

**KÄYTTÖHAPATTEEN JA DVS-HAPATTEEN VERTAILU
OLTERMANNI-JUUSTON VALMISTUKSESSA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät, 2019

Mari Uusitalo

Bio- ja elintarviketekniikka
Hämeenlinna

Tekijä	Mari Uusitalo	Vuosi 2019
Työn nimi	Käyttöhapatteen ja DVS-hapatteen vertailu Oltermanni-juuston valmistuksessa	
Työn ohjaajat	Helena Kautola ja Pekka Rantakylä	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Valio Oy Haapaveden tehdas. Haapaveden tehtaalla valmistetaan kaikki Suomessa valmistettavat Oltermanni-tuoteperheen juustot. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, onko DVS-hapatteen käyttö mahdollista Oltermannin valmistuksessa pidemmissä jaksoissa. Pääsääntöisesti Oltermannia valmistetaan bulk- eli käyttöhapatteella.

DVS-hapatteen toimivuutta testattiin viikon mittaisella koeajojaksolla ja koeajojakson aikana tuotannon eri vaiheista kerättiin dataa tiheästi. Tuloksia tarkasteltiin tilastollisesti keskittyen pH-arvoihin ennen ja jälkeen juuston suolauksen sekä juuston koostumuksen osalta ROViin eli rasvattoman osan veden tuloksiin. Näiden lisäksi jokaiselta tuotantopäivältä tallennettiin useita happanemiskäyriä, joista pystyttiin tarkastelemaan, onko hapatteiden välillä eroa happanemisnopeuksissa.

Tuloksista voidaan todeta, että DVS-hapatteen käyttö on mahdollista Oltermannin valmistuksessa myös pidemmissä jaksoissa. DVS-koeajojakson aikana faagitasot alkoivat kuitenkin tuotannossa nousta, joten DVS-hapate on seuraavia mahdollisia koeajoja varten vaihdettava erilaisia bakteerikantoja sisältävään hapatteeseen.

Koostumuksen tuloksissa ei ollut havaittavissa selvää eroa. DVS-hapatteella valmistettujen juustojen ROV-keskiarvo oli molemmilla tutkituilla tuotteilla lähempänä tavoitetta, mutta molemmissa tapauksissa keskihajonta oli suurempaa. Tulosten perusteella on havaittavissa, että vaikka DVS-hapatteen käyttö on mahdollista, sen optimointi tuotantoon vaatii toimenpiteitä.

Avainsanat DVS-hapate, käyttöhapate, ROV, happanemiskäyrä

Sivut 45 sivua, joista liitteitä 4 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Hämeenlinna

Author	Mari Uusitalo	Year 2019
Subject	The Comparison Bulk Culture and DVS Culture in Oltermanni Cheese Manufacturing	
Supervisors	Helena Kautola, Pekka Rantakylä	

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Valio Oy, Haapavesi. Haapavesi factory manufactures every Oltermanni cheese in Finland. The purpose of this thesis was to research, whether it is possible to use DVS culture to manufacture Oltermanni for longer manufacturing periods. Usually, Oltermanni is made by using bulk culture.

DVS culture was used in the manufacturing for a one-week test period. During the test period, data was collected from different stages of the cheese process. The results were studied by focusing on the pH levels before and after salting the cheese. The results of MFFB (Moisture on a Fat-Free Basis) were also considered. There were also many pH curves for every production day. With the help of examined and recorded pH curves it was also possible to examine whether there were differences in the speed of acidification between different cultures.

The results showed that it is possible to use DVS culture in Oltermanni manufacturing also for longer periods. However, during the DVS culture test period, phage levels began to increase in the production. During the following DVS culture test period it was necessary to exchange a new different culture, which would increase a different variety of bacterial strains.

According to the results, there were no differences in the cheese composition between the used cultures. In both cases, the Oltermanni products with the DVS culture indicated the MFFB (Moisture on a Fat-Free Basis) being closer to the target level but the standard deviation was larger. Based on results, it is possible to use DVS culture in Oltermanni cheese manufacturing but the use of DVS culture would still require more procedures for its optimization in the production process.

Keywords DVS culture, Bulk culture, MFFB, pH curve

Pages 45 pages including appendices 4 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	OLTERMANNI JUUSTON VALMISTUSPROSESSI	2
3	HAPATTEET	4
4	HAPPANEMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	5
4.1	Maidon koostumus	5
4.2	Maidon estotekijät	6
4.3	Bakteriofaagit	6
4.3.1	Faagien luokittelu	7
4.3.2	Bakteriofaagien moninkertaistumissyklit.....	8
5	HAPATEJÄRJESTELMÄT	9
5.1	Emähapate	9
5.2	Käyttöhapate.....	9
5.3	DVS-hapate.....	11
6	HAPATEKOEAJOT	11
6.1	Käytettävät hapatteet	12
6.2	Happanemiskäyrät	12
6.3	Koostumuksen analysointi	13
6.4	Faaginäytteet.....	14
6.5	Myyntiinhyväksyntä ja aistinvarainen arviointi	14
7	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	15
7.1	Happanemiskäyrät	15
7.1.1	Oltermanni 29 %.....	15
7.1.2	Oltermanni 17 %.....	20
7.2	Happanemisen vertailu valmistusprosessin eri vaiheissa.....	24
7.2.1	Oltermanni 29 %:n koeajotulosten vertailu	25
7.2.2	Oltermanni 17 %:n koeajotulosten vertailu	28
7.3	Koostumuksen vertailu	31
7.4	Saannon vertailu	34
7.5	Faagimääritykset	34
7.6	Myyntiinhyväksyntä ja aistinvarainen arviointi	36
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	36
	LÄHTEET	39

Liitteet

- Liite 1 Kokeellisen osion näytteenottosuunnitelma
- Liite 2 t-jakaumaan liittyviä kriittisiä arvoja
- Liite 3 Oltermanni 29 % myyntiinhyväksynnän kokonaispisteet ja laatuluokat hapatteittain
- Liite 4 Oltermanni 17 % myyntiinhyväksynnän kokonaispisteet ja laatuluokat hapatteittain

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään käyttöhapatteen ja DVS-hapateen (Direct-vat-set) vertailuun Oltermanni-juuston valmistuksessa. Tarkoituksena on selvittää, onko DVS-hapateen käyttäminen mahdollista pitkäaikaisesti Oltermannin valmistuksessa, sillä pääsääntöisesti Oltermannia valmistetaan käyttöhapatteen avulla. Oltermanni on Valion murukoloinen juusto, jota valmistetaan Valio Oy Haapaveden tehtaalla. Hapatteiden vertailua varten suoritettiin koeajojakso, jonka aikana pyrittiin valmistamaan juustoa sekä käyttöhapatteella että DVS-hapatteella mahdollisimman samankaltaisissa olosuhteissa. Koeajojen aikana tuotannossa otettiin tiivistetyksi erilaisia mittauksia ja näytteitä, kuten pH-arvoja. Tulosten avulla saatiin verrattua hapatteiden eroja ja tutkittua sitä, kuinka DVS-hapate käyttäytyy pitkäaikaisemmassa tuotantokäytössä juuri Haapaveden tehtaalla.

Tunnetuimmat Oltermanni-tuoteperheen tuotteet ovat Valio Oltermanni 29 % ja Valio Oltermanni 17 %. Tämän lisäksi tuoteperheeseen kuuluvat Valio Oltermanni Cheddar, Valio Oltermanni Tilsit ja Valio Oltermanni Valsa sekä viimeisimpänä uutuuksena Oltermanni-tuoteperheeseen lanseerattiin syksyllä 2018 Valio Oltermanni Port Salut. Valio Oltermanni Port Salut on tavallista kermajuustoa täyteläisempi ja sen rakenne on hieman pehmeämpi. (Valio Oy n.d.)

Haapaveden tehdas on aloittanut toimintansa vuonna 1965 Osuuskunta Pohjolan Maitona, jolloin tehtaalla valmistettiin pääasiassa maitojauheita. Juustola Haapavedellä aloitti toimintansa 1974. Oltermannin valmistus aloitettiin Haapavedellä vuonna 1993, ennen sitä Valio Oltermannia valmistettiin Isonkyrön osuusmeijerissä ja tuotannon kasvaessa myös Valion Ylitornion tehtaalla sekä Mikkelin osuusmeijerissä. Oltermannin lisäksi Haapaveden Valiolla valmistetaan demineralisoituja herajauheita sekä maitojauheita. (Valio Oy Haapaveden tehdas, 2017; Valio Oy, 2016.)

Opinnäytetyössä asetettiin seuraavat tutkimuskysymykset:

- Onko DVS-hapateen käyttö mahdollista Oltermannin valmistuksessa?
- Eroavatko hapatteiden happanemiskäyrät toisistaan? Onko happanemisessä eroa?
- Onko hapatteiden välillä havaittavissa eroa juuston koostumuksessa ja saannossa?

2 OLTERMANNI JUUSTON VALMISTUSPROSESSI

Oltermannin valmistus alkaa maidon vastaanotosta tehtaan vastaanottohallissa. Oltermannin valmistukseen käytetään raaka-aineena lähialueen valiolaitosten maidontuottajien maitoa.

Juuston valmistukseen käytettävä maito käsitellään rasvapitoisuudeltaan tuotekohtaisesti oikeanlaiseksi tehtaan yhteiskäsittelyosastolla. Maito pumpataan raakamaitosiiloista esilämmityksen kautta separaattorille, jossa maidosta erotetaan maidon rasvaosa eli kerma kurrista. Separoinnin jälkeen maito vakioidaan sekoittamalla separoinnissa erotettua kermaa ja kurria. Juustomaidon vakioinnissa rasvapitoisuutta säädetään sopivassa suhteessa maidon proteiinipitoisuuden kanssa.

Vakioinnin jälkeen tehdään baktofugointi ja lämpökäsittely. Baktofugoinnilla maidosta separoimalla erotetaan bakteereja ja voihappoitiöitä. Voihappoitiöt ovat haitallisia juustonvalmistuksen kannalta, koska ne juuston kypsymisen aikana saattavat aiheuttaa juustoon ei-toivottuja makuja. Maidon pastörointi tapahtuu levylämmönvaihtimella, jossa pastöroinnin tavoitelämpötila on usein 72–74 °C ja kesto noin 15–18 sekuntia. Pastöroinnin haittapuolia juustonvalmistuksen näkökulmasta on se, että se häiritsee maidon kalsium-kaseiinitasapainoa kalsiumsuolojen saostuessa ja näin ollen juoksettumisaika pitenee. Pastöroinnin jälkeen maito jäähdytetään ja se ohjataan juustolan juustomaitosiiloihin.

Varsinainen juustonvalmistus alkaa juustolan keitto-osastolla. Maitoa pumpataan juustokattiloihin. Kattilaan menevään maitovirtaan annostellaan hiilidioksidi ja hapate. Oltermannin valmistuksessa käytetään hiilidioksidia korvaamaan happamuudensäätöaineena käytetty kalsiumkloridi. Hiilidioksidilisäyksen tarkoituksena on laskea juustomaidon pH-arvo hetkellisesti arvoon, jossa juoksettuminen on mahdollisimman hyvä.

Maidon oton jälkeen juustokattilaan lisätään juoksete. Ennen lisäystä juoksetemäärä laimennetaan kylmään veteen ja se annostellaan juustokattilaan tasaisesti. Juoksetteen lisäämisen jälkeen maitoa sekoitetaan kattilassa muutamien minuuttien ajan ennen kuin kaikki liike kattilassa pysäytetään ja maito alkaa juoksetteen lisäyksen vuoksi saostua. Riittävän juoksettumisaajan jälkeen, kun saostuma on riittävää, aloitetaan juustorakeiston teko.

Juustomassan leikkaaminen aloitetaan hitaasti ja leikkausnopeutta kasvatetaan pikkuhiljaa. Leikkauksen tarkoituksena on saada leikattua juustorakeisto mahdollisimman tasakokoiseksi. Rakeiston leikkauksen aikana siitä alkaa poistua heraa. Heraa poistetaan rakeistosta useammassa vaiheessa. Yksi heranpoiston tarkoituksista on vähentää vesilisäyksen määrää. Heran-

poistolla käymisaineistoa on tarkoitus saada vähemmäksi, mikä taas vaikuttaa osaltaan juuston happamuuteen. Heranpoiston jälkeen rakeistoa hämmennetään, jotta rakeet eivät tarttuisi toisiinsa kiinni.

Seuraavana vaiheena prosessissa on vesilisäys. Vesilisäyksen tarkoituksena on laimentaa juustoon jäävän laktoosin pitoisuutta. Vesilisäyksen määrällä voidaan vaikuttaa juuston kypsymisaikaan, makuun ja säilyvyyteen. Vesilisäyksen avulla voidaan säätää myös juustorakeiston lämpötilaa eli tarvittaessa esimerkiksi nostaa juustomassan lämpötila haluttuun loppulämpötilaan.

Keittoprosessin jälkeen juustomassa siirretään juustokattiloista välisäiliöihin eli buffereihin, joissa kattiloiden massat sekoittuvat keskenään. Buffereista juustomassa siirtyy muottaukseseen. Muottauksen annostelulaitteessa juustorakeistosta erottuu heraa ennen kuin ne annostellaan juustomuotteihin. Tällä toimenpiteellä Oltermannista saadaan murukoloinen juusto. Heran poistuminen jatkuu myös muoteissa.

Juustomuotit pinotaan pinoiksi, jossa ne jatkavat matkaa tunnelointiin, jossa juustojen puristuminen tapahtuu. Tunneloinnin aikana juusto saavuttaa sille ominaisen muotonsa. Puristuminen Oltermannilla tapahtuu sen omalla painolla. Muotteja käännellään tunnelissa noin tunnin välein, jotta massasta tulisi mahdollisimman tasainen ja heran poistuminen juustosta olisi tehokasta. Tunneloinnin kesto ja lämpötila tunneleissa pyritään pitämään samana koko vaiheen ajan.

Oltermannin suolaus tapahtuu suolavesialtaissa. Suolauksen kesto vaihtelee tuotteittain ja tuotteen rasvapitoisuus määrittää pitkälle suolauksen keston. Suolaus on tärkeä osa juuston valmistusta. Suolauksen aikana juustosta fermentoituu loputkin laktoosit. Suolauksen avulla vaikutetaan juuston säilymiseen, koostumukseen, kypsymiseen ja pinnanmuodostukseen.

Suolauksen jälkeen juusto valutetaan ja puretaan pakkauslinjastolle. Juustot pakataan pakkauskoneella muovikalvoon ja pakkaukset vakumoidaan. Pakkausmateriaalin tulee olla sellaista, että se ei päästä lävitseen happea, mutta pakkauksista pääsee poistumaan kohtuullisesti hiilidioksidia. Pakkaamisen jälkeen juustot läpivalaistaan vierasesineiden varalta. Pakkausosaston jälkeen juustot siirtyvät varastoon, josta ne kuljetetaan kypsytysovarastoon.

3 HAPATTEET

Hapatteet parantavat tuotteissa säilyvyyttä, rakennetta ja aistittavia ominaisuuksia. Juuston valmistuksessa hapatteilla on kolme tärkeää tehtävää. Ensimmäinen tehtävä on tuottaa maitohappoa maidon sokerista, laktoosista. Maitohapon tuotto laskee juustomaidon pH-arvoa, prosessin edetessä rakeiston pH-arvoa ja laskee lopulta valmiin tuotteen pH-arvon sille määritetyille tasolle. Maidon juoksettumisen nopeutta ja tehokkuutta on mahdollista säädellä myös siirrostettavan hapatteen määrällä. (Tapaila, 2017a; Kristensen, 1999, s. 65)

Hapatteiden avulla muodostuva maitohappo hajottaa proteiinia. Proteiinien hajoaminen edesauttaa juuston valmistuksessa heran erottumista ja halutun rakenteen muodostumista juustoon. Kolmas tehtävä on tuottaa hiilidioksidia. Hiilidioksidin muodostumisen avulla juustoon syntyvät useille juustoille tyypilliset kolot. Hapatteiden avulla juustoon saadaan myös makua ja aromia. (Bylund, n.d; Tapaila, 2016; Tapaila, 2017a; Kristensen, 1999, s. 65)

Juustoissa käytettävät hapatteet ovat tyypiltään joko mesofiilisiä tai termofiilisiä. Mesofiilisiä hapatteita käytetään yleensä pehmeiden ja puolikoviin juustojen valmistuksessa. Kovien juustojen valmistuksessa käytetään sen sijaan termofiilisiä hapatteita. Koska Oltermanni on puolikova juusto, sen valmistuksessa käytetään mesofiilihapatteita. Mesofiilisten hapatteen optimaalinen toimintalämpötila on yleensä noin 22–30 °C, termofiilisten hapatteen tätä korkeampi, yleensä noin 37–45 °C. (Hilonen 2011, s. 7; Seppä, 2012, s. 9; Tapaila 2017a)

Mesofiiliset hapatteet voidaan jaotella homofermentatiivisiin ja heterofermentatiivisiin hapatteisiin. Tämä jaottelu tehdään hapatteessa olevien mikrobikantojen käymistuotteiden mukaan. Laktokit ovat homofermentatiivisia, *Leuconostoc* heterofermentatiivinen. Homofermentatiivisten hapatteen maitohappokäymisen tuloksena syntyy pelkästään maitohappoa. Optimaalisissa olosuhteissa homofermentatiiviset hapatteen maitohappokäymisen tuloksena laktoosista muuttuu yli 90 % maitohapoksi sekä myös pienissä määrin etikkahapoksi. Heterofermentatiiviset bakteerit muuttavat laktoosista noin 50 % maitohapoksi ja vähintään 40 % muuttuu esimerkiksi etanoliksi, asetaldehydiksi, etikkahapoksi ja hiilidioksidiksi. (Donnelly, 2014, s. 79; Fox, Fuquay & Roginski, 2002, s. 263; Tapaila, 2016)

Homofermentatiivisiin ja heterofermentatiivisiin lajittelun lisäksi hapatteet voidaan lajitella neljään eri luokkaan sen mukaan, mitä ne käymistuotteenaan muodostavat. Hapatteet luokitellaan O-hapatteisiin, L-hapatteisiin, D-hapatteisiin ja DL-hapatteisiin. O-hapatteet voivat sisältää esimerkiksi *Lactococcus lactis subspensis lactis* -bakteerin haponmuodostajia. Muut mainituista hapatteista tuottavat maitohappokäymisen lisäksi aromeja. L-hapatteet sisältävät esimerkiksi *Leuconostoc mesentroides*

subspensis cremori -bakteeria ja D-hapatteet *Lactococcus lactis biovar. diacetylactis* -bakteeria. DL-hapatteet sisältävät molempia, sekä L-hapatetta että D-hapatetta ja näin ollen muodostavat sekä maitohappoa että diasetyyliä. (Walstra, Wouters & Geurts, 2006, s. 386–387)

4 HAPPANEMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Juuston valmistuksessa maidon oikeanlaisen happanemisen tavoitteena on saada valmistettavalle juustolle sille ominainen maku ja rakenne. Myös säilyvyyteen voidaan vaikuttaa happanemisen avulla. Happanemiseen voivat vaikuttaa heikentävästi useat eri asiat. Tällaisia tekijöitä ovat muun muassa raaka-aineen eli maidon heikko mikrobiologinen laatu, maidon luonnolliset estotekijät ja bakteriofaagit.

