valmistivat massan noudattaen Valion reseptiä, minkä jälkeen valmistunut massa siirrettiin putkien kautta suppiloon odottamaan pakkaamista.

Kuva 2. Tuote A pakattuna makkaraksi

Ensimmäisenä pakattiin massa makkaran muotoiseen pakkaukseen (kuva 2) puoliautomaattisella laitteella. Makkaran koko on 6 kg ja pakkauksen eräkoko on noin 200 kg, pakkaamisen jälkeen erä siirrettiin jäähdytystunneliin. Tämän jälkeen juustomassa pakattiin nykyisellä pakkausmenetelmällä. Juustomassa pakattiin pusseihin, jotka asetettiin leipälaatikoihin (kuva 3). Yhden pakkauksen koko on 14 kg ja pakkauserän koko oli noin 400 kg.

Kuva 3. Juustomassaa pakattuna pussiin leipälaatikossa

4.1.2 Tuote B

Tuotteen B kokeellinen osuus suoritettiin myös kahteen kertaan eri päivinä normaalin tuotannon yhteydessä. Keittäjät valmistivat massan noudattaen Valion reseptiä keittosalissa, minkä jälkeen valmistunut massa siirrettiin putkien kautta suppiloon pakkaamon puolelle odottamaan pakkaamista.

Kuva 4. Tuotetta B pakattuna pahvilaatikoihin

Tuote B pakattiin ensimmäisenä uudella tavalla, pusseihin leipälaatikoihin 14 kilogramman pakkauksina kuten tuote A. Nykyisessä pakkausmenetelmässä massa pakataan lähes samalla tavalla, leipälaatikon sijaan käytetään pahvilaatikkoa (kuva 4). Pahvilaatikoihin pakatessa pakkauskoko on 10 kg pahvilaatikoiden pienemmän tilavuuden vuoksi.

4.2 Jäähdyttäminen ja seuranta

Molemmat tuotteet käyvät normaalisti läpi jäähdytysprosessin. Tuotteet sijoitetaan välittömästi pakkaamisen jälkeen jäähdytystunneliin (-4 °C) viideksi tunniksi, jonka jälkeen tuotteet siirretään säilytettäväksi kylmävarastoon (+6 °C) odottamaan jatkoprosessointia.

Lämpötilan seuranta mitattiin lämpötilaloggereiden avulla ja seurantaa tehtiin muutaman vuorokauden ajan pakkauserän valmistuttua. Lämpötilaloggerit laitettiin kertakäyttökäsineen sisälle ja asetettiin pakkauksen keskikohtaan, jossa jäähtyminen on kaikkein hitainta.

4.3 Näytteiden käsittely

Analysointia varten tehtiin laatusuunnitelma tehtaan laboratoriopäällikön kanssa. Laatusuunnitelmassa sovittiin standardien mukaiset mikrobiologiset viljelyt, jotka olivat enterobakteerit sekä bakteerien kokonaispesäkemäärät. Näiden lisäksi otettiin myös hiivat ja homeet analysoitavaksi. Kaikki laboratoriomenetelmät suoritettiin Valion työohjeiden mukaisesti. Enterobakteerien määrityksessä noudatettiin Valion laboratorion ohjeistusta, joka soveltuu enterobakteerien määrittämiseen elintarvikkeista ja rehuista (Enterobakteerit 2019). Hiivojen ja homeiden määrittämisessä sekä pesäkkeiden laskemisessa toimittiin myös Valion laboratorion työohjeiden mukaisesti. (Hiivat ja homeet 2019; Pesäkemäärä 2019).

