

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Elintarviketekniikka

2016

Niina Nummilahti & Katri Lempiäinen

SUKLAAKUORRUTETUN OMENAVANUKKAAN TUOTEKEHITYS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja elintarviketekniikka | Elintarviketekniikka

Kevät 2016 | 94

Mika Jokinen, yliopettaja, Turun ammattikorkeakoulu

Mikko Hietala, toimitusjohtaja, MBakery

Niina Nummilahti & Katri Lempiäinen

SUKLAAKUORRUTETUN OMENAVANUKKAAN TUOTEKEHITYS

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuotekehittää MBakerylle myyntiin menevä tuote, joka on omenanmakuinen vanukaspallo. Vanukaspallon päälle kehitettiin valkosuklaapohjainen kuorrute. Vanukkaan tuli olla tasarakenteinen ja sopivan hapan. Kuorrutteen tuli olla houkuttelevan näköinen ja rakenteeltaan hyvä, sekä tarpeeksi ohut.

Tuotekehitys alkoi toimeksiantajalta saadun perusreseptin muokkaamisella. Tuotteesta tehtiin eri versioita muuttamalla raaka-aineiden suhteita sekä kokeilemalla muita kombinaatioita. Kuorrutetta kehitettäessä otettiin huomioon kuorrutteen paksuus tuotteen päällä ja kuorrutteen käyttäytyminen säilytyksessä.

Eri koe-eristä mitattiin reometrillä avulla tuotteen reologisia ominaisuuksia. Mittauksilla pyrittiin samaan tietoa tuotteen valmistusparametreista, rakenteesta ja virtausominaisuuksista. Kuorrutetta mitattaessa tarkoituksena oli löytää sopiva kuorrutuslämpötila, jonka aikana kuorrutteen viskositeetti ja rakenne sopivat ohuen kerroksen aikaansaamiseen. Aistinvaraista arviointia suoritettiin itse jokaiselle koe-erälle sekä järjestämällä aistinvarainen kuluttajatutkimus.

Vanukkaasta saatiin tehtyä hyvänmakuinen ja rakenteeltaan halutunlainen. Mittaustuloksista nähtiin muun muassa maissitärkkelyksen ja maitotuotteiden määrän vaikutus rakenteeseen. Tulosten perusteella säädettiin maissitärkkelyspitoisuutta sekä päädyttiin käyttämään pelkkää kermaa rasvattoman maidon sijasta sen rasvapitoisuuden vuoksi.

Kuorrutteen saatiin toimiva, mutta veden kondensoitumista kuorrutteen pinnalle ei saatu poistettua. Ohut kerros toimi säilytyksessä paremmin lusikoitavana kuin paksumpi kerros. Mittausten perusteella löydettiin kuorrutteen sopiva kuorrutuslämpötila. Kokonaisuutena tuotteesta saatiin kriteerejä vastaava.

ASIASANAT:

aistinvarainen arviointi, tuotekehitys, reologia, tekstuuri, vanukkaat, tärkkelys, proteiinit

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and Food Technology | Food Technology

Spring 2016 | 94

Mika Jokinen, Principal Lecturer, TUAS

Mikko Hietala, Managing Director, MBakery

Niina Nummilahti & Katri Lempiäinen

DEVELOPMENT OF CHOCOLATE COATED APPLE FLAVOURED PUDDING

The objective of this thesis was to develop an apple flavoured pudding ball for MBakery. The pudding ball was covered with white chocolate topping. The pudding itself needed to be velvety and suitably sour. The topping needed to look appealing and have a soft texture.

The product development was started by modifying the original recipe. Different versions of the product were made by changing material ratios and testing different combinations. The thickness of the topping and its preservability were taken into account in the developing process.

The rheological properties of different test batches were measured. The purpose of the measurements was to determine the structural, textural and flow properties of the samples. The topping measurements aimed to find a suitable temperature for making a thin layer onto the pudding ball. Sensory evaluation was performed during the development process and by arranging consumer testing.

The resulting pudding was successful; it tasted sour and had a velvety texture as wanted. Measurement results showed for example the effects of the amount of corn starch and milk products on the texture. Based on the results, the corn starch amount was adjusted. Furthermore skimmed milk was replaced by cream because of its fat content. The texture of the topping was good, but water condensing on the surface of the topping was not completely eliminated. A thin layer remained softer than a thicker layer during storage. Based on the measured results, an optimal temperature for the coating was found. On the whole, the product met the determined criteria.

KEYWORDS:

sensory evaluation, food development, rheology, texture, puddings, starch, proteins

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	13
1 JOHDANTO	10
2 VANUKAS	11
2.1 Raaka-aineet	11
2.1.1 Maito ja kerma	11
2.1.2 Omenapyreet	12
2.1.3 Sokeri	13
2.1.4 Sitruunahappo	13
2.1.5 Hyydykeneutraali	14
2.1.6 Maissitärkkelys	14
2.2 Proteiinit	15
2.2.1 Proteiinien ominaisuudet	15
2.2.2 Maitoproteiinit	16
2.2.3 Kollageeni	17
2.3 Hiilihydraatit	17
2.3.1 Tärkkelys	18
2.4 Vesi	20
2.5 Rasva	21
3 KUORRUTE	22
3.1 Kerma	22
3.2 Valkosuklaa	22
3.3 Liivate	23
3.4 Väriaineet	23
4 TUOTEKEHITYKSEN VAIHEET	24
4.1 Käynnistäminen	24
4.2 Luonnostelu	24
4.3 Kehittäminen	25
4.4 Viimeistely	25
5 REOLOGIA	26
5.1 Viskositeetti	26