4.1 Maidon koostumus

Suomalainen maito on kansainvälisesti korkealaatuista. Maitohygienialiitto kerää tuottajamaidosta tietoja, joiden perusteella maidon laatua seurataan ja laadusta laaditaan tilastoja. Vuonna 2017 suomalaisen tuottajamaidon solulukujen geometrinen keskiarvo oli 128 700 solua/ml ja bakteerilukujen keskiarvo 5 200 pmy/ml. (Maitohygienialiitto n.d.a)

Somaattisten solujen määrä kuvaa lehmän utareen terveyttä. Kun lehmä on terve, maidon solupitoisuus on alle 200 000 solua/ml. Somaattisten solujen määrää seurataan tuottajamaidosta kuukausittain, näytteitä otetaan vähintään kaksi kertaa kuukaudessa. Kolmen kuukauden geometrisen keskiarvon on oltava alle 400 000 solua/ml. (Maitohygienialiitto n.d.c)

Kokonaisbakteerit mitataan tuottajamaidosta vähintään kaksi kertaa kuukaudessa. Kun bakteerimäärä on alhainen, kertoo se tuotannon hyvästä hygieniasta, laitteiston puhtaudesta sekä maidon käsittelyn ja säilytyksen asianmukaisuudesta. Kokonaisbakteerien määrä on oltava alle 100 000 pmy/ml. Tuore, terveestä lehmästä lypetty maito ei sisällä bakteereita. Maito on lypettäessä noin 37 °C ja tärkein keino ehkäistä maidon bakteeripitoisuuden nousu on jäähdyttää se nopeasti 4 °C:seen. (Maitohygienialiitto n.d.b; Tapaila 2015)

Maidon koostumus vaihtelee esimerkiksi rodun ja vuodenaikaisvaihtelun mukaan. Myös laktaatiokaudella on vaikutusta maidon koostumukseen. Laktaatiokaudella tarkoitetaan sitä aikaa, joka alkaa lehmällä heti vasikan syntymisen jälkeen ja kestää siihen asti, kunnes lehmä niin sanotusti saattetaan umpeen. Laktaatiokauden alussa esimerkiksi maidon rasvapitoisuus laskee aluksi nopeasti ja loppua kohden nousee hitaasti. Myös maidon rasvapallosten koko sekä kalsiumpitoisuus pienenee. Maidon koostumuksella on vaikutusta myös juuston saantoon. (Tapaila 2015)

Myös tuottajamaidon kokonaisbakteerimäärässä esiintyy vuodenaikaisvaihtelua, samoin somaattisten solujen määrässä. Somaattisten solujen vaihtelu on kuitenkin vähentynyt viime vuosina. Kokonaisbakteerien määrä on suurimmillaan kesällä ja vähimmillään alkutalvesta. Vuonna 2017 kokonaisbakteerien geometrinen keskiarvo oli suurimmillaan heinäkuussa (6 200 pmy/ml) ja pienimmillään helmikuussa (4 600 pmy/ml). Somaattisten solujen geometrinen keskiarvo oli suurimmillaan vuonna 2017 elokuussa (141 000 solua/ml) ja pienimmillään lokakuussa (122 000 solua/ml). (Maitohygienialiitto n.d.b; Maitohygienialiitto n.d.c)

Raakamaito voi sisältää psykrotrofisia bakteereita. Psykrotrofiset bakteerit voivat olla joko gram-negatiivisia tai gram-positiivisia. Ne sietävät kylmää ja voivat lisääntyä alle 5 °C:n lämpötilassa. Ne saattavat heikentää maidon laatua ja lyhentää sen säilyvyysaikaa. Pastöroinnin aikana suurin osa näistä bakteereista tuhoutuu, mutta lämpöä kestävä entsyymit saattavat selvitä. Psykrotrofiset bakteerit pienentävät juustosaantoa ja saattavat aiheuttaa juustoihin virhemakuja. (Rolander, 2012, s. 12; Rutanen, 2012, s. 11)

4.2 Maidon estotekijät

Maidossa on luontaisesti kahta erilaista luontaista estotekijää, jotka estävät maitohappobakteerien kasvua. Nämä ovat laktoperoksidaasi-tiosyanaatti-vetyperoksidi–systeemi (LPS-systeemi) sekä agglutiniini. LPS-systeemi tuhoutuu lämpökäsittelyn eli esimerkiksi pastöroinnin aikana ja sen tuhoutuminen voidaan todeta peroksidaasitestillä. Agglutiniinien vaikutus hapatebakteerien kasvuun on vähäinen, sillä ne inaktivoituvat lämpökäsittelyssä ja juustoprosessissa juoksettumisen aikana. (Leporanta, Huuononen, Lampi, Kärki, Manninen & Saxelin, 1989, s. 8–5)

4.3 Bakteriofaagit

Bakteriofaagit ovat bakteerisoluja tuhoavia viruksia. Ne ovat loisia, jotka tarvitsevat lisääntyäkseen bakteriofaageille spesifisten bakteerien entsyymejä ja soluelimiä. Ne voivat lisääntyä ainoastaan isäntäsolussa, jonka lisääntymiseen tarjoama ympäristö on faagille sopiva. Toisin sanoen bakteriofaagi on spesifinen ja se infektoi vain tiettyä bakteerilajia tai tietyn bakteerilajin kantoja. Bakteriofaagit hajottavat lysiinin avulla maitohappobakteerien soluja, jolloin ne estävät hapon tuottoa. (Helminen, 2014, s. 26; Hilonen, 2011, s. 16; Wang ym. 2016)

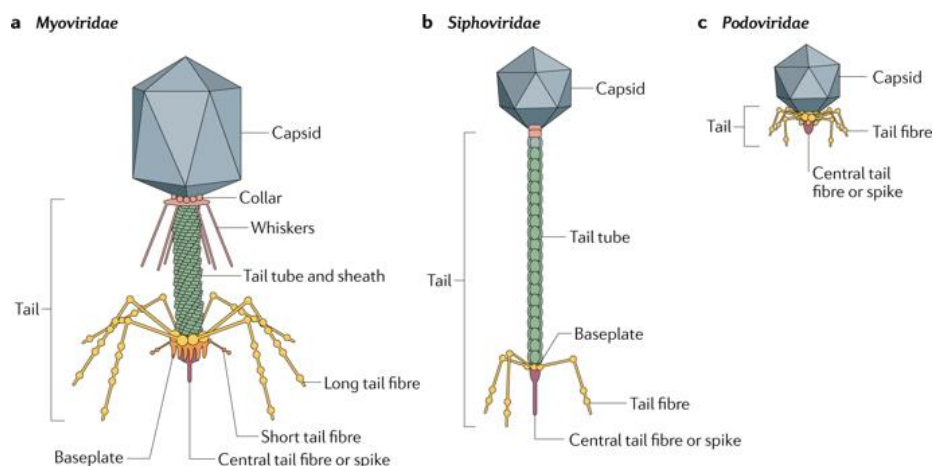
Faageja on läsnä kaikkialla, missä on myös bakteereita. Faagien esiintyminen tuotteissa vähentää tai lopettaa kokonaan maitohappobakteerien hapontuoton, joka aiheuttaa juustoon happanemishäiriön. Tämän vuoksi faagi-infektioiden ehkäisyssä pyritään valitsemaan hapatteisiin faagiresistenttejä bakteerikantoja. (Mutanen, 2011, s. 8; Pujato, Quiberoni & Mercanti 2018; Väistö, 2010, s. 23)

Faagikontaminaation lähde yleisimmin on meijeriteollisuudessa maito. Maito voi sisältää faageja, jotka eivät tuhoudu pastöroinnista huolimatta. Faagit voivat olla peräisin myös ympäristöstä ja ne voivat kulkeutua sieltä maitoon käytettyjen välineiden tai tuotannon työntekijöiden välityksellä. Tämän vuoksi tehokas ja säännöllinen puhtaanapito on ensiarvoisen tärkeää. (Hilonen, 2011, s. 16; Väistö, 2010, s. 23)

Faagien torjunta on mahdollista ulkoisilla tekijöillä ja bakteerien omilla puolustusmekanismeilla. Hapatteiden siirrostaminen aseptisesti on erittäin tärkeää. Käyttöhapatteet valmistetaan yleensä erillään tuotantotiloista, erillisissä hapatteen valmistustiloissa, jotka on paineistettu suodattetulla ilmalla. Myös riittävä käsihygieniä ja suojavaatteisiin pukeutuminen estävät myös faagikontaminaatioita. (Sirén, 2013, s. 4)

4.3.1 Faagien luokittelu

Kansainvälisen virusluokituskomitean (ICTV) mukaan kaikki tunnetut bakteriofaagit, jotka infektoivat maitohappobakteereita, ovat hännällisiä faageja ja kuuluvat Caudovirales-lahkoon, jossa ne edelleen voidaan järjestää kolmeen eri ryhmään, jotka ovat: *Podoviridae*, *Myoviridae* ja *Siphoviridae*. *Podoviridaella* on lyhyt, ei-sitova häntä, *Myoviridaella* pitkä, sitova häntä ja *Siphoviridaella* pitkä, ei-sitova häntä (Kuva 1). Faagit koostuvat kahdesta osasta, päästä ja hännästä. Pää on proteiinikuori, joka sisältää yhden lineaarisen dsDNA-molekyylin ja häntä on proteiiniputki, jonka pää sitoo herkien bakterisolujen pintareseptoreita. (King, Adams, Cartens & Lefkowitz 2011; Marcó, Moineau & Quiberoni 2012; Pujato ym., 2018)

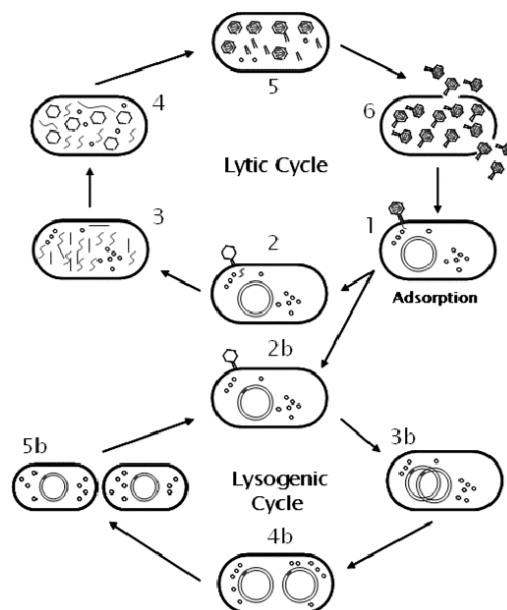


Kuva 1. Caudovirales-lahkon faagit (Nobrega ym., 2018).

4.3.2 Bakteriofaagien moninkertaistumissyklit

Bakteriofaagit voivat lisääntyä kahdella erilaisella tavalla. Aluksi faagi adsorboi itsensä bakteerin spesifiseen pintarakenteeseen (kuva 2, kohta 1). Lyysissä faagi infektoi bakteerisolun ruiskuttamalla RNA:n tai dn:n bakteerin sisään (kuva 2, kohta 2). Kun faagi on lisääntynyt solussa riittävästi (kuva 2, kohdat 3– 5), solu hajoaa ja faagijälkeläiset vapautuvat (kuva 2, kohta 6).

Faagit voivat lisääntyä myös lysogeenisesti eli kiinnittymällä isäntägenomiinsa eli sulautumalla osaksi isäntäbakteerin kromosomia (kuva 2, kohta 3b), johon ne jäävät odottelemaan sopivaa tilaisuutta lisääntyä (kuva 2, kohta 4b). Kun tällainen bakteeri lisääntyy (kuva 2, kohta 5b), kopioituu myös faagin genomi uusiin bakteereihin.



Kuva 2. Faagien moninkertaistumissyklit (Rees & Botsaris, 2012).

Näistä lyttinen kierto aiheuttaa ainoastaan happanemishäiriöitä, sillä virulentti faagi lisääntyy isäntäbakteerissa tuhoten sen. Tämä voi aiheuttaa juustonvalmistuksessa vaikeuksia, sillä faagi-infektioit voivat aiheuttaa myös lopputuotteeseen ei-haluttuja ominaisuuksia, esimerkiksi makuun ja rakenteeseen. Tämä taas saattaa aiheuttaa suuria taloudellisia menetyksiä. (Castro-Nallar ym., 2012; Pujato ym. 2018)

5 HAPATEJÄRJESTELMÄT

Hapatejärjestelmillä tarkoitetaan tapaa, jolla hapatetta valmistetaan ja kuinka se tuotteeseen lisätään. Hapatejärjestelmät eroavat toisistaan käytettävyydeltään ja kustannuksiltaan, solupitoisuuksiltaan ja säilyvyysoiltaan.

5.1 Emähapate

Emähapatejärjestelmä on hapatejärjestelmä, jossa meijerissä valmistetaan emähapate. Tätä emähapatetta ylläpidetään toistuvilla siirrostuksilla maitoon. Emähapatteesta siirrostetaan välihapate, jota siirrostetaan käyttöhapatteeseen ja vasta tämän jälkeen käyttöhapate käytetään kasvatuksen jälkeen tuotemaitoon. Yleensä emähapateympit ovat nestemäisiä ja niiden solupitoisuus on pieni verrattuna käyttöhapatteeseen tai DVS-hapatteeseen, yleensä 10^8 – 10^9 kpl/ml. Myös emähapatteen säilyvyys on lyhyt, 2–11 viikkoa. Emähapatteen valmistuksen vaiheet ovat hyvin samantyyppiset kuin käyttöhapatteen, joista on kerrottu tarkemmin seuraavassa luvussa. Emähapatteen käytöstä ollaan luovuttu lähes kokonaan sen vaivaloisuuden ja monivaiheisuuden vuoksi. Monivaiheisuus saattaa aiheuttaa virheitä ja mitä useammassa vaiheessa hapatetta valmistetaan, sen kontaminoituminen on todennäköisempää. (Bylund, n.d.; Hami 2013–2014; Kammerlehner 2009, s. 181)

5.2 Käyttöhapate

Käyttöhapatteen alustana voidaan käyttää esimerkiksi pastöroitua, rasvatonta maitoa tai maitojauheesta ennastettua hapatemaitoa. Myös raakamaitoa on mahdollista käyttää alustana. Käyttöhapatejärjestelmässä niin sanottu käyttöhapateympä lisätään käyttöhapatetankkiin, josta valmis hapate annostellaan tuotemaitoon. Hapate annostellaan kattilaan menevään maitovirtaan, jolloin se sekoittuu tasaisesti juustokattilassa. Käyttöhapateympä voi olla joko pakastettua ja konsentroitua pellettiä tai pakastettua, konsentroitua jauhetta ja sen bakteeripitoisuus on noin 10^{12} kpl/ml. (Leporanta ym., 1989, s. 1–5; Tapaila 2017b)

Käyttöhapate valmistetaan erillisissä hapatesäiliöissä. Hapatesäiliössä on vesikiertoinen vaippa, jonka avulla säiliössä olevaa maidon lämpötilaa voidaan säätää. Tämä on edellytys käyttöhapatejärjestelmälle, sillä yleensä hapatteen lämpökäsittely ja jäädytys fermentoinnin jälkeen tehdään tankissa. Säiliössä on oltava myös mittarit lämpötilan ja pH-arvon seuraamista varten. Säiliöt ovat useimmiten ruostumatonta terästä ja niissä on oltava sekoittaja, jonka avulla hapateympä saadaan sekoitettua tehokkaasti alustaan, ennen kuin sekoitus pysäytetään ja hapatteen valmistus voi varsinaisesti alkaa. (Fox ym., 2002, s. 267)

Käyttöhapatteen kasvatusalusta lämpökäsitellään. Säiliössä lämpökäsittely tapahtuu 85–95 °C:een lämpötilassa, 30–60 minuutin ajan. Lämpökäsittelyn lämpötila-aikayhdistelmää pyritään säätämään siten, että käytössä olevalle hapatteelle saataisiin paras mahdollinen aktiivisuus. Lämpökäsittely on oltava riittävän tehokas tuhoamaan patogeeniset mikrobit ja bakteriofaagit. (Hilonen 2011, s. 12)

Lämpökäsittelyn jälkeen kasvatusalusta jäädytetään haluttuun kypsytyslämpötilaan, jonka jälkeen hapate siirrostetaan säiliöön. Lisäyksen jälkeen hapate kypsyy säiliössä, yleensä mesofiilihapatteilla kypsytyslämpötila on 18–22 °C. Kypsytyksen jälkeen valmis hapate jäädytetään, jonka jälkeen hapate on valmista käytettäväksi.