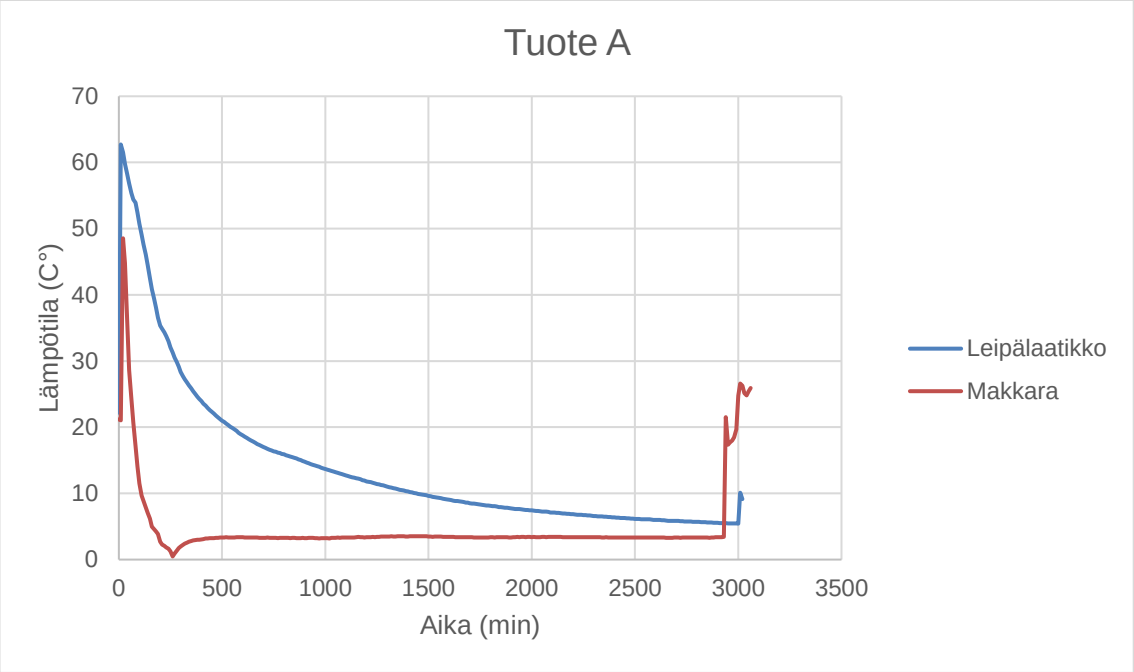
Näytteiden mikrobiologiset analysoinnit teetettiin tehtaan ulkopuolisessa laboratoriossa, joka sijaitsee Lapinlahdella. Näytteiden analysoinnit tekivät Lapinlahden laboratorion henkilökunta ja näytteenoton sekä lähetyksen suoritti insinöörityön tekijä. Tuotteesta A otettiin näyte leipälaatikosta sekä makkarasta viikon välein. Pakkaukset hävitettiin näytteenoton jälkeen ja seuraavalla viikolla toistettiin näytteenotto uudesta pakkauksesta. Näin pystyttiin seuraamaan tuotteiden vanhentumista. Näytteistä otettiin pala massan keskeltä steriloiduilla välineillä ja suljettiin tiiviiseen näytepussiin. Tuotteesta B otettiin näyte leipälaatikosta ja pahvilaatikosta kerran kahdessa viikossa. Tuotteesta B otettiin myös molemmista pakkauksista näytteet samalla tavalla kuin tuotteesta A. Näytepussit laitettiin kylmälaukkuun odottamaan kuljetusta. Tuote A oli ominaisuudeltaan herkempi pilaantumaan ja säilyvyysaika oli lyhyempi kuin tuote B. Tästä syystä tuotteesta A otettiin enemmän näytteitä analysoitavaksi.

5 Tulokset ja tulosten tulkinta

5.1 Jäähtyvyyden seuranta

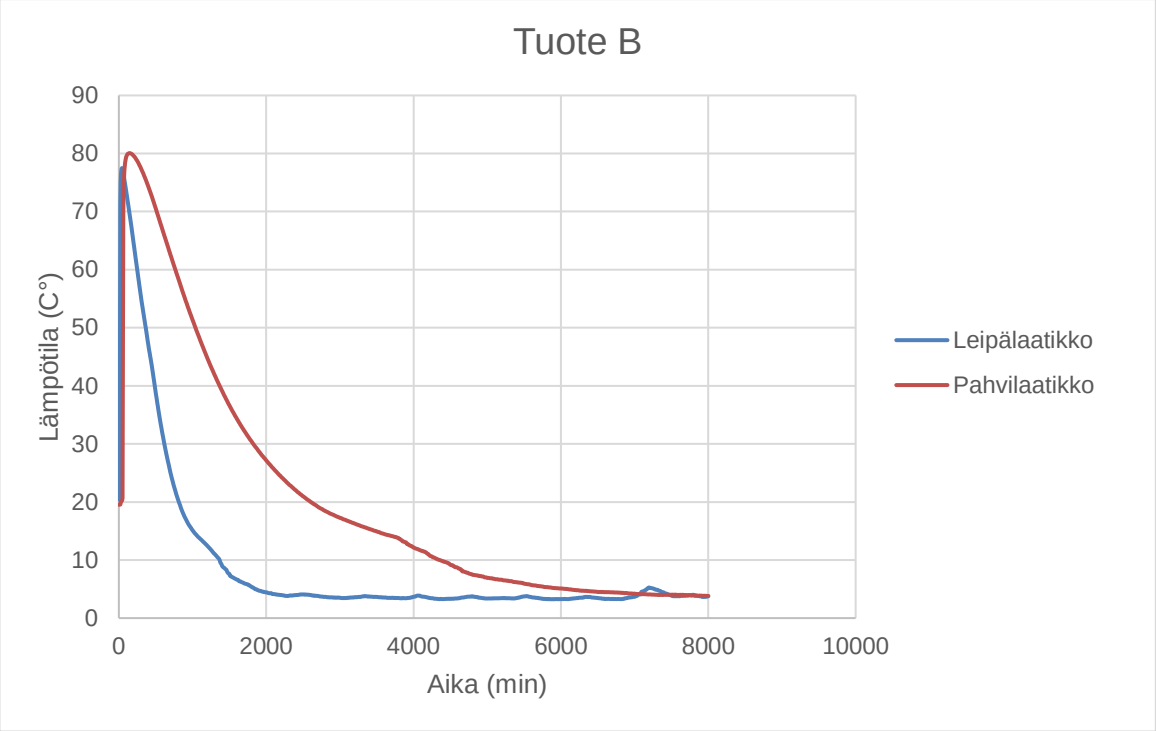
Tuotteessa A vertailtiin leipälaatikon ja makkaran pakkausmenetelmien eroa jäähtyvyydessä (kuva 5). Massan aloituslämpötiloissa oli noin 10 °C:n ero, sillä massa ehti jäähtyä hetken putkissa mittaria laitettaessa. Normaalisti tuotteen A:n massan aloituslämpötila on yli 60 °C. Kuvasta 5 nähdään välittömästi, kuinka paljon tehokkaampi jäähdytys on