Hapatteen valmistuksessa hygieenisuus on erityisen tärkeää. Hapatetankit on mahdollista sijoittaa erillisiin tiloihin, jolloin mahdolliset kontaminaatiot saadaan rajattua mahdollisimman pieniksi. Hapatetilojen ilmastoinnin tarkoituksena on ilmanvaihdon lisäksi poistaa hapatehuoneeseen syntynyt kosteus. Yleensä hapatehuoneen ilmastoinnissa käytetään suodatettua ilmaa ja se paineistetaan siten, että hapatehuoneen ilmanpaine on korkeampi kuin sen eteisessä. Riittävä suojarustus hapateympin lisäyksen aikana on myös erityisen tärkeää, ettei valmistettavaan hapatteeseen siirry ylimääräisiä bakteereita. Siirrostustilan ilman on oltava hyvin suodatettua, jotta ilman epäpuhtaudet eivät pääse hapatetankkiin. Hapatehuoneissa voidaan käyttää myös ultraviolettivaloja mikrobien tuhoamiseen. UV-valo tuhoaa mikrobeja hapatehuoneen ilmasta, mutta myös pinnoilta, johon valo osuu. (Leporanta ym., 1989, s. 3–4, 3–9)

Hygieenisyyteen voidaan vaikuttaa myös tehokkailla pesuilla. Yleensä hapatesäiliöt, kuten säiliöt ja tankit useimmiten meijeriteollisuudessa, pestään kiertopesulla eli CIP-pesuilla (clean-in-place). Jokaiselle prosessin osalle tai prosessin kohteelle on määritetty sille parhaiten soveltuva pesuresepti. Kohteesta riippuen CIP-pesu voidaan suorittaa joko lyhyinä tai pitkinä pesuina. Kohteesta riippuen voidaan siis käyttää joko emäs-happo-pesu-yhdistelmää tai pelkästään toista näistä. Emäspesulla pinnoilta irrotetaan proteiini- ja rasvajäämät, happopesun avulla pinnoilta saadaan poistettua mahdolliset mineraalisaostumat. Happopesu tehoaa myös itiöllisiin bakteereihin.

5.3 DVS-hapate

DVS-hapate eli Direct Vat Set -hapate on konsentroitua, pakastettua tai pakastekuivattua hapatetta. DVS- ja DVI-hapatteet (Direct Vat incultation) ovat verrattain uusia, ne ovat olleet käytössä vasta 15–20 vuotta. DVS-hapate lisätään juuston valmistuksessa suoraan kattilamaitoon. DVS-hapatetta kutsutaan meijeriteollisuudessa yleisesti niin sanotuksi tuoteympiksi. Tuoteympin etuna on se, että sen lisäämisessä ei ole ylimääräisiä välivaiheita, joten mahdolliset faagikontaminaatiot vähenevät. Tuoteympit ovat käyttöhapateymppeihin verrattain kalliita, mutta noin 1 kg DVS-hapatetta vastaa 100 litraa valmista käyttöhapatetta. Kuten käyttöhapatteet, myös DVS-hapatteet voivat olla jäädytettyjä pellettejä tai pakastekuivattuja rakeita. DVS-hapatteet sisältävät soluja noin 10^{11} kpl/ml. (Walstra ym. 2006, s. 396; Kammerlehner 2009, s. 181)

6 HAPATEKOEAJOT

Koeajot käyttöhapatteen ja DVS-hapatteen vertailusta suoritettiin Haapaveden Valion tehtaalla heinä-elokuun vaihteessa 2018. Valtaosa Haapavedellä valmistettavista Oltermanni-juustoista valmistetaan käyttöhapatteella. DVS-koeajon tarkoituksena oli esikartoittaa sitä, onko juustoa mahdollista valmistaa Haapaveden tehtaalla DVS-hapatteella pidempiä tuotantopaksoja. Koeajossa haluttiin tutkia, eroaako hapatteiden käyttäytyminen toisistaan muun muassa happanemisen, saannon ja lopullisen tuotteen laadun kannalta. Tämän lisäksi tarkasteltiin sitä, kuinka DVS-hapate mahdollisesti vaikuttaa faagitasoihin Oltermannin tuotannossa.

Koe- ja vertailuajon ajankohdaksi valittiin sellaiset peräkkäiset tuotantopakso, joissa tuotanto olisi määriltään mahdollisimman samankaltaista ja tuotteita, joita koeajo koski, olisi lähes yhtä paljon tuotannossa. Aluksi suoritettiin koeajopakso DVS-hapatteella, jonka aikana Oltermanni 29 % ajettiin 3 tuotantopäivää ja Oltermanni 17 % ajettiin 2 tuotantopäivää. Tämän jälkeen alkoi vertailujakso, jonka aikana ajettiin normaalisti käytössä olevalla käyttöhapatteella molempia tuotteita, kutakin 2 tuotantopäivää. Sekä koeajo- että vertailujaksoon laadittiin tiivistetty näytteenotossuunnitelma (liite 1).

Koe- ja vertailujaksojen aikana tuotteiden valmistus pyrittiin tekemään mahdollisimman samalla tavalla, jotta hapatteiden mahdolliset eroavaisuudet tuotannossa olisi mahdollista havaita. Keittoresepteihin ei tehty muutoksia ja prosessi pyrittiin pitämään samanlaisena juuston keitosta pakkaukseen asti. Häiriöitä on mahdotonta ennustaa etukäteen, joten erät, joiden aikana häiriötä on ilmennyt ja joiden voitiin katsoa vaikuttavan mahdollisesti juuston happanemiseen, rajattiin lopuksi tuloksista pois.

6.1 Käytettävät hapatteet

Koe- ja vertailuajoissa käytettävät hapatteet olivat saman valmistajan hapatteita. Molemmat hapatteista olivat mesofiilisiä DL-hapatteita. Koeajoa varten sopiva annostus DVS-hapatetta määritettiin muutamien testikattiloiden ja sekä tehtaan että hapatevalmistajan asiantuntijoiden kokemusten ja aiempien testikattiloiden tulosten perusteella sopivaksi. Käytettyyn DVS-hapatteen määrään ei koeajojakson aikana tarvinnut tehdä muutoksia. Käyttöhapatteen määrä pidettiin molemmilla tuotteilla samana, kuin se normaalissa tuotannossa on. Käyttöhapatteen aktiivisuus oli vertailujakson aikana hyvä, joten annosteluun ei siitä johtuen tarvinnut tehdä muutoksia.

6.2 Happanemiskäyrät

Happanemiskäyrien avulla voidaan tarkastella, kuinka juuston valmistuksessa käytettävä hapate alkaa vaikuttaa tunneloinnin aikana ja sitä, onko hapatteiden välillä eroa esimerkiksi happanemisnopeudessa tai pH-arvossa tunneloinnin jälkeen.

Happanemiskäyrien mittaus suoritettiin jatkuvatoimisella ja tallentavalla Knick Portavo 904(X) pH-mittarilla (Knick, Saksa). Mittari tallentaa mittaus tuloksen kahden minuutin välein. Happanemiskäyrien tallentamiseen käytettiin kahta eri mittaria, jotka tarkastettiin ja kalibroitiin aina ennen uuden mittauksen aloittamista. Mittaukset suoritettiin jokaiselta tuotantopäivältä, jokaiselta kattilakierrokselta ja ne suoritettiin aina samasta kattilasta, jotta mittaus tuloksiin ei vaikuta mahdolliset kattilakohtaiset vaihte-
lut.

Happanemiskäyriä varten muottauksesta annosteltiin käsin massaa koejuustomuottiin ja juustomassa paineltiin muottiin tiiviisti. Painelun jälkeen mittarin anturi huuhdeltiin hyvin ja se painettiin juuston sisään. Mittaus aloitettiin laitteen ohjeen mukaan. Koejuustomuotti mittareineen vietiin tunneliin, jossa koeajotilanteita varten on erikseen määritetty paikka, jossa olosuhteet ovat samanlaiset kuin tunneloinnissa todellisuudessa. Tämän jälkeen merkittiin ylös aika sekä muottinippu, joka oli menossa tunnelointiin samalla hetkellä, jotta mittausaika olisi todellisuudessa sama, kuin tuotannon todellinen tunnelointiaika.

Merkityn juustomuotin tullessa tunneloinnista ulos eli tunnelointiajan tullessa täyteen, mittari siirrettiin suolaamoon, jossa mittausaika jatkettiin vielä noin kahden tunnin ajan. Siirron aikana oli oltava erityisen varovainen, ettei mittauspää päässyt liikkumaan juustossa, sillä se saattoi vaikuttaa mittaus tuloksiin.

Mittausajan täytyttyä mittaus päätettiin ohjeistuksen mukaan ja mittausanturi huuhdeltiin hyvin ja laite kalibroitiin odottamaan seuraavaa mit-

tausta. Vertailu- ja koeajojakson välissä mittareiden tulokset siirrettiin tietokoneelle ja mittareiden muistit tyhjennettiin. Sama tehtiin myös koeajojakson päätyttyä.

6.3 Koostumuksen analysointi

Koesuunnitelman mukaan (liite 1) sekä koe- että vertailuajoista otettiin pakkaamossa näytteet juuston koostumuksen analysointia eli NIR-analyysiä (Near-infrared) varten. Pakkaamossa näytejuustot pilkottiin, laitettiin näytepussiin ja vietiin välittömästi jääkaappiin odottamaan analyysiä.

NIR-analyysi suoritettiin FoodScan™-laitteella (FOSS, Tanska) kunkin tuotantopäivän ajojen päätteeksi, jolloin jokaisen tuotantopäivän näytteiden määrittäminen olisi mahdollisimman samankaltainen. Näytteet otettiin jääkaapista lämpiämään laboratorion pöydälle noin 20 minuutiksi. Näytteet jauhettiin Retsch GM200 -laitteella (Retsch GmbH, Saksa) ja jauhamisen jälkeen näyte kaadettiin takaisin näytepussiin ja sekoitettiin hyvin, jotta pussiin mahdollisesti jäänyt kosteus saatiin näytteeseen. Näytteiden jauhamisen jälkeen jauhettua juustoa annosteltiin reilusti petrimaljalta, jonka pinta tasoitettiin. Tämän jälkeen näyte oli valmis analysoitavaksi.

NIR-analyysillä juustosta voidaan määrittää sen rasva-, kuiva-aine- ja suolapitoisuus. Laitteen toiminta varmistetaan päivittäin laadunvarmistusnäytteen avulla. Laitteella ajetaan erikseen osoitettu referenssinäyte, jonka tuloksia verrataan näytteen kemiallisen määrittämisen tuloksiin. Laitteen toiminnan varmistamisen lisäksi tuotteista lähetetään rinnakkaisnäytteet Valio Oy:n akkreditoituun Lapinlahden aluelaboratorioon, jossa myös rinnakkaiset näytteet analysoidaan kemiallisesti.

FoodScan™-laitteen avulla voidaan määrittää myös juuston KAR (kuiva-aineen rasva) sekä ROV eli rasvattoman osan vesi. Rasvattoman osan vesipitoisuutta seurataan juuston valmistuksessa tiiviisti, sillä sen avulla juuston koostumusta voidaan arvioida hyvin. Rasvattoman osan vesipitoisuuteen vaikuttaa happaneminen, mutta myös oikeanlainen raekoko sekä keitto-prosessi kokonaisuudessaan. Mikäli happaneminen on heikkoa, jää rasvattoman osan vesipitoisuus korkeammalle, jolloin vaarana on se, että suolauksen aikana suola imeytyy juustoon nopeammin ja siitä saattaa tulla liian suolainen.

6.4 Faaginäytteet

Hapatteiden toimivuuden kannalta on tärkeää, kuten edellä jo mainittiin, seurata faagitasoja. Faaginäytteet otettiin koeajojaksolla päivittäin tuotantopäivän viimeisestä kattilasta. Faaginäytettä varten kattilasta otettiin laskuheraa näytepurkkiin ja purkki suljettiin. Tämän jälkeen näytteen annettiin seisoa pöydällä noin viisitoista minuuttia, jotta suuremmat partikkelit, muun muassa juustorakeet laskeutuivat purkin pohjalle. Tämän jälkeen näytettä vedettiin steriiliin ruiskuun ja näyte suodatettiin steriilisuodattimen läpi koeputkeen. Koeputki suljettiin hyvin ja vietiin jääkaappiin säilöön.

Näytteet lähetettiin hapatevalmistajalle analysoitavaksi. Näytteet lähetettiin kahdessa erässä, vertailuajon näytteet omassaan ja koeajon omassaan. Osa näytteistä lähetettiin Valio Oy:n Lapinlahden laboratorioon.

Faaginäytteiden tutkimisessa kustakin heranäytteestä otetaan rinnakkaisnäytteet laboratoriossa. Näiden näyteputkien lisäksi on kaksi kontrollinäytettä, joihin ei heraa lisätä. Näyteputkissa steriiliin rasvattomaan maitojauhemaitoon lisätään näyteheraa 1 %. Tämän jälkeen sekä näyteputket että kontrollinäytteet inkuboidaan 30 °C:ssa, kunnes kontrolliputken pH-arvo saavuttaa tason 5,0–5,5. Tämän jälkeen pH-arvo mitataan välittömästi myös näyteputkista. Mikäli kontrolliputkien ja näyteputkien pH-arvoissa on eroavaisuuksia, faagikontaminaatio on mahdollinen. Eli näyteputkien pH-arvo on korkeampi kuin kontrolliputkien. Mitä suurempi ero on, sen suurempi todennäköisyys on, että näytteissä on havaittavissa faageja.

6.5 Myyntiinhyväksyntä ja aistinvarainen arviointi

Myyntiinhyväksyntää ja aistinvaraista arviointia varten pakkausosastolla otetaan jokaisesta maitoerästä vähintään yksi tuote aistinvaraista arviointia varten. Pakkausosaston valmistuksen ohjaajat huolehtivat arviointiin pakkauksessa olevan, tarroitetun juuston. Arvostelujuustot säilytetään tehtaalla niille erikseen varatussa kypsytyskontissa, jonka lämpötila on sama kuin kypsytysvarastossa. Sekä kypsytysvaraston että kypsytyskontin lämpötilaa seurataan säännöllisesti ja tuotteita pidetään kypsytyskontissa tuotteen kypsytysajan.

7 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Tulosten tarkastelussa tuloksista poistettiin normaalista poikkeavat tulokset, esimerkiksi pitkät keitot (yli 10 minuuttia) sekä muiden mahdollisten prosessin aikana tulleiden häiriöiden, esimerkiksi laiterikkojen aiheuttamat muutokset juuston pH-arvossa. Liian pitkä keittoaika tai liian pitkä tunnelointi muuttaa esimerkiksi juuston happanemista, joten tarkasteluun otettiin vain sellaiset tulokset, joihin todennäköisesti ei ole mikään häiriö vaikuttanut.

Tuloksia käsiteltiin Microsoft Office Excel -laskentaohjelmalla sekä Minitab 18 -ohjelmistolla.

7.1 Happanemiskäyrät

Happanemiskäyrien tarkastelussa tarkastelu-aika rajattiin jokaisen tuotantopäivien käyrille samanpituisiksi, jotta tarkastelu oli helpompaa. Käyrien mittausajoissa oli mittaus tilanteissa muutamien minuuttien heittoa. Tämän lisäksi käyristä poistettiin selvästi virheelliset käyrät. Virheelliset käyrät olivat esimerkiksi sellaisia, joissa mittauksen alku-pH oli selvästi muita korkeampi (virheellinen mittausanturin asento) tai mittauksessa oli tullut häiriöitä, joiden vuoksi happanemiskäyrää ei voitu pitää luotettavana. Lähes jokaisessa happanemiskäyrässä oli havaittavissa hetkittäinen pieni nousu aina siinä kohdassa, jossa juusto on siirretty tunneloinnista suolaamoon. Nämä nousut eivät kuitenkaan vaikuta tulosten käsittelyyn, sillä happanemiskäyrät jatkavat laskuaan tasaisesti myös siirron jälkeen.

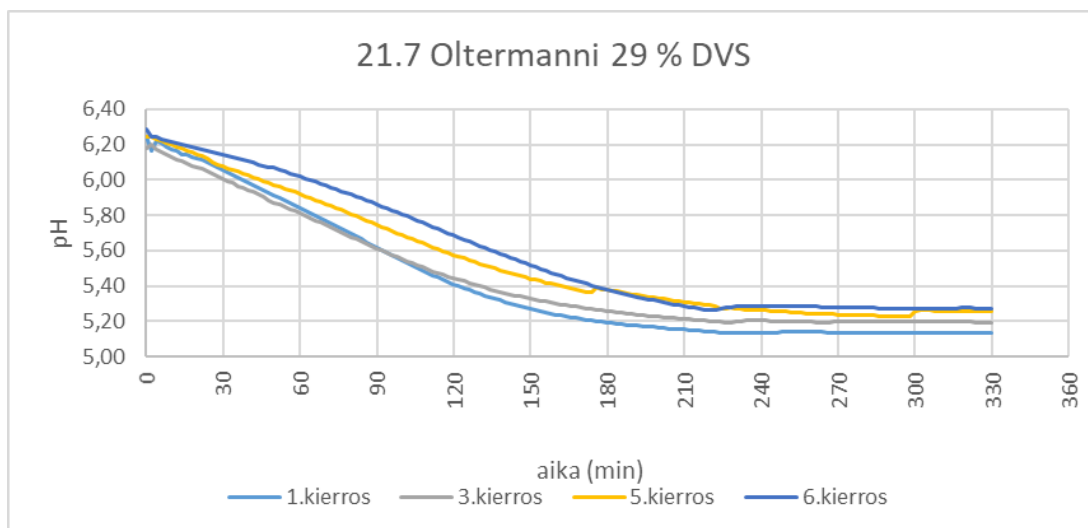
7.1.1 Oltermanni 29 %

Tässä luvussa esitetään Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrät. Kuvia on 5 (kuvat 3–7, s. 16–19), yksi kultakin tuotantopäivältä sekä kuva (kuva 8, s. 20), jossa jokaisen tuotantopäivän happanemiskäyristä on laskettu keskiarvot. Kuvissa 3–7 on esitetty kunkin tuotantopäivän happanemiskäyrät (käyriä 4–6/kuva), riippuen tuotantopäivän tuotantomäärästä ja onnistuneista happanemiskäyristä. Käyrät piirrettiin erillisille kuvaajille, koska yhdessä kuvaajassa ollessaan kuvaajasta tuli hyvin vaikeasti tulkittava. Happanemiskäyrät noudattavat pääosin samaa trendiä.

Hapatteen toiminta heikkenee tuotantopäivän mittaan, sillä pitkien tuotantopäivien aikana jatkuvatoimisella linjastolla kattiloihin, putkistoihin ja säiliöihin kertyy juustomassaa päivän mittaan. Tuotannossa on käytössä tietyn kattilamäärän ylittyessä niin sanotut lyhyet välipesut, joiden avulla riittävästä tuotantohygieniasta pidetään huolta ja happanemisen heikkenemistä pyritään hallitsemaan.

Kuvassa 3 on ensimmäisen DVS-koeajopäivän happanemiskäyrät. Kuvasta puuttuvat kierrokset 2. ja 4., sillä toisessa tapauksessa mittari ei ollut tallentanut tuloksia ja toisessa tapauksessa mittauksen alku-pH oli niin poikkeava muista, että tulosta ei voitu pitää luotettavana, joten käyrä poistettiin tuloksista tämän takia.

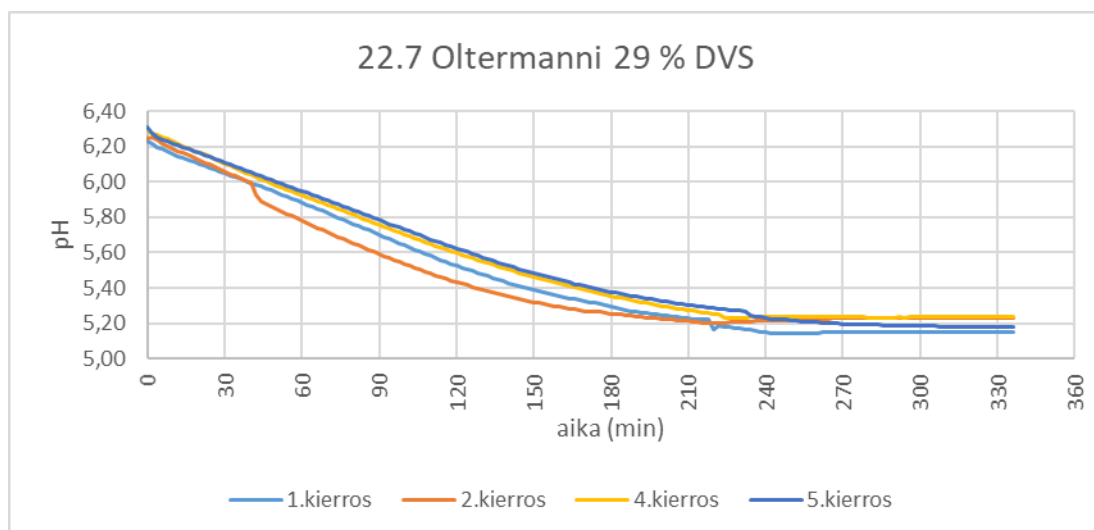
Kuvasta 3 nähdään, että ensimmäisillä kierroksilla (kierrokset 1 ja 2) pH lähtee laskemaan hieman nopeammin, kuin viimeisillä kierroksilla (kierrokset 5 ja 6).



Kuva 3. Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 21.7.2018, käytössä DVS-koeajohapate.

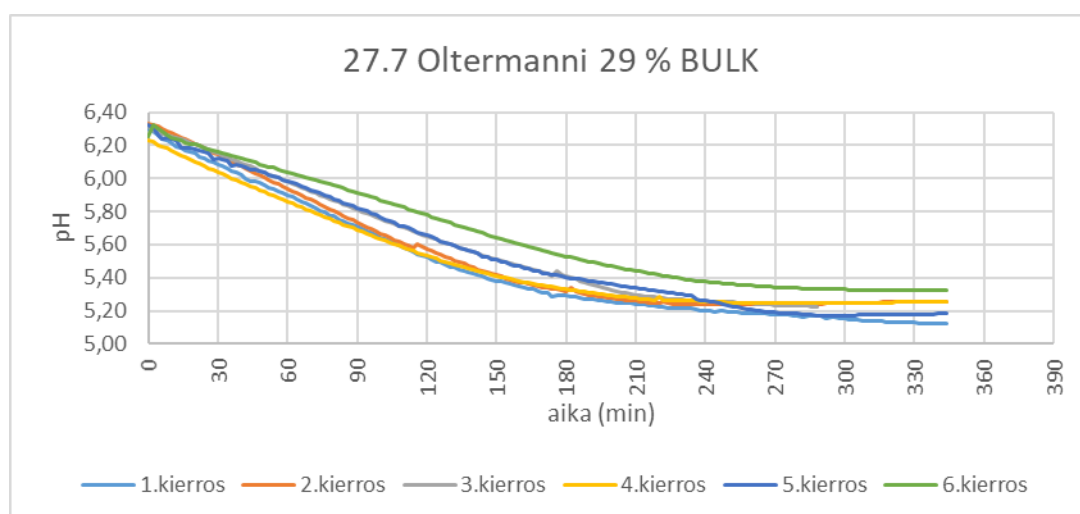
Kuvasta 4 (s. 17) nähdään samankaltaisia tuloksia kuin kuvasta 3. Ensimmäisten kierrosten happanemiskäyrät ovat hieman matalammalla kuin viimeisten. Ero ei kuitenkaan ole yhtä selkeä. Kierros 3 poistettiin tarkastelusta selvästi virheellisen käyrän vuoksi. Kierroksen 3 alku-pH oli huomattavasti korkeampi kuin muiden tuotantopäivän happanemiskäyrien alku-pH ja pH:n lasku ei noudattanut samanlaista kaavaa kuin muiden. Syynä tähän saattoi olla esimerkiksi virheellisesti aseteltu mittarin kärki tai sen virheellinen sijainti juustossa.

Kierroksen kaksi notkahdus noin 40 minuutin kohdalla saattaa johtua esimerkiksi mittarin heilahtamisesta. Happanemiskäyrän poistamista tuloksista pohdittiin, mutta se päädyttiin kuitenkin pitämään tarkastelussa, sillä noin 180 minuutin kohdalla happanemiskäyrä tasoittuu samalle tasolle kuin muutkin tuotantopäivän käyrät. Tuotantopäivän alku- ja loppu-pH:t ovat lähimpinä toisiaan kaikista Oltermanni 29 %:n happanemiskäyristä. Tästä voidaan päätellä, että pientä vaihtelua tuotantoprosessissa esiintyy päivästä riippuen.



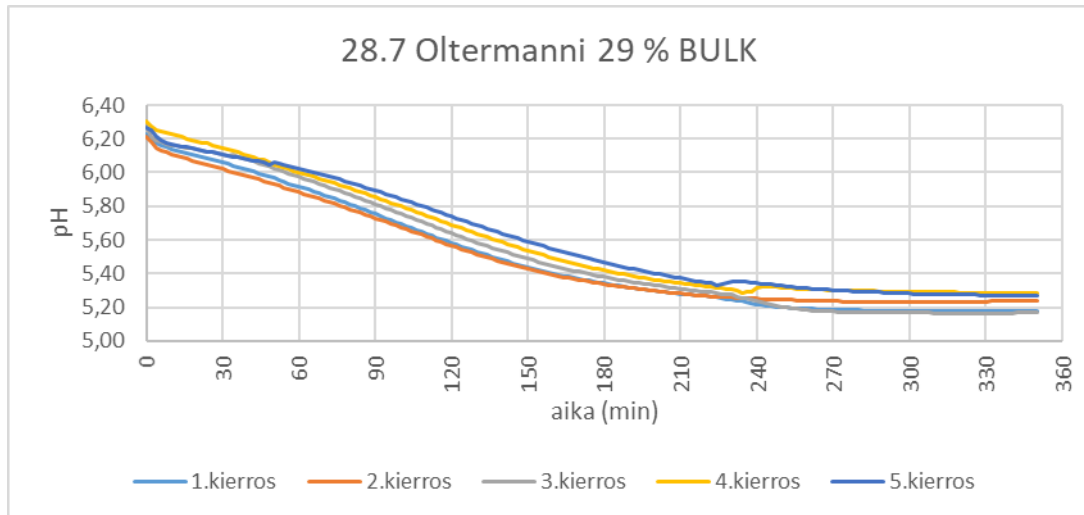
Kuva 4. Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 22.7.2018, käytössä DVS-koeajohapate.

Kuvassa 5 on ensimmäinen käyttöhapatteella valmistettu tuotantopäivä DVS-hapatteen jälkeen. Kuvasta 5 nähdään, että tuotantopäivän happanemiskäyrien loppu-pH-arvoissa on hieman enemmän hajontaa kuin aiemmillä tuotantopäivillä (kuvat 3 ja 4). Ensimmäisillä kierroksilla pH-arvot laskevat samoille tasoille kuin aiemmin, mutta viimeisen kierroksen pH-arvo jää aiempia tuotantopäiviä selvästi korkeammalle. Viimeisen (6. kierros) happanemiskäyrä on koko mittauksen ajan selvästi muita korkeammalla, vaikka lähtö pH-arvo on ollut samoissa arvoissa. Tämä osaltaan vaikuttaa myös lopulliseen pH-arvoon.



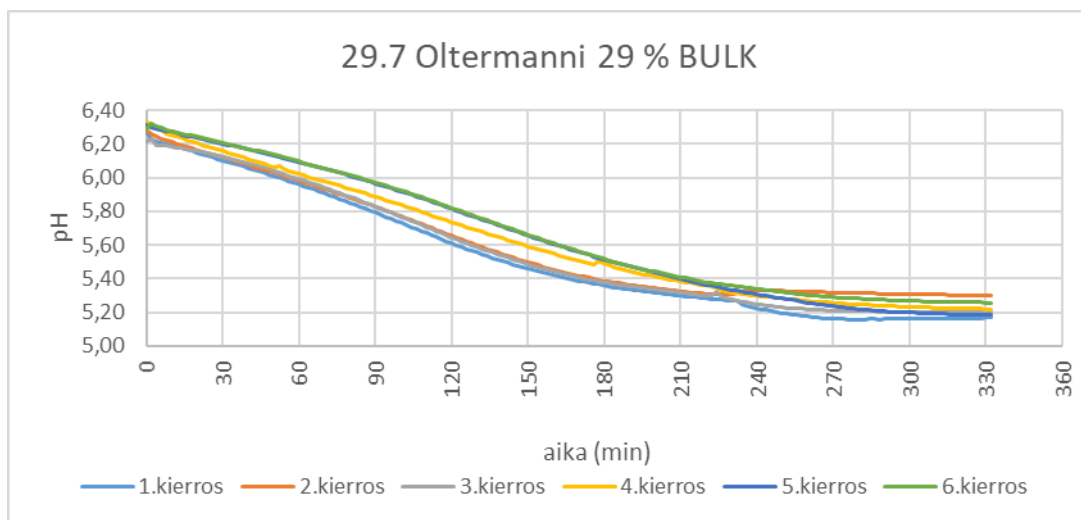
Kuva 5. Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 27.7.2018, käytössä vertailu bulk-hapate.

Kuvassa 6 happanemiskäyrät noudattelevat aiempien tuotantopäivien happanemiskäyriä. Ensimmäiset kierrokset ovat matalammalla, kuin viimeiset kierrokset. Tuotantopäivän 5. kierroksen happanemiskäyrässä on nähtävillä noin 50 minuutin kohdalla pieni notkahdus ylöspäin. Tämä johtuu siitä, että mittauksessa käytettyä toista mittaria ja juustoa on siirretty mittausta paikasta suolaamoon, joka on aiheuttanut myös 5. kierroksen mittauksessa heilahteluja. Happanemiskäyrä on kuitenkin lähtenyt edelleen laskemaan nousun jälkeen. 5.käyrässä on myös toinen nousu noin 220 minuutin kohdalla, jolloin mittari on siirretty suolaamoon.



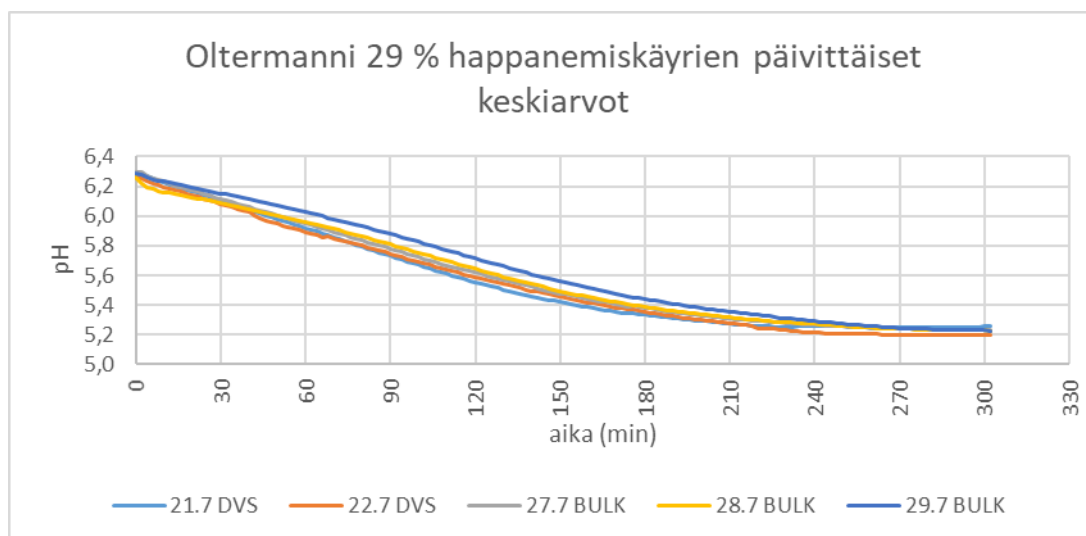
Kuva 6. Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 28.7.2018, käytössä vertailu bulk-hapate

Kuvassa 7 on viimeinen vertailujakson Oltermanni 29 %:n tuotantopäivä. Happanemiskäyrät noudattavat pääpiirteittäin samoja arvoja kuin aiemmat tuotantopäivät, poikkeuksena tuotantopäivän 2. kierros, joka tuotantopäivänä on lopulliselta pH-arvoltaan korkein. Kuvasta 7 nähdään, että 2. kierroksen happanemiskäyrä nousee hieman n. 230 minuutin kohdalla. Tässä kohtaa mittaria on todennäköisesti siirretty tunneloinnista suolaamoon, jolloin anturi on liikahtanut antaen virheellisen tuloksen. Mittaus lähtee kuitenkin siirron jälkeen edelleen hiljalleen laskuun ja asettuu loppu-pH-arvoltaan lähelle samoja lukemia muiden kierrosten happanemiskäyrien kanssa.



Kuva 7. Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 29.7.2018, käytössä vertailu bulk-hapate.

Kuvasta 8 (s. 20) nähdään jokaisen Oltermanni 29 %:n tuotantopäivän happanemiskäyrien keskiarvot. Kuvasta nähdään, että hapatteiden välillä ei ole havaittavissa selvää eroa, kun vertaillaan happanemiskäyrien keskiarvoja. Bulk-hapatteella valmistetut tuotteet happanevat aluksi hieman hitaammin, mutta saavuttavat lopulta saman loppu-pH:n, kuin DVS-hapatteella valmistetut tuotteet. Päiväkohtaisissa happanemiskäyriissä vaihtelua esiintyy, mutta päivittäisiä keskiarvoja vertailtaessa erot ovat hyvin pieniä. Selvää eroa happanemiskäyrien perusteella ei voida hapatteiden välille tehdä.

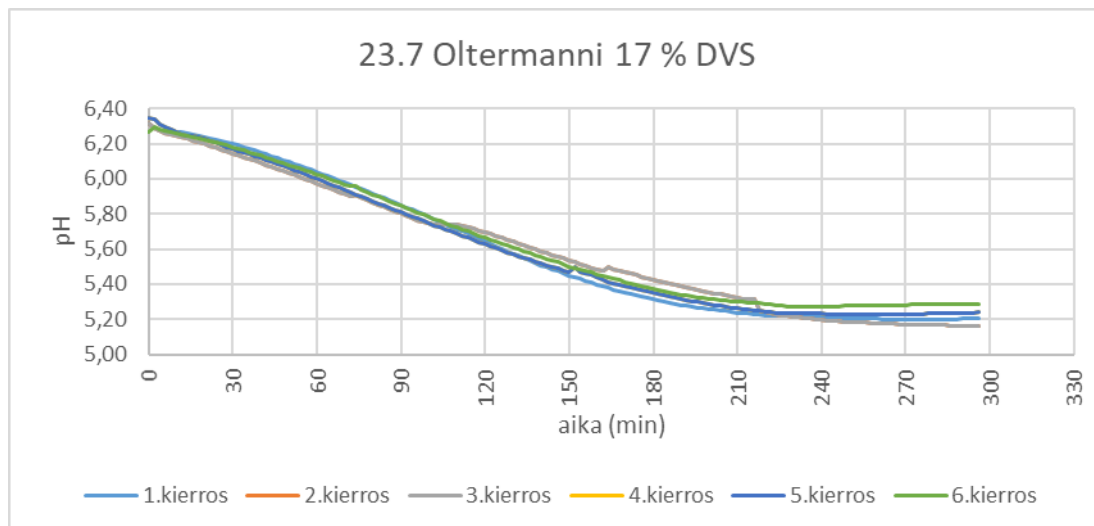


Kuva 8. Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrät tuotantopäivittäin, kun jokaisen tuotantopäivän käyrästä on laskettu keskiarvot.

7.1.2 Oltermanni 17 %

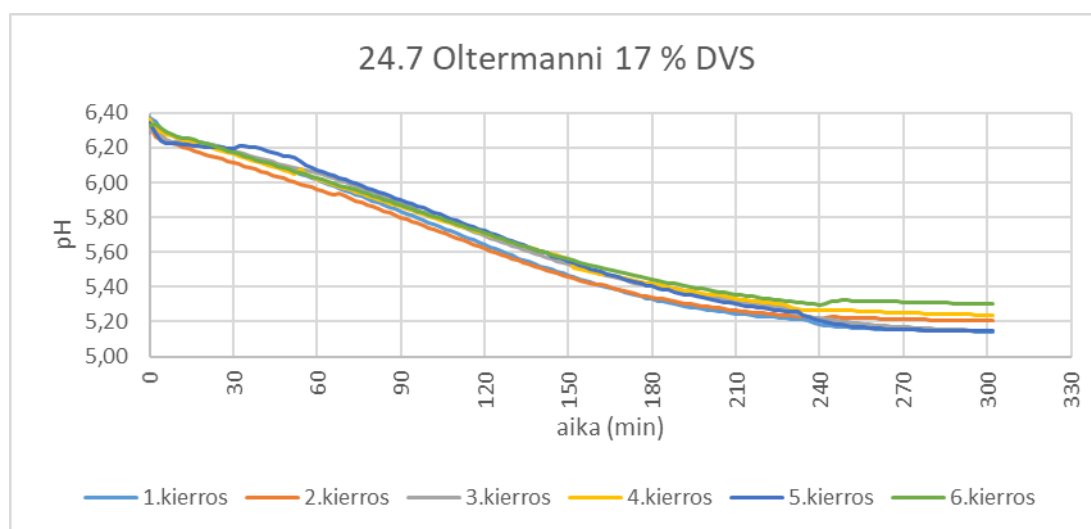
Tässä luvussa on esitetty Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrät. Kuvia on 5 (kuvat 9–13, s. 21–23), joista yksi kultakin tuotantopäivältä sekä luvun viimeisessä kuvassa (kuva 13, s. 23) jokaisen tuotantopäivän happanemiskäyrien keskiarvot. Kuvissa 9–12 on esitetty kunkin tuotantopäivän happanemiskäyrät (käyriä 4–6/kuva), riippuen tuotantopäivän tuotantomäärästä ja onnistuneista happanemiskäyristä. Käyrät piirrettiin erillisille kuvaajille, koska yhdessä kuvaajassa ollessaan kuvaajasta tuli hyvin vaikeasti tulkittava. Kuten Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrissä (luku 7.1.1 Oltermanni 29 %), myös Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrät noudattavat pääosin samaa trendiä.