makkarapakkausmenetelmällä kuin leipälaatikolla. Makkarapakkausmenetelmällä saavutetaan alle 6 °C noin neljän tunnin kohdalla, mutta leipälaatikolla vasta noin parin vuorokauden kuluttua.



Kuva 5. Tuotteen A:n jäähtyvyyskäyrä eri pakkausmenetelmillä

Tuotteessa B vertailtiin leipälaatikon ja pahvilaatikon pakkausmenetelmien välistä jäähtyvyyden eroa (kuva 6). Tuotteen B aloituslämpötila oli noin 80 °C, ja siinä huomataan selkeästi jäähtyvyyden erot pakkausmenetelmien välillä. Leipälaatikossa tuote jäähtyi alle puolessatoista vuorokaudessa 6 °C:n hyvästä läpivedosta johtuen toisin kuin pahvilaatikossa, joka on tiiviisti suljettuna. Pahvilaatikossa oleva massa saavuttaa 6 °C vasta noin neljässä vuorokaudessa.



Kuva 6. Tuotteen B:n jäähtyvyyskäyrä pakkausmenetelmien välillä

Pakkausmenetelmistä makkaraan pakattu juustomassa oli kaikista optimaalisin jäähtyvyyden kannalta. Muotonsa ja ohuen kalvonsa ansiosta jäähdyttäminen oli erittäin tehokasta. Tällä saataisiin varmennettua jatkossakin paras mahdollinen laatu tuotteelle.

5.2 Mikrobiologiset analyysit

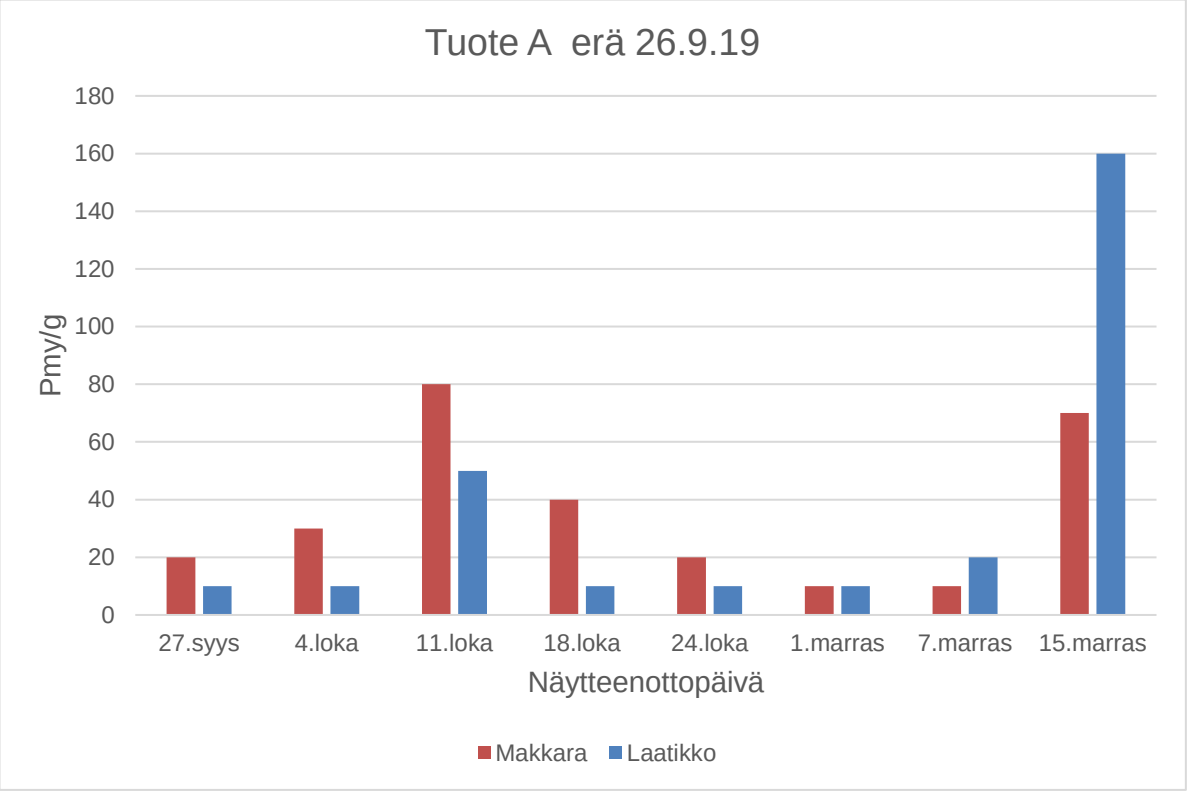
Molempien tuotteiden kokonaistulokset ovat liitteessä 1. Enterobakteerien, hiivojen ja homeiden tulokset olivat molemmissa tuotteissa alle 10 pmy/g. Pesäkemäärissä oli havaittavissa pieniä eroja, jotka eivät vaikuta tuotteen laatuun. Tuotespesifikaatiossa on määritelty enterobakteerien, hiivojen ja homeiden määräksi alle 10 pmy/g ja kokonaispesäkemäärissä alle 1000 pmy/g (Juustojen ja proteiinivalmisteiden mikrobiologiset vaatimukset 2019).

Pesäkkeet ovat silmin havaittavia mikrobiyhdyskuntia. Pesäke käsitettä käytetään kaikissa elatusalustalla havaittavissa olevista mikrobikasvustoista. Pesäkkeet voivat olla bakteereja tai sieniä. Samassa pesäkkeessä olevien bakteerien pitäisi olla periaatteessa

identtisiä sillä ne ovat saaneet alkunsa yhdestä yksilöstä. Mikrobien lukumäärä on suoraan verrannollinen pesäkkeiden lukumäärään. (Sojakka ym. 2011: 131.)

5.2.1 Tuote A

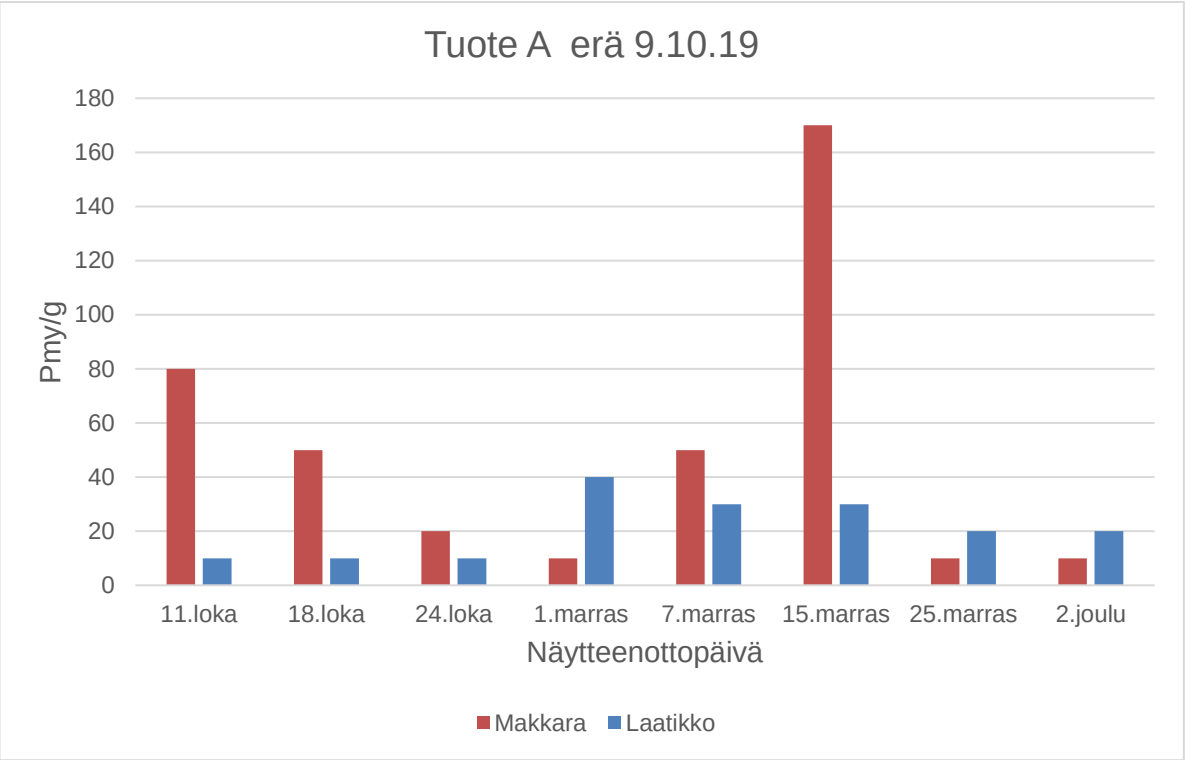
Tuotteen A pakkauserät ovat 26.9.19 ja 9.10.19. Pakkauserän 26.9.19 kaikki tulokset olivat tuotespesifikaation rajojen sisällä (Juustojen ja proteiinivalmisteiden mikrobiologiset vaatimukset 2019). Enterobakteerien, hiivojen ja homeiden määrät olivat alle 10 pmy/g (Liite 1), mutta pesäkemäärissä oli hiukan eroja pakkausmenetelmien välillä (kuva 7).