Kuvassa 9 (s. 21) on ensimmäisen Oltermanni 17 %:n DVS-koeajopäivän happanemiskäyrät. Ensimmäisen Oltermanni 17 %:n tuotantopäivän käyrät ovat hyvin lähellä toisiaan eikä selvää eroa ensimmäisen ja viimeisen käyrän välillä ole, kuten Oltermanni 29 %:n happanemiskäyrissä.



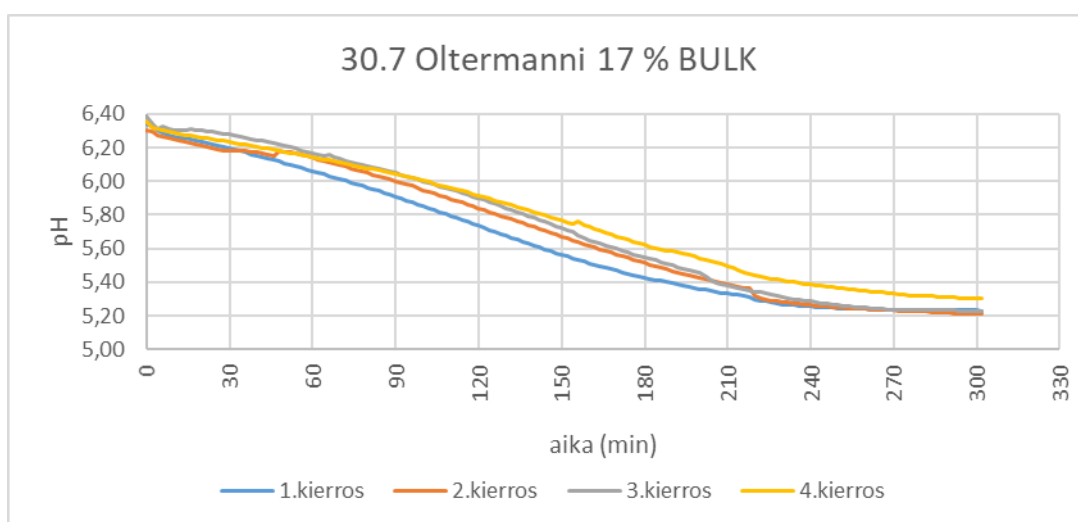
Kuva 9. Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 23.7.2018, käytössä DVS-koeajohapate.

Kuvassa 10 on nähtävillä toisen Oltermanni 17 %:n DVS-hapateajon tuotantopäivän happanemiskäyrät. Kuvasta nähdään, että 5. kierroksen käyrä nousee hetkellisesti noin 30 minuutin kohdalla. Tämä todennäköisesti johtuu toisen mittarin siirtämisestä suolaamoon, jolloin myös 5. kierroksen mittari on liikahtanut ja aiheuttanut hetkellisen muutoksen mittauksessa. Hetkellinen kohoaminen ei kuitenkaan vaikuta kierroksen lopputulokseen, sillä tässä tapauksessa kierroksen happanemiskäyrän loppu-pH-arvo painuu kaikkein matalimmalle. Muuten tuotantopäivän happanemiskäyrät noudattavat pääosin samaa trendiä, kuin tuotteen ensimmäisen tuotantopäivän.



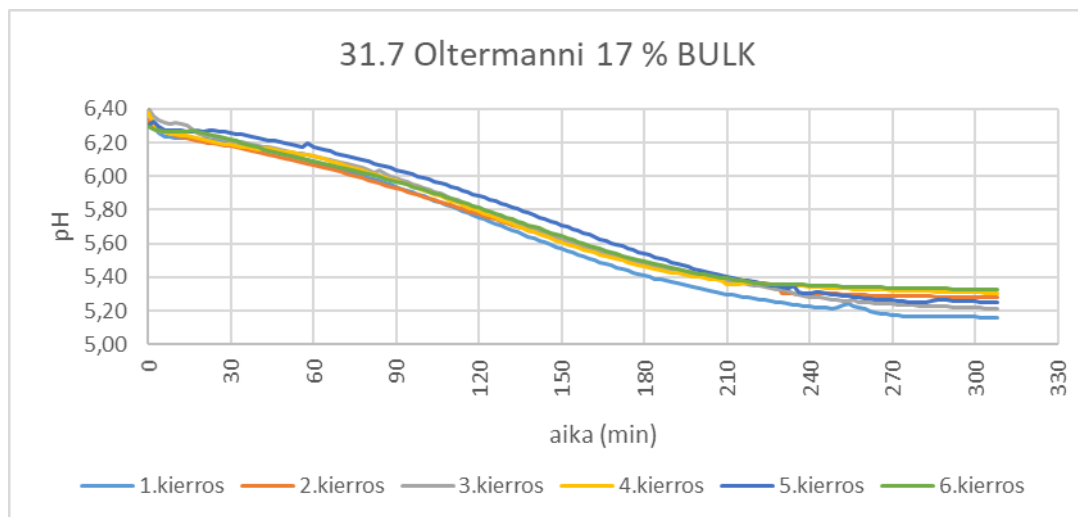
Kuva 10. Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 24.7.2018, käytössä DVS-koeajohapate.

Kuvassa 11 on vertailujakson ensimmäinen Oltermanni 17 %:n tuotantopäivä. Tuotantopäivän happanemiskäyristä on tarkastelussa kuvasta poistettu tuotantopäivän viimeinen happanemiskäyrä eli 5. kierros. 5. kierroksen happanemiskäyrän aloitus pH-arvo oli samalla tasolla kuin muiden päivän happanemiskäyrien, mutta muutaman minuutin mittauksen jälkeen pH-arvo nousi 0,1 yksikköä ja käyrä oli huomattavasti muita käyriä korkeammalla. Tämän vuoksi happanemiskäyrän tuloksia ei voida pitää luotettavana, vaan mittauksessa on tullut häiriö. Tuotantopäivän käyrissä on muiden tuotantopäivien happanemiskäyriin verrattuna hieman enemmän heilahteluja, joiden ei kuitenkaan oleteta vaikuttavan suuresti happanemiskäyrien loppu-pH-arvoon. Kolmen ensimmäisen kierroksen loppu-pH:t ovat hyvin lähellä toisiaan ja viimeinen on hieman korkeammalla muihin verrattuna.



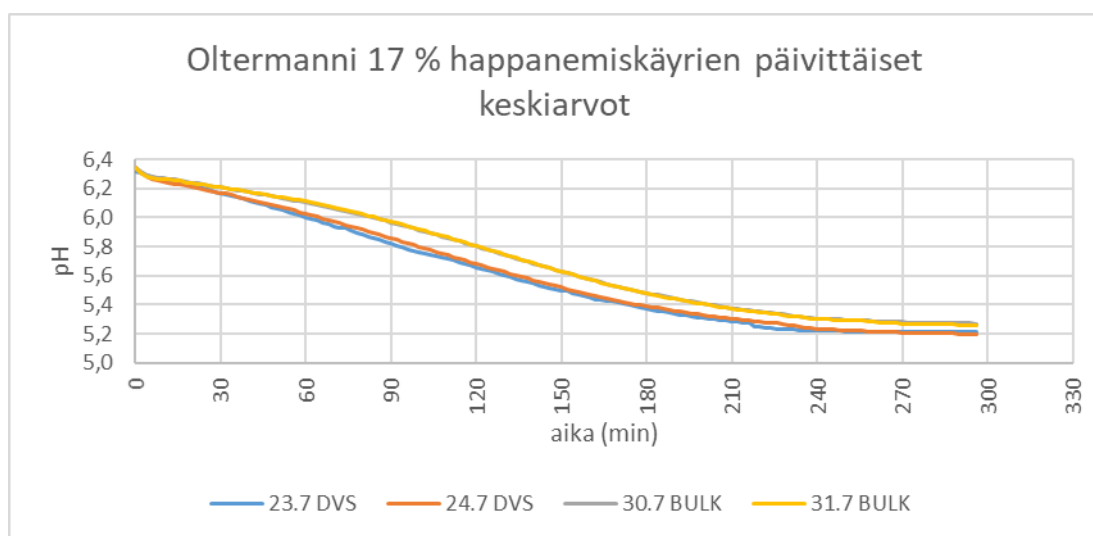
Kuva 11. Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 30.7.2018, käytössä bulk-hapate.

Kuvassa 12 on toinen käyttöhapatteella valmistettu Oltermanni 17 %:n tuotantopäivä vertailujaksolla. Loppu-pH-arvoissa on havaittavissa jonkin verran hajontaa. Muuten happanemiskäyrät noudattavat samaa trendiä, tuotantopäivän ensimmäisten kierrosten pH-arvot ovat lopussa matalammat kuin päivän viimeisten kierrosten.



Kuva 12. Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrä tuotantopäivältä 31.7.2018, käytössä bulk-hapate.

Kuvasta 13 nähdään Oltermanni 17 %:n jokaisen tuotantopäivän happanemiskäyrien keskiarvot. Kuten Oltermanni 29 %:n happanemiskäyriä (kuva 8, s. 20), myös Oltermanni 17 %:n kohdalla on havaittavissa se, että bulk-hapatteella valmistettujen tuotteiden happaneminen on hieman hitaampaa aluksi. Toisin kuin Oltermanni 29 %:n kohdalla, Oltermanni 17 %:n loppu-pH jää hieman korkeammalle bulk-hapatteella kuin DVS-hapatteella. Ero ei kuitenkaan ole suuri (keskimäärin noin 0,1 yksikköä), joten lopputuotteessa tällä erolla ei ole merkitystä.



Kuva 13. Oltermanni 17 %:n happanemiskäyrät tuotantopäivittäin, kun jokaisen tuotantopäivän käyristä on laskettu keskiarvot.

7.2 Happanemisen vertailu valmistusprosessin eri vaiheissa

Happanemista seurataan prosessin eri vaiheissa mittaamalla juuston pH-arvoa. Prosessin alussa ennen juustomaidon juoksettamista tarkistetaan pH-mittauksella riittävä hiilidioksidin määrä, jotta juoksettuminen tapahtuu halutulla tavalla ja halutussa ajassa. Myös juustomassan laskuherasta mitataan pH-arvo. Näiden mittausten tuloksiin ei koeajo- ja vertailujakson hapatteilla ole vaikutusta, joten näiden tulosten analysointi rajattiin kokonaan pois tulosten tarkastelusta.

Juuston pH-arvoa mitataan prosessissa ennen suolavettä sekä suolauksen jälkeen pakkaamossa, jolloin puhutaan tuorejuuston pH-arvosta.

Tuloksista päädyttiin tilastollisesti tarkastelemaan DVS-koeajojakson tuloksia, sillä bulk-hapate on käytössä pääsääntöisesti, jolloin sen käyttäytyminen prosessissa tunnetaan ja esimerkiksi erilaiset prosessimuutokset ja säädöt, joilla lopputuotteeseen voidaan vaikuttaa, tunnetaan jo paremmin. Koeajojakson ja vertailujakson tuloksia kuitenkin vertaillaan keskenään niin pH-arvojen osalta ja kun tarkastellaan hapatteiden vaikutusta juuston koostumukseen ja saantoon.

DVS-hapatteella tehtyjen koeajojen tuloksia vertailtiin tilastollisesti keskiarvotestien avulla. Keskiarvotestienä käytettiin parametrista Studentin t-testiä.

Pienille otoksille ($n < 30$), jolle tilastollista tarkastelua tehdään, ei voida tarkasteluun käyttää normaalijakaumaan perustuvaa Z-testiä. Pienempiin otoksiin, jotka ovat likimain normaalijakautuneita voidaan käyttää Studentin t-jakaumaan perustuvaa yhden otoksen t-testiä. Tässä tapauksessa ei tarvitse tietää otoksen populaation hajontaa, vaan vapausasteet, jotka voidaan laskea otoskoon perusteella. Vapausasteet $df = n-1$. (Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen, 2017, s. 181–182.)

Studentin t-testin testimuuttuja lasketaan kaavalla 1:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (1)$$

,jossa

\bar{x} = otoksen keskiarvo

μ = otoksen oletusarvo

s = otoskeskihajonta

n = otoksen koko

T-jakauman kriittiset arvot ovat luettavissa liitteestä 2 (liite 2). Tulosten tarkastelussa käytettiin merkitsevyytensä 5 % ja käytössä oli kaksisuuntainen testi. Testimuuttujan t-arvoa verrattiin vapausasteiden osoittamaan kriittiseen arvoon.

7.2.1 Oltermanni 29 %:n koeajotulosten vertailu

Tässä luvussa tarkastellaan Oltermanni 29 %:n tuloksia. DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden tuloksia tarkasteltiin tilastollisesti. Bulk-hapatteella ajettujen tuotteiden keskiarvoa ja keskihajontaa vertailtiin DVS-hapatteella ajettujen tuotteiden kanssa. Keskiarvot (Mean) ja keskihajonnat (StDev) ovat luettavissa kunkin kuvan oikeassa reunassa olevasta ikkunasta.

Kuvasta 14 (s. 26) on nähtävillä, että Oltermanni 29 %:n pH-arvojen tulokset ennen suolavettä ovat likimain normaalijakautuneet, joskin bulk-hapattteen jakauma on erittäin huipukas verrattuna DVS-hapattteen jakaumaan.

Bulk-hapatteella valmistetun vertailujakson pH-arvo tulokset ennen suolavettä ovat keskiarvoltaan hieman korkeammat (5,290) kuin DVS-hapatteella tehtyjen ajojen (5,235). Bulk-hapatteella valmistettujen juustojen pH-arvojen keskihajonta on pienempi (0,03055) kuin DVS-hapatteella (0,05060). Keskiarvot asettuvat kuitenkin laatusuunnitelman mukaisten spesifikaatiorajojen sisäpuolelle, joten tulos on hyväksyttävä.

Nollahypoteesiksi asetetaan, että pH-arvo ennen suolavettä arvo on sen laatusuunnitelman mukainen tavoitearvo eli 5,25. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että pH-arvo on eri suuri kuin 5,25. Jos nollahypoteesi jää voimaan, tuloksesta voidaan päätellä, että käytetyllä hapatteella ei ole merkitystä juuston pH-arvoon ennen suolausta. Tarkastelu suoritetaan käyttämällä 5 %:n merkitsevyystasoa.

$$H_0: \mu = 5,25$$

$$H_1: \mu \neq 5,25$$

$$n = 38$$

$$s = 0,05060$$

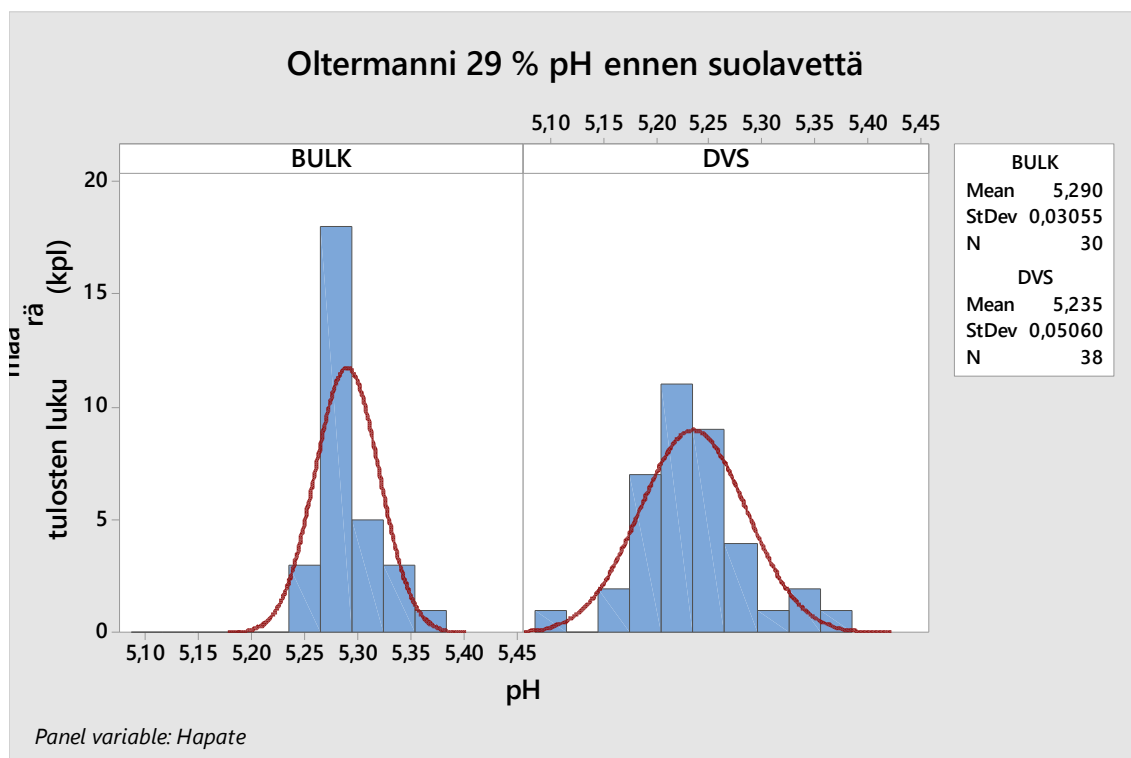
$$\bar{x} = 5,235$$

Studentin t-testin testimuuttuja lasketaan kaavalla 1:

$$\text{Testimuuttuja } t = \frac{5,235 - 5,25}{\frac{0,05060}{\sqrt{38}}} = -1,8274$$

noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausastein $df = 37$.