Kuva 7. Pesäkemäärät tuotteelle A (pakkauserä 26.9.19)

Suurin poikkeava tulos on havaittavissa 15.11.2019 otetussa näytteessä 160 pmy/g. Poikkeavan tuloksen syynä voi olla huonosti suljettu pussi pakkausvaiheessa ja sitä kautta ilmavirran mukana on kulkeutunut vieraita mikrobeja. Myös pienet huolimattomuudet aseptisessa työskentelyssä näytteenoton tai näytteenkäsittelyn aikana ovat voineet

aiheuttaa kyseisen poikkeaman. Näistä huolimatta 160 pmy/g on pieni määrä tuotespesifikaatioon verrattuna (Juustojen ja proteiinivalmisteiden mikrobiologiset vaatimukset 2019).

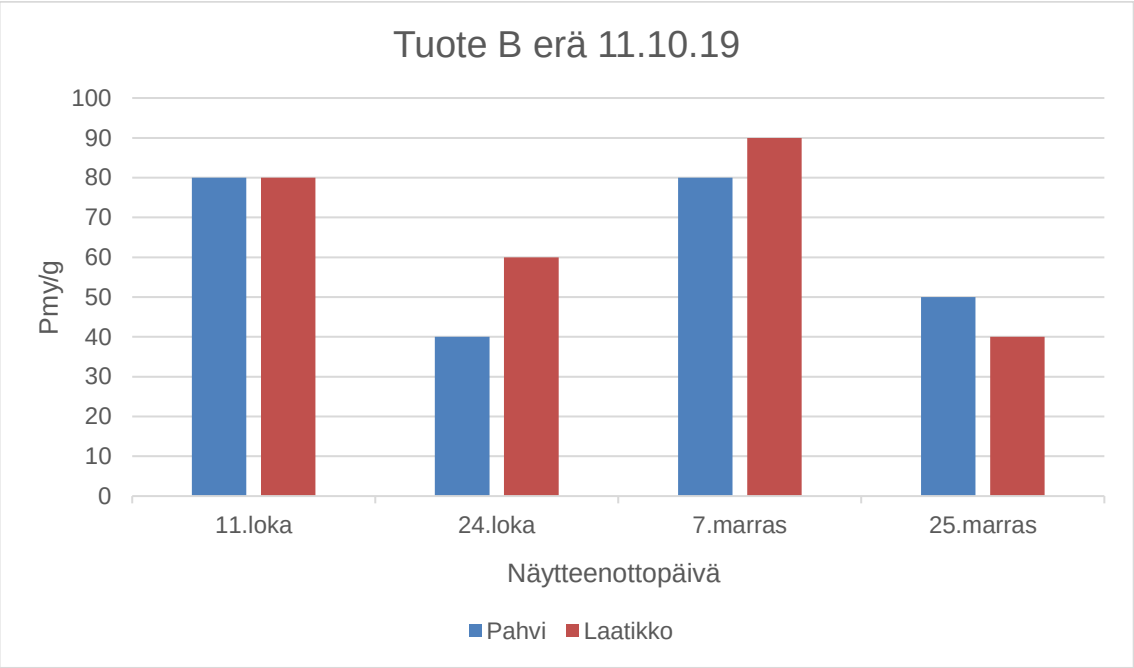


Kuva 8. Pesäkemäärät tuotteelle A (pakattu 9.10.19)

Suoritetussa toistokokeessa pakkauserässä 9.10.19 (kuva 8) tulokset alittivat myös tuotespesifikaation rajat. Pesäkemäärien tuloksia tarkasteltaessa huomataan tässäkin erässä 15.11.2019 otetuissa näytteissä samankaltaisuuksia kuin 26.9.2019 pakatussa erässä. Pakkausmenetelmät ovat kuitenkin erilaiset ja massan keittoerä on taas sama. Jos keittoerässä olisi virhe, tällöin molemmissa pakkausmenetelmissä olisi lähes samat tulokset. Makkarapakkausmenetelmä on kuitenkin tiivis verrattuna käsin suljettaviin pusseihin, ja mahdollisuus tällöin ilmassa olevien mikrobien aiheuttama kontaminoituminen on erittäin pieni. Lisäksi makkaraan pakatessa juustomassa kulkeutuu suppilosta putken avulla suoraan pakettiin ja tuotteen kontaminoituminen ulkosilta tekijöiltä ovat minimillään.

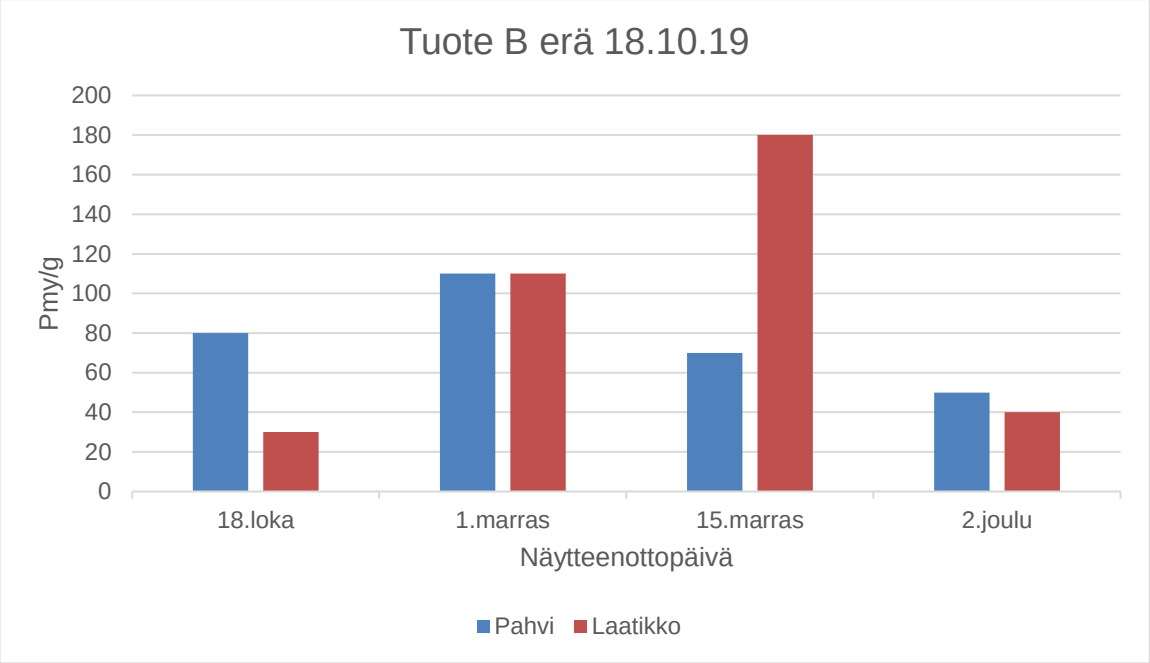
5.2.2 Tuote B

Tuotteen B pakkauserän 11.10.19 näytteissä ei esiintynyt merkittäviä poikkeavuuksia. Enterobakteerit sekä hiivat ja homeet olivat kaikki alle 10 pmy/g (Liite 1). Pieniä eroja on havaittavissa pesäkemäärissä (kuva 9), mutta erot ovat pieniä eivätkä vaikuta tuotteen laatuun.



Kuva 9. Pesäkemäärät tuotteelle B (pakattu 11.10.19)

Tuotteen B toisen pakkauserän 18.10.19 pesäkemäärissä on keskimäärin suuremmat tulokset kuin edellisessä pakkauserässä (kuva 10). Poikkeava tulos on 15.11.19 otetussa laatikko näytteessä, joka on lähes samoissa lukemissa kuin tuotteen A 15.11.19 otetuissa näytteissä. Enterobakteerit, hiivat ja homeet olivat tässäkin erässä kaikki alle 10 pmy/g (liite 1).