Kaksisuuntaisessa testissä 5 %:n merkitsevyystasolla (kun $df=37$) t-jakauman kriittinen arvo on 2,027 (-2,027). Koska $-1,8274 > -2,027$, nollahypoteesi jää voimaan 5 %:n merkitsevyystasolla ja vaihtoehtoinen hypoteesi hylätään. Tämä tarkoittaa sitä, että koeajohapatteella ajettujen juustojen pH-arvo ennen suolausta ei poikkea tilastollisesti merkitsevästi laatusuunnitelman tavoitetasosta.



Kuva 14. Oltermanni 29 %:n pH-arvot ennen suolausta vertailtaessa DVS-hapatetta bulk-hapatteeseen.

Kuvassa 15 (s. 27) on nähtävillä Oltermanni 29 %:n pH-arvojen tilastolliset jakaumat suolauksen jälkeen. Kuvasta nähdään, että tulokset ovat likimain normaalijakautuneet, joskin myös suolauksen jälkeen bulk-hapatteella valmistettujen juustojen pH-arvojen jakautuneisuus on huipukkaampi kuin DVS-hapatteella valmistettujen. Tulosten tarkasteluun voidaan käyttää Studentin t-testiä.

Kuvan 15 oikean laidan taulukosta nähdään, että Oltermanni 29 %:n tuorejuuston pH-arvot ovat molemmilla hapatteilla hyvin lähellä toisiaan. Bulk-hapatteella valmistettujen juustojen pH on 5,282 ja DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden 5,286. DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden keskihajonta on kuitenkin kaksinkertainen (0,06206) verrattuna bulk-hapatteen keskihajontaan (0,03014). Molemmat tulokset ovat hieman tavoite-pH:n yläpuolella, mutta tulokset mahtuvat tuotteen laatusuunnitelman mukaisten pH-arvojen spesifikaatorajojen sisäpuolelle.

Nollahypoteesiksi asetetaan, että pH-arvo ennen suolavettä arvo on sen laatusuunnitelman mukainen tavoitearvo eli 5,25. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että pH-arvo on eri suuri kuin 5,25. Jos nollahypoteesi jää voimaan, tuloksesta voidaan päätellä, että käytetyllä hapatteella ei ole merkitystä juuston pH-arvoon suolauksen jälkeen. Tarkastelu suoritetaan käytämällä 5 %:n merkitsevyystasoa.

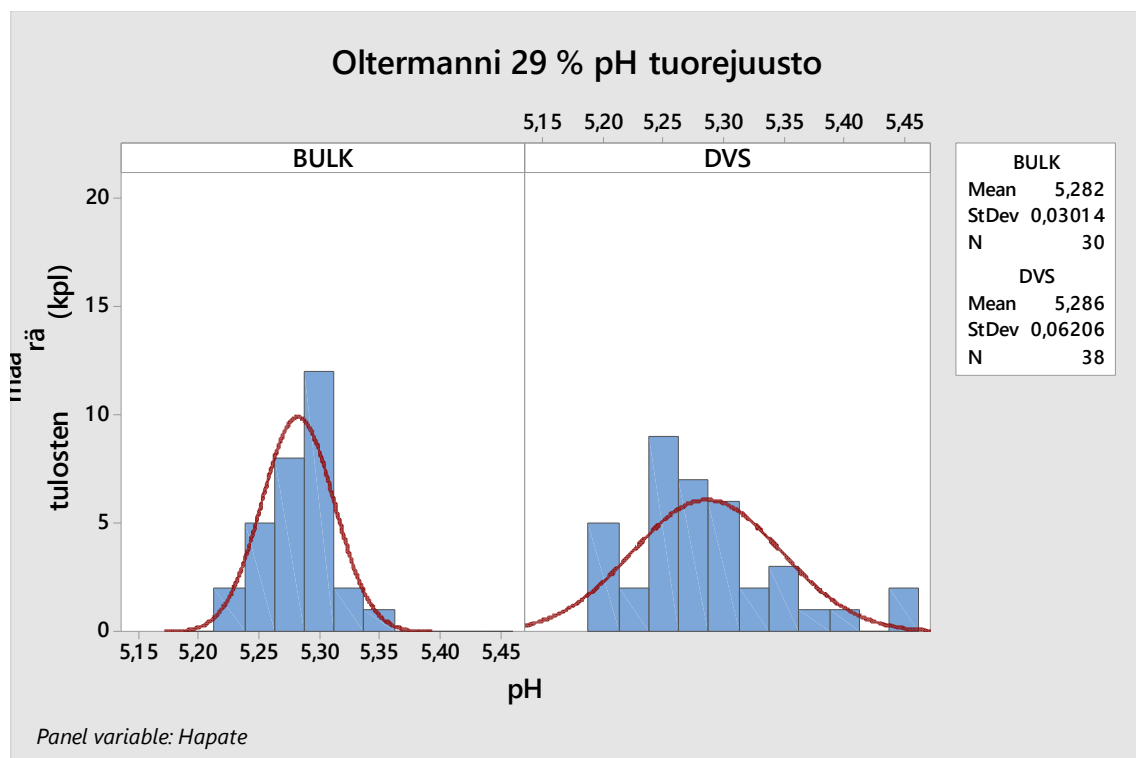
$H_0: \mu = 5,25$
 $H_1: \mu \neq 5,25$
 $n = 38$
 $s = 0,06206$
 $\bar{x} = 5,286$

Testimuuttujan arvo lasketaan kaavalla 1:

$$\text{Testimuuttuja } t = \frac{5,286 - 5,25}{\frac{0,06206}{\sqrt{38}}} = 0,0101$$

noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausastein $df = 37$

Kaksisuuntaisessa testissä 5 %:n merkitsevyystasolla (kun $df=37$) t-jakauman kriittinen arvo on 2,027 (-2,027). Koska $0,0101 < 2,027$, nollahypoteesi jää voimaan 5 %:n merkitsevyystasolla ja vaihtoehtoinen hypoteesi hylätään. Tämä tarkoittaa sitä, että koeajohapatteella ajettujen juustojen pH-arvo suolauksen jälkeen ei poikkea laatusuunnitelman tavoitetasosta. Tulos on tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 15. Oltermanni 29 %:n pH-arvot suolauksen jälkeen vertailtaessa DVS-hapatetta bulk-hapatteeseen.

7.2.2 Oltermanni 17 %:n koeajotulosten vertailu

Tässä luvussa tarkastellaan Oltermanni 17 %:n tuloksia. DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden tuloksia tarkasteltiin tilastollisesti. Bulk-hapatteella ajettujen tuotteiden keskiarvoa ja keskihajontaa vertailtiin DVS-hapatteella ajettujen tuotteiden kanssa. Keskiarvot (Mean) ja keskihajonnat (StDev) ovat luettavissa kunkin kuvan oikeassa reunassa olevasta ikkunasta.

Kuvassa 16 (s. 29) on nähtävillä Oltermanni 17 %:n pH-arvojen jakautuminen ennen suolausta. Kuvasta nähdään, että tulokset ovat likimain normaalijakautuneet ja Studentin t-testin käyttäminen tilastollisessa tarkastelussa on mahdollista.

Bulk-hapatteella tehdyn vertailujakson pH-arvo tulokset ennen suolavettä ovat keskiarvoltaan korkeammat (5,281) kuin DVS-hapatteella tehtyjen ajojen (5,234). Keskihajonta on bulk-hapatteella pienempi (0,02798) kuin DVS-hapatteella (0,0400). Keskiarvot asettuvat kuitenkin laatusuunnitelman mukaisten spesifikaatorajojen sisäpuolelle, joten tulos on hyväksyttävä.

Nollahypoteesiksi asetetaan pH:n tavoitearvo ennen suolavettä, joka on 5,25. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että pH ennen suolavettä on eri suuri kuin 5,25. Jos nollahypoteesi jää voimaan, tuloksesta voidaan päätellä, että käytetyllä hapatteella ei ole merkitystä juuston pH-arvoon ennen suolavettä. Tarkastelu suoritetaan käyttämällä 5 %:n merkitsevyystasoa.

$$H_0: \mu = 5,25$$

$$H_1: \mu \neq 5,25$$

$$n = 26$$

$$s = 0,04$$

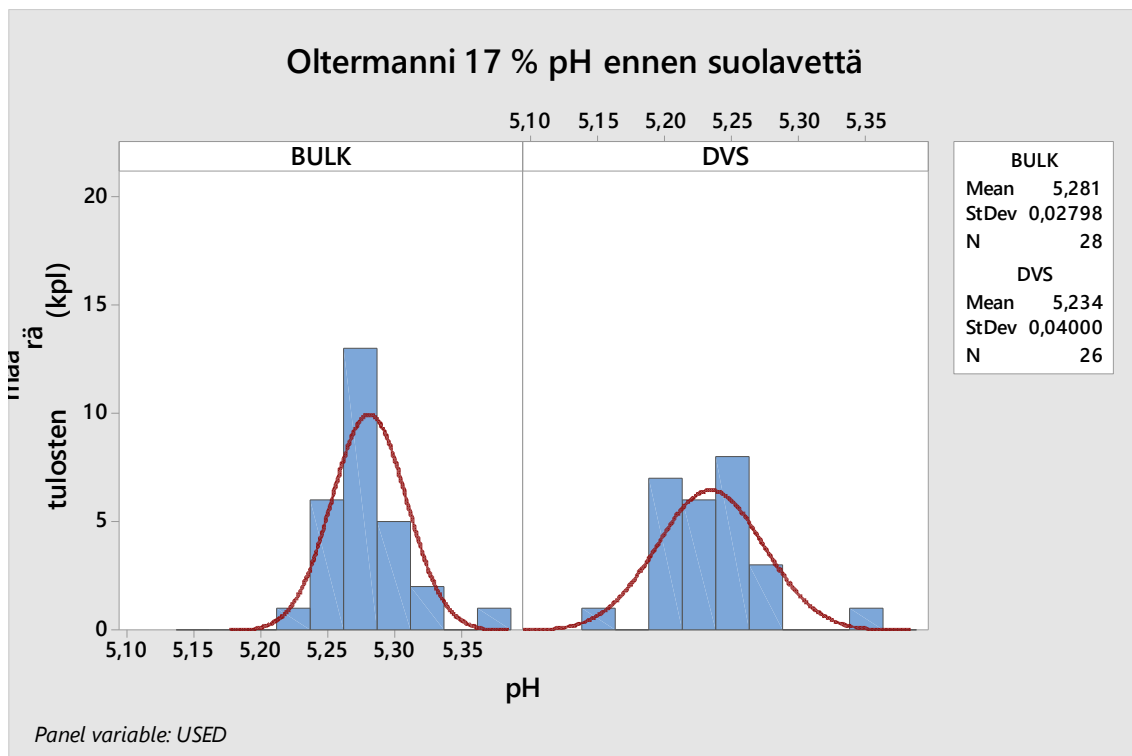
$$\bar{x} = 5,234$$

Studentin t-testin testimuuttuja lasketaan kaavalla 1:

$$\text{Testimuuttuja } t = \frac{5,234 - 5,25}{\frac{0,04}{\sqrt{26}}} = -2,040$$

noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausastein $df = 25$.

Kaksisuuntaisessa testissä 5 %:n merkitsevyystasolla (kun $df=25$) t-jakauman kriittinen arvo on 2,060 (-2,060). Koska $-2,040 > -2,060$, nollahypoteesi jää voimaan 5 %:n merkitsevyystasolla ja vaihtoehtoinen hypoteesi hylätään. Tämä tarkoittaa sitä, että koeajohapatteella ajettujen juustojen pH-arvo ei poikkea tilastollisesti merkitsevästi laatusuunnitelman tavoite-tasosta.



Kuva 16. Oltermanni 17 %:n pH-arvot ennen suolausta vertailtaessa DVS-hapatetta bulk-hapatteeseen.

Kuvassa 17 (s. 30) on kuvattu Oltermanni 17 %:n tuorejuuston pH-arvojen jakauma. Kuvasta nähdään, että molempien hapatteiden jakaumat ovat huipukkuudeltaan hyvin samankaltaiset. Myös pH-arvot ovat lähellä toisiinsa. Bulk-hapatteella valmistettujen juustojen pH-arvojen keskiarvo on sama kuin laatusuunnitelman mukainen pH-arvo, DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden keskiarvo hieman korkeampi (5,265). Keskihajonnoissa ero on myös pieni (bulkin keskihajonta 0,04698 ja DVS:n 0,04726). Tilastollinen tarkastelu Studentin t-testillä on mahdollista, sillä tulokset ovat likimain normaalijakautuneet.

Nollahypoteesiksi asetetaan pH:n tavoitearvo ennen suolavettä, joka on 5,25. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että pH ennen suolavettä on eri suuri kuin 5,25. Jos nollahypoteesi jää voimaan, tuloksesta voidaan päätellä, että käytetyllä hapatteella ei ole merkitystä juuston pH-arvoon suolauksen jälkeen. Tarkastelu suoritetaan käyttämällä 5 %:n merkitsevyystasoa.

$$H_0: \mu = 5,25$$

$$H_1: \mu \neq 5,25$$

$$n = 26$$

$$s = 0,04726$$

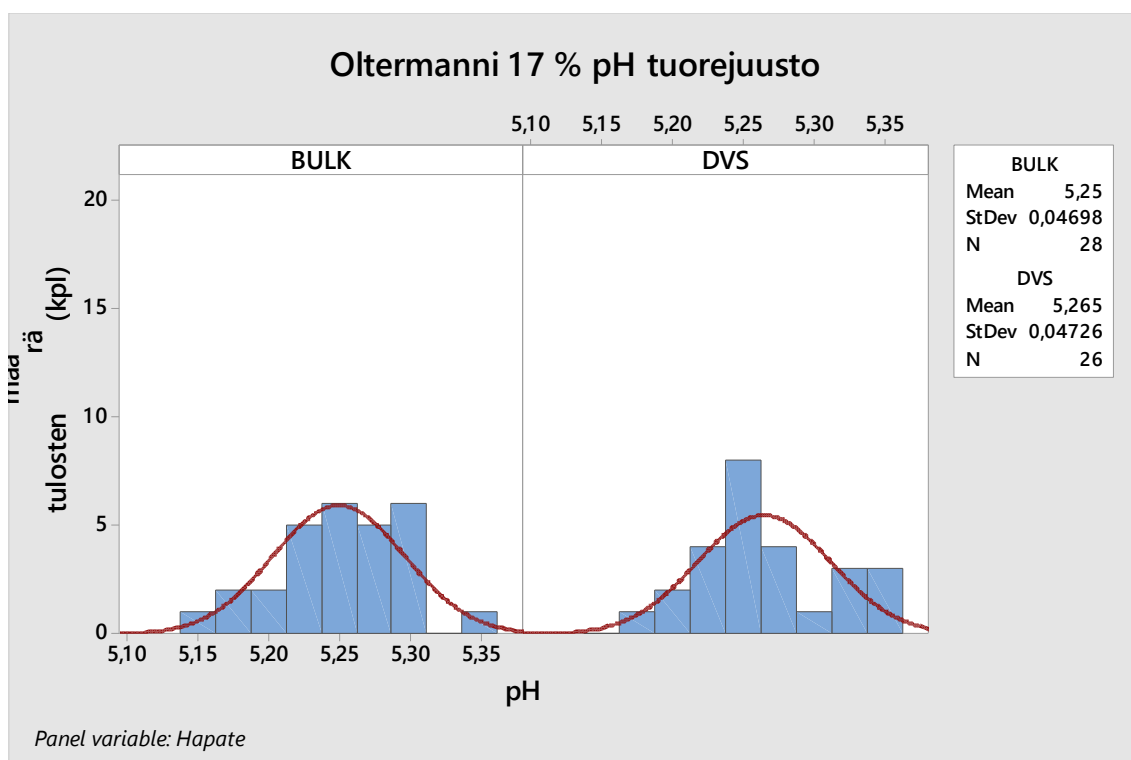
$$\bar{x} = 5,265$$

Studentin t-testin testimuuttuja lasketaan kaavalla 1:

$$\text{Testimuuttuja } t = \frac{5,265 - 5,25}{\frac{0,04726}{\sqrt{26}}} = 1,6184$$

noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausastein $df = 25$.

Kaksisuuntaisessa testissä 5 %:n merkitsevyystasolla (kun $df=25$) t-jakauman kriittinen arvo on 2,060 (-2,060). Koska $1,6184 < 2,060$, nollahypoteesi jää voimaan 5 %:n merkitsevyystasolla ja vaihtoehtoinen hypoteesi hylätään. Tämä tarkoittaa sitä, että koeajohapatteella ajettujen juustojen tuorejuustojen pH-arvo ei poikkea tilastollisesti merkitsevästi laatusuunnitelman tavoitetasosta.



Kuva 17. Oltermanni 17 %:n pH-arvot suolauksen jälkeen vertailtaessa DVS-hapatetta bulk-hapatteeseen.

7.3 Koostumuksen vertailu

Koostumuksen vertailussa keskitytään ROVin eli rasvattoman osan veden pitoisuuden tulosten vertailuun. Käytettäessä erilaista hapatetta, saattaa happanemisen tehokkuudella ja nopeudella olla vaikutusta juuston rasvattoman osan veden pitoisuuteen.

Kuvasta 18 (s. 32) nähdään Oltermanni 17 %:n ROV%-tulosten keskiarvot. Bulk-hapatteella keskiarvo on 58,40 ja DVS-hapatteella 57,94. Tavoitteena Oltermanni 17 %:n rasvattoman osan vesipitoisuus on 58, joten DVS-hapatteella ajettujen tuotteiden keskiarvot ovat lähempänä tavoitetta. Huomioitavaa on kuitenkin, että DVS-hapatteella keskihajonta on suurempaa (0,6876) kuin bulk-hapatteella (0,5243). Kuvasta 18 nähdään, että otos on likimain normaalijakautunut, joten Studentin t-testin käyttäminen on mahdollista.