Kuva 10. Pesäkemäärät tuotteelle B (pakattu 18.10.19)

Tuote B oli säilyvyydeltään pitkäkestoinen, ja valmistusprosessin vuoksi tuote ei pilaannu herkästi. Tässä kokeessa ehdittiin seurata pakkauserän vanhentumista vain kolmannen osan tuotteen elinkaaresta, eivätkä tulokset todennäköisesti tule muuttumaan merkittävästi. Tuotteista ei havaittu pesäkemäärien lisääntyvän tuotteen vanhetessa.

6 Yhteenveto

Insinöörityön tarkoituksena oli selvittää, oliko pakkausmenetelmien välillä suurta vaikutusta puolivalmisteiden laadulle. Testattavat pakkausmenetelmät olivat leipälaatikko, pahvilaatikko sekä makkaramuotoon pakattu juustomassa. Haasteena on ollut puolivalmisteiden ennenaikainen pilaantuminen ja sen aiheuttama hävikki. Pilaantumisia on esiintynyt varsinkin kesäisin. Puolivalmisteista otettiin tuotespesifikaation mukaiset mikrobiologiset analyysit, Enterobakteerit ja bakteerien kokonaispesäkemäärät. Näiden lisäksi otettiin myös hiivat ja homeet analysoitavaksi. Työssä vertailtiin myös jäähtyvyyttä eri pakkausmenetelmillä. Oletuksena oli, ettei pakkausmenetelmää vaihtamalla puolivalmisteiden laatu heikentyisi.

Mikrobiologiset kokeet määräytyivät yrityksen käytössä olevien menetelmien mukaisesti. Puolivalmisteiden mikrobiologiset tulokset olivat odotetusti tuotespesifikaatioiden mukaisia. Vaikka tulokset olivat kokonaisuudessaan hyviä, makkaranpakkausmenetelmässä havaittiin kokonaispesäkemäärän olevan suurempi kuin leipälaatikossa. Makkaran pakkausmenetelmä on tiiviisti pakattu puoliautomaattisella laitteella, joten oletuksena olivat pienemmät tulokset pesäkemäärissä. Leipälaatikon ja pahvilaatikon pussitus suoritetaan käsityönä ja näin ollen johtaa helpommin virheeseen, jossa pussi ei ole tiiviisti suljettu. Aukinainen pussi aiheuttaa todennäköisesti tuotteen kontaminoitumisen. Myös juustomassaa pakatessa leipälaatikkoon tai pahvilaatikkoon valmistuksenohjaaja voi joutua olla kosketuksissa juustomassan kanssa, jolloin kontaminaatioriski on suurempi. Jäähtyvyyden seurannassa havaittiin makkaran jäähtyvän nopeimmin ja pahvilaatikkoon pakatun juustomassan hitaimmin.

Tulosten perusteella työ oli onnistunut, eikä tuotteiden pilaantumisia esiintynyt kummassakaan puolivalmisteessa samalla tavalla kuin kesällä. Uudet pakkausmenetelmät voidaan ottaa käyttöön yrityksen niin päättäessä. Tulosten perusteella insinöörityössä pakkauksen vaihdolla ei ollut merkittävää vaikutusta tuotteiden laadun parantumiseen. Mahdollisuuksien mukaan yritys voi suorittaa toistokokeen kesällä tai testata yhden kesän yli uusilla pakkausmenetelmillä. Hävikin ja materiaalikustannusten määrää voidaan verrata edellisten kausien kanssa.

Lähteet

Bylund, Gösta. 2003. Dairy processing handbook. Lund: Tetra Pak Processing Systems AB.

Cheese bags and industrial butter laminate. 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

D-arvo. 2014. Verkkoaineisto. Tieteen termipankki. <https://www.tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:D-arvo>. Päivitettty 4.12.2014. Luettu 25.2.2020.

Declaration of compliance for materials intended to come into contact with food. 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Elintarvikehygienia. 2019. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/>. Luettu 30.3.2020.

Elintarvikkeiden jäähdyttäminen. 2019. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/hygieeniset-tyotavat/elintarvikkeiden-jaahdyttaminen/>. Luettu 20.1.2020.

Enterobakteerit. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Gouda, A; Abou El-Nour, A. 2003. Cheeses/Processed Cheese. Ismailia: Suez Canal University.

Hiivat ja homeet. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Juustojen tuote- ja prosessiriskit. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Juustojen ja proteiinivalmisteiden mikrobiologiset vaatimukset. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus juustosta. 2007. 856/2007. 19.9.2007.

Korkeala, Hannu. 2007. Elintarvikehygienia. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Mesofiili. 2013. Verkkoaineisto. Tieteentermi pankki. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Mikrobiologia:mesofiili>. Päivitetty 4.12.2013. Luettu 31.3.2020.

Mikrobien kasvua ja tuhoutumista säätelevät tekijät. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Pesäkemäärä. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Riskimikrobien kuvaus. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Valio Oy.