Nollahypoteesiksi asetetaan, että ROVin arvo on sen laatusuunnitelman mukainen tavoitearvo eli 58. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että ROVin arvo on eri suuri kuin 58. Jos nollahypoteesi jää voimaan, tuloksesta voidaan päätellä, että käytetyllä hapatteella ei ole merkitystä juuston ROViin.

$$H_0: \mu = 58$$

$$H_1: \mu \neq 58$$

$$n = 26$$

$$s = 0,6876$$

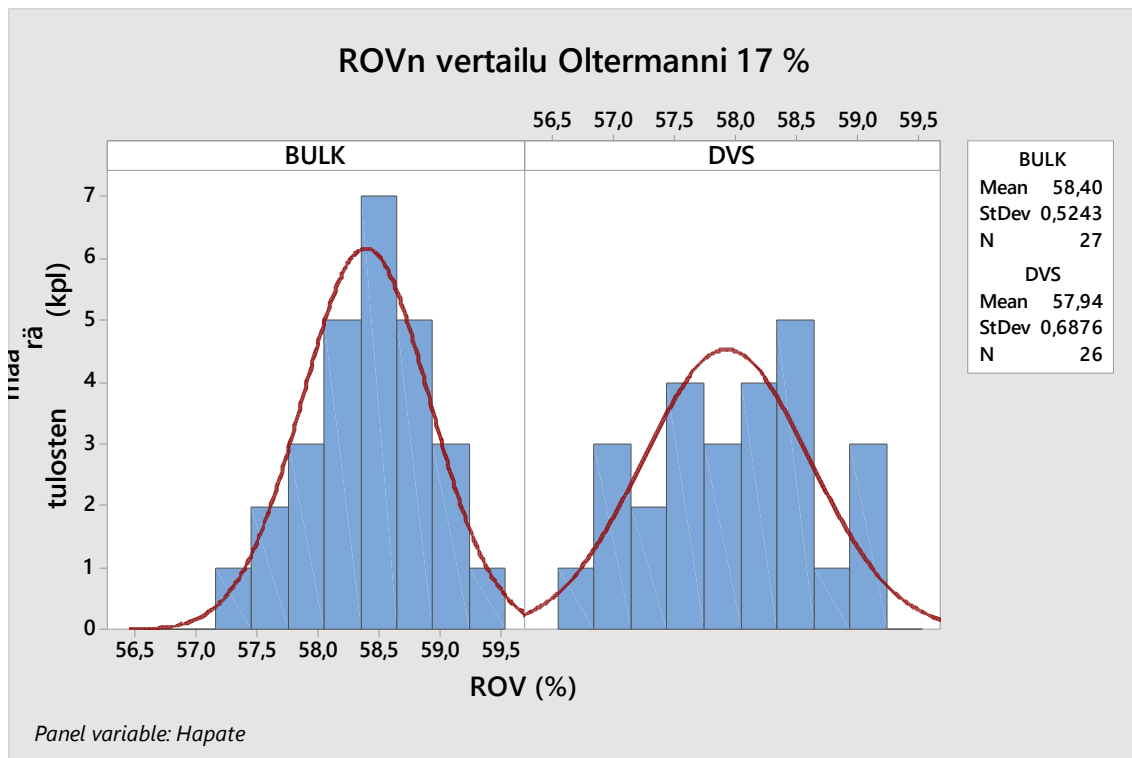
$$\bar{x} = 57,94$$

Studentin t-testin testimuuttuja lasketaan kaavalla 1:

$$\text{Testimuuttuja } t = \frac{57,94 - 58,00}{\frac{0,6876}{\sqrt{26}}} = -0,445$$

noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausastein $df = 25$.

Kaksisuuntaisessa testissä 5 %:n merkitsevyystasolla (kun $df=25$) t-jakauman kriittinen arvo on 2,060 (-2,060). Koska $-0,445 > -2,060$, nollahypoteesi jää voimaan 5 %:n merkitsevyystasolla ja vaihtoehtoinen hypoteesi hylätään. Tämä tarkoittaa sitä, että koeajohapatteella ajettujen juustojen ROV-tulokset eivät poikkea laatusuunnitelman tavoitetasosta. Tulos on tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 18. Oltermanni 17 %:n ROVin (rasvattoman osan vesi) arvot vertailtaessa DVS-hapatetta bulk-hapatteeseen.

Kuvasta 19 (s. 33) nähdään Oltermanni 29 %:n ROVin-tulosten keskiarvot. Bulk-hapatteella keskiarvo on 58,32 ja DVS-hapatteella 57,94. Tavoitteena Oltermanni 29 %:lla rasvattoman osan vesipitoisuus on 58, joten DVS-hapatteella ajettujen tuotteiden keskiarvot ovat lähempänä tavoitetta. Keskihajonnat ovat hyvin lähellä toisiaan, bulk-hapatteella valmistettujen tuotteiden keskihajonta on 0,4601 ja DVS-hapatteella valmistettujen 0,4623. Kuvasta 19 nähdään myös, että suurin osa DVS-hapatteella valmistettujen Oltermanni 29 %:n ROV-tuloksista sijoittuu tavoitteen eli 58:n kohdalle. DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden ROV-tulosten jakauma on erittäin huipukas, mutta likimain normaalijakautunut, joten Studentin t-testin käyttäminen tilastollisessa tarkastelussa on mahdollista.

Nollahypoteesiksi asetetaan, että ROVin arvo on sen tavoitearvo eli 58. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että ROVin arvo on eri suuri kuin 58. Jos nollahypoteesi jää voimaan, tuloksesta voidaan päätellä, että käytetyllä hapatteella ei ole merkitystä juuston ROViin ja koostumukseen.

$$H_0: \mu = 58$$

$$H_1: \mu \neq 58$$

$$n = 38$$

$$s = 0,4623$$

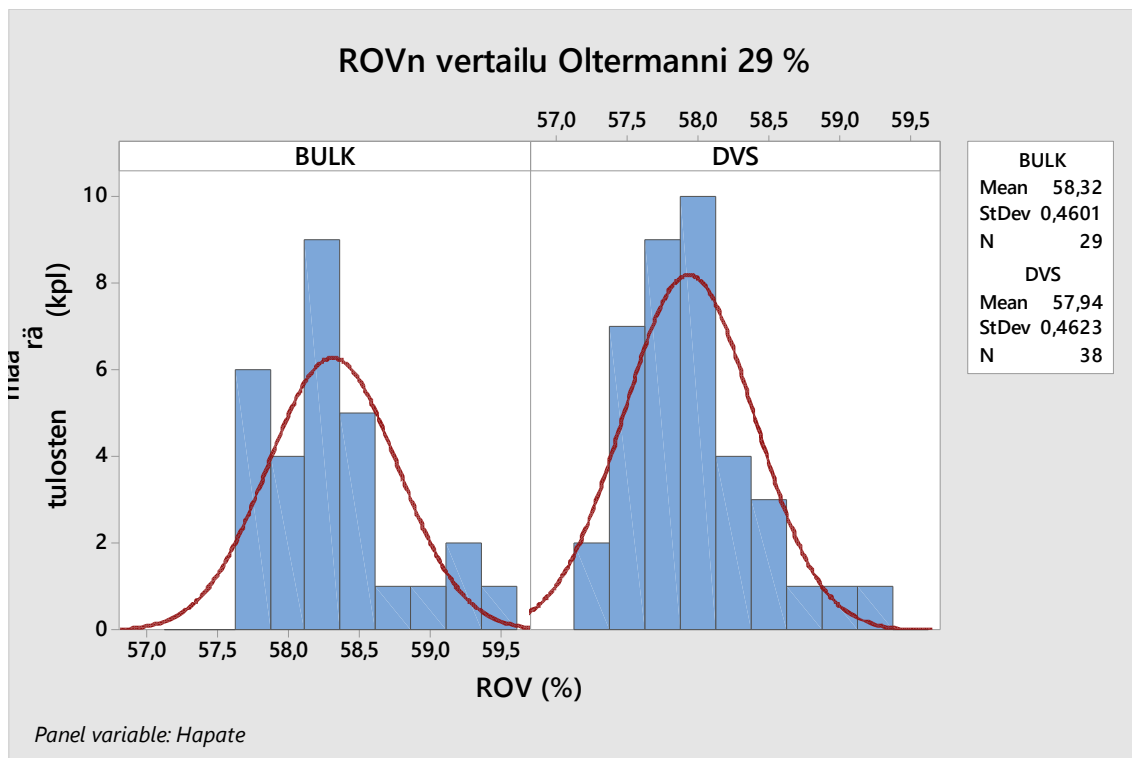
$$\bar{x} = 57,94$$

Lasketaan testimuuttuja kaavalla 1:

$$\text{Testimuuttuja } t = \frac{57,94 - 58,00}{\frac{0,4623}{\sqrt{38}}} = -0,800$$

noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausastein $df = 37$.

Kaksisuuntaisessa testissä 5 %:n merkitsevyystasolla (kun $df=37$) t-jakauman kriittinen arvo on 2,027 (-2,027). Koska $-0,800 > -2,027$, nollahypoteesi jää voimaan 5 %:n merkitsevyystasolla ja vaihtoehtoinen hypoteesi hylätään. Tämä tarkoittaa sitä, että koeajohapatteella ajettujen juustojen ROV-tulokset eivät poikkea laatusuunnitelman tavoitetasosta. Tulos on tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 19. Oltermanni 29 %:n ROVin (rasvattoman osan vesi) arvot vertailtaessa DVS-hapatetta bulk-hapatteeseen.

7.4 Saannon vertailu

Juuston saantoa voidaan tutkia vertailemalla sitä, kuinka paljon juustoa saadaan käytetystä maitomäärästä. Juuston saantoa on mahdollista tarkastella myös siten, että käytettyä maitomäärää verrataan juuston kuiva-ainekiloa kohti. Tässä tarkastelussa keskityttiin kuitenkin pelkästään valmistettuihin juustokiloihin. Taulukossa 1 on esitetty tuotteittain ja hapatteittain se, kuinka monta litraa maitoa on tarvittu yhden juustokilon valmistukseen. Juuston saanto vaihtelee hieman riippuen vuodenaajoista, mutta tässä tapauksessa vuodenaikaisvaihtelulla ei voida katsoa olevan merkitystä, sillä koe- ja vertailujaksot suoritettiin peräkkäin kahden viikon sisällä.

Taulukosta 1 on nähtävillä, että molemmilla tuotteilla DVS-hapatteilla valmistettujen juustojen valmistukseen on käytetty maitoa enemmän kuin bulk-hapatteella valmistettuihin juustoihin. Oltermanni 29 %:n valmistukseen DVS-hapatteella on maitoa käytetty noin 1,6 % enemmän kuin bulk-hapatteella valmistettujen juustojen valmistuksessa. Oltermanni 17 %:n erot ovat tätä hieman suuremmat, keskimäärin noin 2,7 %.

Taulukko 1. Vertailu- ja koeajojaksolla valmistettujen maidon menekki valmistettua juustokiloa kohti

Valmistuspäivä	Tuote	Käytetty hapate	maitoa/juustokilo (l/kg)
21.heinä	29 %	DVS	9,469
22.heinä	29 %	DVS	9,359
27.heinä	29 %	DVS	9,457
28.heinä	29 %	BULK	9,307
29.heinä	29 %	BULK	9,248
23.heinä	17 %	DVS	10,959
24.heinä	17 %	DVS	10,953
30.heinä	17 %	BULK	10,745
31.heinä	17 %	BULK	10,586

7.5 Faagimääritykset

Faaginäytteiden analysoinnin suoritti sekä hapatevalmistaja että myös Valio Oy Lapinlahden akkreditoitu aluelaboratorio. DVS-hapateen faagimääritykset tehtiin hapatevalmistajan toimesta ja bulk-hapateen Lapinlahdella. Tästä johtuen tulosten esitys poikkeaa taulukossa 2 riippuen siitä, missä faagimääritykset on tehty. Taulukon alapuolelle on merkitty rajat, joiden väliin sanalliset tulokset perustuvat ja näin ollen ovat vertailukelpoisia numeeristen tulosten kanssa.

Taulukko 2. Faagimääritysten tulokset

Kohde	Näyte	BULK	DVS
Päivän viimeinen kattila 210718	laskuhera	NO	LOW
Päivän viimeinen kattila 220718	laskuhera	NO	MEDIUM
Muottaus 220718	muottaushera	NO	LOW
Päivän viimeinen kattila 230718	laskuhera	NO	MEDIUM
Muottaus 230718	muottaushera	NO	MEDIUM
Päivän viimeinen kattila 240718	laskuhera	NO	MEDIUM
Muottaus 240718	muottaushera	NO	MEDIUM
Päivän viimeinen kattila 270718	laskuhera	NO	LOW
Muottaus 270718	muottaushera	NO	MEDIUM
Päivän viimeinen kattila 300718	laskuhera	0,09	
Päivän viimeinen kattila 310718	laskuhera	0,12	
Päivän viimeinen kattila 050818	laskuhera	0,01	
Päivän viimeinen kattila 070818	laskuhera	0,17	

NO ≤ 0,3

LOW 0,3-0,5

MEDIUM 0,5-0,7

HIGH ≥ 0,7

Ensimmäisenä DVS-koeajopäivänä faagimäärityksen tuloksena on low (0,3–0,5). Ensimmäisen päivän muottausheran näytettä ei ollut saatavilla. Seuraavien tuotantopäivien faagitasot ovat selvästi jo nousseet, sillä ne ovat tasolla medium (0,5–0,7). Kun tuotantolinjalla on ollut muutaman päivän kestävä ajamaton päivä, faagitasot viimeisen kattilan laskuherasta ovat hetkellisesti laskussa, mutta muottausherasta otetussa näytteessä jälleen tasolla medium. Koeajojaksolta muutamalta tuotantopäivältä faaginäytteet puuttuvat, sillä harmillisesti näytteet vaurioituvat kuljetuksen aikana eikä niitä näin ollen voitu analysoida.

Tuloksista nähdään, että faagitasot lähtevät tuotannossa suhteellisen nopeasti nousemaan, joten vaarana on, että pidemmällä tarkastelujaksolla faagitasot nousisivat edelleen ja happaneminen prosessin aikana heikkenisi tai mahdollisesti loppuisi kokonaan.

Vertailujakson faaginäytteitä ei ole otettu jokaiselta tuotantopäivältä, sillä normaaliin näytteenotto-suunnitelmaan kuuluu faaginäytteiden otto normaalisti käytössä olevasta hapatteesta kaksi kertaa viikossa. Vertailujakson faaginäytteissä ei ollut havaittavissa faagitasojen nousuja yhdessäkään otetussa näytteessä.

7.6 Myyntiinhyväksyntä ja aistinvarainen arviointi

Koeajojuustojen arvioinnit suoritettiin normaaleissa arviointiolosuhteissa ja normaalin tuotannon arvioinnin ohessa. Arvioinnissa kiinnitettiin huomiota juuston makuun, rakenteeseen ja ulkonäköön. Koska Oltermannijuusto on murukoloinen juusto, eräs tärkeä arviointikriteeri on se, ettei juusto ole liian tiivis. Myös pakkauksen ulkonäköön kiinnitettiin huomiota.

Oltermannin myyntiinhyväksynnässä on käytössä 3-portainen laatupisteasteikko. Oltermannin myyntiinhyväksynnässä ulkonäkö, rakenne ja haju/maku pisteytetään asteikolla 1–3–5. Näiden arvostelun perusteella tuote saa myyntiinhyväksynnässä kokonaispistemäärän, joka on alhaisin yksittäisen osion pistemäärä.

Mikäli tuote saa pisteitä 5, on sen laatu yhdenmukainen spesifikaation kanssa. Kolmella pisteellä tuotteessa esiintyy lieviä ja poikkeamia ja tässä tapauksessa arvioijan on pystyttävä nimeään laatuvirhe, jonka vuoksi annetaan 3 pistettä. Mikäli tuote saa 3 tai 5 pistettä, voidaan se vapauttaa myyntiin. Mikäli tuote saa myyntiinhyväksynnässä 1 pisteen, on siinä erittäin selviä poikkeamia spesifikaatiosta ja se ei ole myyntiin kelpaavaa.

Koe- ja vertailujakson aikana valmistettujen tuotteiden myyntiinhyväksyntätulokset ovat nähtävillä liitteistä 3 ja 4 (liite 3 ja liite 4). Oltermanni 29 %:n myyntiinhyväksynnässä kaikkien koe- ja vertailujakson tuotantopäivien kaikki tuotteet saivat myyntiinhyväksynnässä laatupisteitä 5. Oltermanni 17 %:n molemmilla käytetyillä hapatteilla valmistetuista löytyi yksi juusto molemmilla jaksoilla, joka myyntiinhyväksynnässä sai laatupisteitä 3. Näissä molemmissa tapauksissa juustoa kuvattiin kuivaksi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

DVS-hapатteen pidempiaikainen käyttö Oltermannin valmistuksessa on mahdollista tämän opinnäytetyön tutkimusten perusteella. Faagitasojen nousun vuoksi on kuitenkin pohdittava erityyppisen DVS-hapатteen käyttöä. Valmistajalla on tarjota saman tyyppinen hapate, jossa bakteerikantojen määrä on erilainen ja näin ollen on mahdollista, että se toimii kuten koeajonaikainen hapate, mutta faagitasot eivät lähde nousemaan. On pohdittava, pitäisikö erilaisia hapatteita testata samanlaisin koeajoin, kuin tämän opinnäytetyön aikana tehtiin.

Verrattaessa sekä pH-arvoja ennen suolauksen sekä sen jälkeen (tuorejuusto pH), tulosten keskihajonta on suurempaa kaikissa tapauksissa DVS-hapатteella. Haasteena DVS-hapатteella juustoa valmistettaessa on prosessin hallinta ja vaihtelun pienentäminen. Tämä koeajo suoritettiin nor-

maaleilla keitto- ja prosessiajoilla. Mikäli DVS-hapatteella aiotaan tulevaisuudessa ajaa pidempiä jaksoja, on pohdittava, millaisia muutoksia prosessiin on tehtävä.

Bulk-hapatteella ajetuista tuotteista olisi ollut saatavilla dataa myös pidemmältä aikaväliltä. Jälkikäteen pohdittuna vertailujakson data olisi kannattanut yhdistää esimerkiksi puolen vuoden edeltävään bulk-hapatteella valmistettujen tuotteiden dataan, jolloin oltaisi nähty laajemmin sen käyttäytyminen valmistuksessa.

Happanemiskäyrissä ei tuotteiden ja hapatteiden välillä ole havaittavissa suuria tai selkeitä eroja. Oltermanni 29 %:lla bulk-hapatteella ajaessa on nähtävissä, että happaneminen mahdollisesti tapahtuu hitaammin, mutta sama minimi-pH-arvo saavutetaan happanemiskäyrän aikana kuin DVS-hapatteella.