Saarela, Anna-Maria; Hyvönen, Paula; Määttälä, Sinikka & von Wright, Atte. 2010. Elintarvikeprosessit. 3., uudistettu painos. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Sojakka, Kirsi & Välimäki, Maija-Liisa. 2011. Ammatillinen Mikrobiologia.Tampere: Juvenes Print.

Termofiili. 2014. Verkkoaineisto. Tieteentermipankki.<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Mikrobiologia:termofiili>. Päivitetty 5.12.2014. Luettu 31.3.2020.

Vainikainen, Anna. 2019. Ruokahävikin vähentäminen on yhteinen ponnistus. Verkkoaineisto. <https://www.etl.fi/ajankohtaista/artikkelit/2019/ruokahavikin-vahentaminen-on-yhteinen-ponnistus.html>. 8.7.2019. Luettu 5.3.2020.

Vainikainen, Anna. 2019. Ruokahävikkiin on varaa vaikuttaa. Verkkoaineisto. <https://www.etl.fi/ajankohtaista/blogi/ruokahavikkiin-on-varaa-vaikuttaa.html>. 9.9.2019. Luettu 5.3.2020.

Mikrobiologiset tulokset

Tuote A pakkauserä 26.10

Makkara				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäke-määrä (pmy/g)	Enterobakteerit(pmy/g)
27-Sep	< 10	< 10	20	< 10
04-Oct	< 10	< 10	30	< 10
11-Oct	< 10	< 10	80	< 10
18-Oct	< 10	< 10	40	< 10
24-Oct	< 10	< 10	20	< 10
01-Nov	< 10	< 10	10	< 10
07-Nov	< 10	< 10	10	< 10
15-Nov	< 10	< 10	70	< 10
Laatikko				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäke-määrä (pmy/g)	Enterobakteerit(pmy/g)
27-Sep	< 10	< 10	10	< 10
04-Oct	< 10	< 10	10	< 10
11-Oct	< 10	< 10	50	< 10
18-Oct	< 10	< 10	10	< 10
24-Oct	< 10	< 10	10	< 10
01-Nov	< 10	< 10	10	< 10
07-Nov	< 10	< 10	20	< 10
15-Nov	< 10	< 10	160	< 10

Tuote A pakkauserä 9.10

Makkara				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäkemäärä (pmy/g)	Enterobaktee-rit(pmy/g)
11-Oct	< 10	< 10	80	< 10
18-Oct	< 10	< 10	50	< 10
24-Oct	< 10	< 10	20	< 10
01-Nov	< 10	< 10	10	< 10
07-Nov	< 10	< 10	50	< 10
15-Nov	< 10	< 10	170	< 10
25-Nov	< 10	< 10	10	< 10
02-Dec	< 10	< 10	10	< 10
Laatikko				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäkemäärä (pmy/g)	Enterobaktee-rit(pmy/g)
11-Oct	< 10	< 10	10	< 10
18-Oct	< 10	< 10	10	< 10
24-Oct	< 10	< 10	10	< 10
01-Nov	< 10	< 10	40	< 10
07-Nov	< 10	< 10	30	< 10
15-Nov	< 10	< 10	30	< 10
25-Nov	< 10	< 10	20	< 10
02-Dec	< 10	< 10	20	< 10

**Tuote B pakkaus-
erä 11.10**

Pahvi				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäkemäärä (pmy/g)	Enterobaktee-rit(pmy/g)
11-Oct	< 10	< 10	80	< 10
24-Oct	< 10	< 10	40	< 10
07-Nov	< 10	< 10	80	< 10
25-Nov	< 10	< 10	50	< 10
Laatikko				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäkemäärä (pmy/g)	Enterobaktee-rit(pmy/g)
11-Oct	< 10	< 10	80	< 10
24-Oct	< 10	< 10	60	< 10
07-Nov	< 10	< 10	90	< 10
25-Nov	< 10	< 10	40	< 10

**Tuote B pakkauserä
18.10**

Pahvi				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäkemäärä (pmy/g)	Enterobaktee-rit(pmy/g)
18-Oct	< 10	< 10	80	< 10
01-Nov	< 10	< 10	110	< 10
15-Nov	< 10	< 10	70	< 10
02-Dec	< 10	< 10	50	< 10
Laatikko				
Näyte otettu	Hiivat(pmy/g)	Homeet(pmy/g)	Mikrobien pesäkemäärä (pmy/g)	Enterobaktee-rit(pmy/g)
18-Oct	< 10	< 10	30	< 10
01-Nov	< 10	< 10	110	< 10
15-Nov	< 10	< 10	180	< 10
02-Dec	< 10	< 10	40	< 10