Happanemiskäyristä voidaan nähdä, että happaneminen jonkin verran heikkenee tuotantopäivän loppua kohden. Eroa voidaan pienentää lisäämällä hapatemäärää tuotantopäivän loppua kohden. Tämä vaatisi lisätutkimuksia. Käyttöhapatteen määrän nosto onnistuu prosessissa helposti, sillä valmiin käyttöhapatteen määrää on helppo tarpeen vaatiessa nostaa. DVS-hapatteella hapatteen määrän nostaminen on haasteellisempaa siinä mielessä, että DVS-hapatteet annostellaan kattilakohtaisesti pusseittain tai purkeittain, joiden koon on määrittänyt hapatevalmistaja. Hapatteita on saatavilla erikokoisissa annoksissa, mutta vaihtoehtoisissa annoksissa on suuri ero, joten pienet säädöt hapatteen annostelussa ovat haasteellisia. Mikäli DVS-hapatetta annosteltaisi niin, että yksittäistä annosta lähdetäisi aina erikseen punnitsemaan, toisi se tuotevalmistajan tehtävään lisätyötä ja faagikontaminaatioiden riski kasvaisi.

Happanemisen vaihtelua tuotantopäivän alussa ja lopussa on mahdollista hallita myös esimerkiksi lisäämällä pesuja prosessin eri vaiheisiin. Tämä taas johtaa pidempiin tuotantopäiviin, sillä pesut kesken tuotantopäivän automaattisesti katkaisevat jatkuvatoimisen tuotannon jostakin kohtaa hetkeksi.

Koeajojakson aikana käytetty DVS-hapate on mahdollista ottaa tuotantoon niin sanotuksi varahapatteeksi. Varahapate on otettava käyttöön silloin, mikäli varsinaisesti käytössä oleva hapate lakkaa toimimasta tai esimerkiksi loppuu jostain syystä kesken. Koeajojaksolla käytetty hapate mahdollistaa Oltermannin valmistuksen tällaisissa poikkeavissa tilanteissa ja väliaikaisesti. Pidempien jaksoiden varalle on kuitenkin pohdittava vaihtoehtoja ja tehtävä uusia koeajoja sellaisen varahapateen löytämiseksi, joka kesyttäisi myös pidemmät tuotantotaksot ilman faagitasojen nousua.

Pohdittaessa käyttöhapatteen korvaamista DVS-hapatteella kokonaan Oltermannin tuotannossa on ensin löydettävä sellainen hapate, jolla faagitasot pysyvät halutulla tasolla. Faagitasojen ohella yksi tärkeä kriteeri on taloudellinen näkökulma.

Koe- ja vertailujakson aikana valmistettujen juustojen koostumuksessa ei ollut havaittavissa selvää eroa. Molemmilla tuotteilla DVS-hapatteella valmistettujen tuotteiden koostumuksen rasvattoman osan vesipitoisuus oli hieman pienempi kuin bulk-hapatteella valmistettujen. Molempien hapatteiden arvot olivat kuitenkin tuotteille asetettujen spesifikaatiorajojen sisällä.

Saanto oli bulk-hapatteella parempaa molemmilla tuotteilla, kun verrataan suoraan käytettyjä maitolitroja valmistettuihin juustokiloihin. Bulk-hapatteella valmistettujen tuotteiden saanto Oltermanni 29 %:lla oli noin 1,6 % parempi kuin DVS-hapatteella. Vastaavasti Oltermanni 17 %:n määrä oli noin 2,7 %. Saannon seuraaminen on tärkeää esimerkiksi taloudellisuuden kannalta.

LÄHTEET

Bylund, G. (n.d.). *Dairy processing handbook*. Ruotsi: Tetra Pak Processing Systems AB. Haettu 14.8.2018 osoitteesta <http://dairyprocessinghandbook.com/>

Castro-Nallar, E., Chen, H., Gladman, S., Moore S., Seemann, T., Powell, I., Hillier, A., Crandall, K. & Chandry, P. (2012). Population Genomics and Phylogeography of an Australian Dairy Factory Derived Lytic Bacteriophage, Genome Biology and Evolution. Haettu 19.4.2019 osoitteesta <https://doi.org/10.1093/gbe/evs017>

Donnelly, C.W. (toim.) (2014). *Cheese and Microbes*. ASM Press. ProQuest Ebook Central. Haettu 13.8.2018 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/home.action>

Fox, P., Fuquay, J. & Roginski, H. (2002) *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Irlanti.

Hami (2013–2014). Opas pienmeijerille. Hyvien käytäntöjen opas. Hapatteen käyttö ja valmistus. Haettu 20.8.2018 osoitteesta <http://www.hami.fi/pienmeijerihanke/hyvien-kaytantojen-opas/Sivut/22-Hapatteen-valmistus-ja-k%C3%A4ytt%C3%B6.aspx>

Helminen, P. (2014) *Jogurtin laadun hallinta*. Maisterin tutkielma. Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos. Elintarviketeknologia. Helsingin yliopisto. Haettu 27.7.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201507212182>

Hilonen, T. (2011). *Hapatteen ja hapatehäiriöiden vaikutus Oltermanni-juuston valmistuksessa*. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 12.8.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011060711349>

Kammerlehner, J. (2009). *Cheese Technology*. Bozen/Italy: Athesia Druck

King, A., Adams, M., Cartens, E. & Lefkowitz, E. (2011). *Virus Taxonomy*. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier. Haettu 1.4.2019 osoitteesta <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384684-6.00001-X>

Kristensen, B. (1999). *Cheese Technology – A Northern European Approach*. Aarhus: International Dairy Books.

Leporanta, K., Huuromonen, J., Lampi, M., Kärki, M., Manninen, R. & Saxelin, M. (1989). *Hapatekirja*. Valio Oy.

- Maitohygienialiitto (n.d.a) Tuottajamaidon laatu Suomessa. Haettu 19.4.2019 osoitteesta <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot>
- Maitohygienialiitto (n.d.b) Tuottajamaidon bakteeriluvut. Haettu 19.4.2019 osoitteesta <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot/bakteeri-maeaerae-maidossa>
- Maitohygienialiitto (n.d.c) Somaattisten solujen määrä maidossa. Haettu 19.4.2019 osoitteesta <http://www.maitohygienialiitto.fi/tilastot/somaattisten-solujen-maeaerae-maidossa>
- Marcó, M.B., Moineau, S. & Quiberoni, A. (2012). Bacteriophages and dairy fermentations. Haettu 1.4.2019 osoitteesta <https://doi.org/10.4161/bact.21868>
- Mellin, I. (2010) Tilastolliset taulukot. T-jakaumaan liittyviä kriittisiä arvoja. Haettu 1.4.2019 osoitteesta <https://math.aalto.fi/opetus/ms-a0502/luennot14/Ilkka-Mellinin-tilastolliset-tilastot.pdf>
- Mutanen, L. (2011). *Bakteriofagien merkitys Viola® salaattijuuston happanemisessa*. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 12.8.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201104174421>
- Nobrega, F., Vlot, M., Jonge, P., Dreesens, L. Beumont, H. Lavigne, R., Dutilh, B. & Brouns, S. (2018). Caudovirales-lahkon faagit. Haettu 20.4.2019 osoitteesta <https://www.nature.com/articles/s41579-018-0070-8>
- Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2017). *Tilastollisten menetelmien perusteet*. Helsinki: Sanoma Pro Oy
- Pujato, S. A., Quiberoni, A., & Mercanti, D. J. (2018). Bacteriophages on dairy foods. *Journal of applied microbiology*, 126(1). Haettu 19.4.2019 osoitteesta <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jam.14062>
- Rees, C. & Botsaris, G. (2012). Faagien moninkertaistumisyyklyt. Haettu 20.4.2019 osoitteesta <http://doi.org/10.5772/29734>
- Rolander, L. (2012). *Psykrotrofa och termoresistenta bakterier i mjölk och deras påverkan på kvalitén*. Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap. Sveriges lantbruksuniversitet. Haettu 22.4.2019 osoitteesta https://stud.epsilon.slu.se/4768/1/rolander_I_120905.pdf
- Rutanen, T. (2012). *UV-C-Käsittelyn vaikutus Emmental-juuston pintaan*. Pro gradu-tutkielma. Ravitsemus- ja elintarviketehtekniikka. Itä-Suomen yliopisto. Haettu 22.4.2019 osoitteesta http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20121141/urn_nbn_fi_uef-20121141.pdf

Seppä, V. (2012). *Rasvattoman piimän rakenteen muuttuminen varastoinnin aikana*. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 22.4.2019 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012092813973>

Sirén, R. (2013). *Emmental valmistusprosessin bakteriofagit ja niiden lämpöherkkyys*. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 15.1.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201305169109>

Tapaila, M. (2015). Maidon kemian perusteita, Maidon jalostus tuotteeksi 1 -moduulin verkkoaineisto, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 11.9.2018 osoitteesta <https://moodle.hamk.fi/>

Tapaila, M. (2016). Perustietoa juuston valmistuksesta, Maidon jalostus tuotteeksi 1-moduulin verkkoaineisto, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 1.8.2018 osoitteesta <https://moodle.hamk.fi/>

Tapaila, M. (2017a). Juuston happanemisen perusteet, Maidon jalostus tuotteeksi 1-moduulin verkkoaineisto, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 6.8.2018 osoitteesta <https://moodle.hamk.fi/>

Tapaila, M. (2017b). Hapateteknologia 2, Maidon jalostus tuotteeksi 1-moduulin verkkoaineisto, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 6.8.2018 osoitteesta <https://moodle.hamk.fi/>

Valio Oy (2016). Valio Haapaveden juustola on herra Oltermannin koti. Haettu 13.12.2018 osoitteesta <https://www.valio.fi/tuotteet/artikkeli/valion-haapaveden-juustola-on-herra-oltermannin-koti/>

Valio Oy, Haapaveden tehdas (2017). Tehdasesittely - powerpoint. Valion sisäinen intranet Weeti.

Valio Oy (n.d.). Valio Oltermanni Port Salut. Haettu 13.12.2018 osoitteesta <https://www.valio.fi/tuotteet/juustot/valio-oltermanni-port-salut/>

Walstra, P., Wouters, J.T.M, & Geurts, T.J. (2006). *Dairy Science and Technology*. Toinen painos. CRC Press.

Väistö, A. (2010). *Viilin varahapatteen kehittäminen*. Maisterin tutkielma. Elintarviketeknologia. Helsingin yliopisto. Haettu 13.8.2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201507211764>

Wang, Z., Zheng, P., Ji, W., Fu, Q., Wang, H., Yan, Y. & Sun, J. (2016). SLPW: A Virulent Bacteriophage Targeting Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus *In Vitro* and *In Vivo*. *Frontiers in Microbiology*. Haettu 20.4.2019 osoitteesta <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00934>

Kokeellisen osion näytteenottosuunnitelma

Kohde	Paikka	Analyysit, mittaukset + ohjeet		
Kattilamaito	Kattila	Maidon määrä (litraa)		Normaalin käytännön mukaan
Kattilamaito	Kattila	Rasva, kuiva-aine, proteiini (milko)		Maitosiilon vaihtuessa
Kattilamaito	Kattila	Juoksettumis-pH		Joka toinen kattila
Hera	Kattila	Lasku-pH		Joka toinen kattila
Hera	Kattila	Koostumus (rasva, proteiini, kuiva-aine) (LLA)		Maitosiilon vaihtuessa
Juusto	Tunnelointi	Happanemiskäyrät tunneloinnin ajalta, jatkuvatoimisella mittarilla		1 pH käyrä / kierto CK8
Juusto	Suolaamo	Minimi-pH, jatkuvatoimisella mittarilla		Saadaan happanemiskäyrästä
Tuorejuusto	Ennen sv	pH ennen suolavettä		Joka toinen kattila
Tuorejuusto	Keskeltä häkkiä	Rasva, kuiva-aine, suolapitoisuus (NIR), pH	1 kpl	Joka toinen kattila
Tuorejuusto	Keskeltä häkkiä	Myyntiinhyväksyntänäytteet	1 kpl	Joka toinen kattila

t-jakaumaan liittyviä kriittisiä arvoja

Kriittisiä arvoja / Critical values

Merkitsevyytaso 1-suuntaisissa testeissä / Significance level in 1-sided tests										
df	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	0.325	0.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2	0.289	0.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.277	0.584	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.271	0.569	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.267	0.559	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.265	0.553	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.263	0.549	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.262	0.546	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.261	0.543	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.260	0.542	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.260	0.540	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.259	0.539	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.259	0.538	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.258	0.537	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.258	0.536	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.258	0.535	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.257	0.534	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.257	0.534	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.257	0.533	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.257	0.533	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.257	0.532	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.256	0.532	0.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.256	0.532	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.256	0.531	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.256	0.531	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.256	0.531	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.256	0.531	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.256	0.530	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.256	0.530	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.256	0.530	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
35	0.255	0.529	0.852	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	3.591
40	0.255	0.529	0.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
45	0.255	0.528	0.850	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281	3.520
50	0.255	0.528	0.849	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
55	0.255	0.527	0.848	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245	3.476
60	0.254	0.527	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
70	0.254	0.527	0.847	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.211	3.435
80	0.254	0.526	0.846	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
90	0.254	0.526	0.846	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	3.183	3.402
100	0.254	0.526	0.845	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
200	0.254	0.525	0.843	1.286	1.653	1.972	2.345	2.601	3.131	3.340
500	0.253	0.525	0.842	1.283	1.648	1.965	2.334	2.586	3.107	3.310
∞	0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
df	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
Merkitsevyytaso 2-suuntaisissa testeissä / Significance level in 2-sided tests										

(Mellin, 2010)

Liite 3

Oltermanni 29 % myyntiinhyväksynnän kokonaispisteet ja laatuluokat hapatteittain

Tuotanto päivä	Keit-to	Kokonaislaatu		Hapate	Tuotanto päivä	Keit-to	Kokonaislaatu		Hapate
		piste	luokka				piste	luokka	
21.07.2018	1	5	1	DVS	28.07.2018	1	5	1	Bulk
21.07.2018	3	5	1	DVS	28.07.2018	5	5	1	Bulk
21.07.2018	7	5	1	DVS	28.07.2018	9	5	1	Bulk
21.07.2018	11	5	1	DVS	28.07.2018	13	5	1	Bulk
21.07.2018	13	5	1	DVS	28.07.2018	17	5	1	Bulk
21.07.2018	15	5	1	DVS	28.07.2018	21	5	1	Bulk
21.07.2018	17	5	1	DVS	28.07.2018	25	5	1	Bulk
21.07.2018	21	5	1	DVS	28.07.2018	27	5	1	Bulk
21.07.2018	27	5	1	DVS	29.07.2018	1	5	1	Bulk
21.07.2018	31	5	1	DVS	29.07.2018	5	5	1	Bulk
22.07.2018	1	5	1	DVS	29.07.2018	7	5	1	Bulk
22.07.2018	3	5	1	DVS	29.07.2018	13	5	1	Bulk
22.07.2018	5	5	1	DVS	29.07.2018	15	5	1	Bulk
22.07.2018	7	5	1	DVS	29.07.2018	17	5	1	Bulk
22.07.2018	9	5	1	DVS	29.07.2018	19	5	1	Bulk
22.07.2018	11	5	1	DVS	29.07.2018	21	5	1	Bulk
22.07.2018	13	5	1	DVS	29.07.2018	25	5	1	Bulk
22.07.2018	15	5	1	DVS	29.07.2018	29	5	1	Bulk
22.07.2018	17	5	1	DVS					
22.07.2018	21	5	1	DVS					
22.07.2018	23	5	1	DVS					
22.07.2018	25	5	1	DVS					
22.07.2018	27	5	1	DVS					
22.07.2018	31	5	1	DVS					
27.07.2018	1	5	1	DVS					
27.07.2018	5	5	1	DVS					
27.07.2018	9	5	1	DVS					
27.07.2018	11	5	1	DVS					
27.07.2018	17	5	1	DVS					
27.07.2018	21	5	1	DVS					
27.07.2018	25	5	1	DVS					
27.07.2018	27	5	1	DVS					
27.07.2018	29	5	1	DVS					

Oltermanni 17 % myyntiinhyväksynnän kokonaispisteet ja laatuluokat hapatteittain

Tuotanto päivä	Keit-to	Kokonaislaatu		Hapate	Tuotanto päivä	Keit-to	Kokonaislaatu		Hapate
		piste	luokka				piste	luokka	
23.07.2018	1	5	1	DVS	30.07.2018	1	5	1	Bulk
23.07.2018	3	5	1	DVS	30.07.2018	5	5	1	Bulk
23.07.2018	5	5	1	DVS	30.07.2018	7	5	1	Bulk
23.07.2018	7	5	1	DVS	30.07.2018	11	5	1	Bulk
23.07.2018	11	5	1	DVS	30.07.2018	13	5	1	Bulk
23.07.2018	15	5	1	DVS	30.07.2018	17	5	1	Bulk
23.07.2018	19	5	1	DVS	30.07.2018	18	5	1	Bulk
23.07.2018	23	5	1	DVS	30.07.2018	19	5	1	Bulk
23.07.2018	27	5	1	DVS	30.07.2018	20	5	1	Bulk
23.07.2018	29	5	1	DVS	30.07.2018	21	5	1	Bulk
23.07.2018	31	5	1	DVS	30.07.2018	22	5	1	Bulk
24.07.2018	1	5	1	DVS	30.07.2018	23	5	1	Bulk
24.07.2018	3	5	1	DVS	30.07.2018	24	3	1	Bulk
24.07.2018	5	5	1	DVS	30.07.2018	25	5	1	Bulk
24.07.2018	7	3	1	DVS	30.07.2018	26	5	1	Bulk
24.07.2018	9	5	1	DVS	30.07.2018	27	5	1	Bulk
24.07.2018	11	5	1	DVS	30.07.2018	28	5	1	Bulk
24.07.2018	15	5	1	DVS	31.07.2018	1	5	1	Bulk
24.07.2018	19	5	1	DVS	31.07.2018	3	5	1	Bulk
24.07.2018	23	5	1	DVS	31.07.2018	5	5	1	Bulk
24.07.2018	25	5	1	DVS	31.07.2018	9	5	1	Bulk
24.07.2018	27	5	1	DVS	31.07.2018	15	5	1	Bulk
					31.07.2018	17	5	1	Bulk
					31.07.2018	21	5	1	Bulk
					31.07.2018	23	5	1	Bulk
					31.07.2018	25	5	1	Bulk
					31.07.2018	27	5	1	Bulk