5.2 Materiaalityypit	28
5.3 Reologia ja elintarvikkeet	29
6 REOLOGISET MITTAUKSET	31
6.1 Reometrin toiminta	31
6.2 Rotaatiomittaukset	32
6.2.1 Virtausominaisuusmittaus	32
6.3 Oskillaatiomittaukset	32
6.3.1 Amplitudimittaus	34
6.3.2 Frekvenssimittaus	34
6.3.3 Tiksotropiamittaus	35
7 PAKASTAMINEN	36
8 KUORRUTTAMINEN	39
9 AISTINVARAINEN ARVIOINTI	40
9.1 Aistit	40
9.1.1 Maku	40
9.1.2 Haju	42
9.1.3 Näkö	43
9.1.4 Tunto	43
9.1.5 Kuulo	44
9.2 Aistinvaraisen arvioinnin raadit	44
9.3 Arviointimenetelmät	45
10 SÄILYVYYS	48
11 VANUKKAAN KEHITYS JA KOE-ERÄT	49
11.1 Valmistusmetodi	50
11.2 Vanukkaan koe-erien aistinvarainen arviointi	50
11.3 Koe-erä 1	51
11.4 Koe-erä 2	51
11.5 Koe-erä 3	52
11.6 Koe-erä 4 ja 5	52
11.7 Koe-erät 6 ja 7	52
11.8 Koe-erä 8	53
11.9 Koe-erä 9	53

11.10 Koe-erä 10	54
11.11 Koe-erä 11 ja 12	55
11.12 Koe-erä 13	56
11.13 Koe-erä 14	56
11.14 Koe-erä 15	56
11.15 Koe-erä 16	57
11.16 Koe-erä 17	57
11.17 Koe-erä 18	57
12 KUORRUTTEEN KEHITYS	58
12.1 Valmistusmetodi	58
12.2 Kuorrutteen koe-erien aistinvarainen arviointi	59
12.3 Koe-erä 1	59
12.4 Koe-erä 2	60
12.5 Koe-erä 3	61
12.6 Koe-erä 4	62
12.7 Koe-erä 5	62
12.8 Koe-erä 6 ja 7	63
12.9 Koe-erä 8	64
13 TUOTTEEN VIIMEISTELY	65
14 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN KULUTTAJATESTI	66
15 REOLOGISET MITTAUKSET	68
16 TULOKSET	69
16.1 Vanukkaan amplitudimittausten tulokset	69
16.2 Vanukkaan frekvenssimittausten tulokset	70
16.3 Vanukkaan viskositeettimittausten tulokset	75
16.4 Vanukkaan tiksotropiamittausten tulokset	77
16.5 Kuorrutteen mittaustulokset	78
16.6 Säilyvyystestin tulokset	80
16.7 Aistinvaraisen arvioinnin kuluttajatestin tulokset	83
16.7.1 Aistinvaraisen arvioinnin sanalliset kommentit	89
16.7.2 Aistinvaraisen arvioinnin ja reologisten mittausten yhteydet	90
17 YHTEENVETO	92

LIITTEET

Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake.

KUVAT

Kuva 1. Amyloosi (Alais & Linden 2011).	18
Kuva 2. Amylopektiini (Fennema, 1996).	19
Kuva 3. Triglyseridin kemiallinen rakenne.	21
Kuva 4. Newtonin viskositeettimalli (Mezger 2011).	26
Kuva 5. Nopeuden muutos Newtonin viskositeettimallissa (Mezger 2011).	27
Kuva 6. Reometrinen eri mittausgeometriat (Hackley & Ferraris 2001).	31
Kuva 7. Oskillaation periaatekuva (Mezger 2011).	32
Kuva 8. Oskillaatio (Mezger 2011).	33
Kuva 9. Amplitudipyyhkäisy (Mezger 2011).	34
Kuva 10. Frekvenssipyyhkäisy (Mezger 2011).	35
Kuva 11. Kielen makunystyt ja niissä sijaitsevat makusilmut (Tuorila, & Appelbye 2005.)	41
Kuva 12. Hajuaistimuksen vastaanottokeskus (Tuorila, Appelbye 2005.)	42
Kuva 13. Muotitettu vanukaspallo.	53
Kuva 14. Koe-erän 10 vanukaspallot.	55
Kuva 15. Ensimmäinen kuorrutuskokeilu.	60
Kuva 16. Vasemmalla 30 °C:ssa kuorrutettu ja oikealla 27 °C:ssa kuorrutettu vanukaspallo.	61
Kuva 17. Kuorrutteen koe-erä 3.	62
Kuva 18. Koe-erän 6 kuorrutukset eri lämpötiloissa.	63
Kuva 19. Uusi värijauhe kuorrutuksessa.	64
Kuva 20. Valmiit tuotteet.	65
Kuva 21. Aistinvaraisen arvioinnin näyte 836.	67
Kuva 22. Säilytystestin näytteet säilytysajan (3 vrk) jälkeen.	82

KUVIOT

Kuvio 1. Elintarvikkeiden jäätymisprosessi.	37
Kuvio 2. Amplitudimittaus.	69
Kuvio 3. Frekvenssimittaus.	70
Kuvio 4. Häviötekijät.	72
Kuvio 5. Maissitärkkelyksen määrän vaikutus rakenteeseen.	73
Kuvio 6. Säilytystavan vaikutus vanukkaan rakenteeseen.	74
Kuvio 7. Vanukkaan viskositeetti ja palautuvuus (pakastettu ja pakastamaton).	75
Kuvio 8. Vanukkaan viskositeetti ja palautuvuus.	76

Kuvio 9. Tiksotropiamittaus.	77
Kuvio 10. Kuorrutteen mittaustulokset 25 asteessa.	78
Kuvio 11. Koe-erän 6 mittaustulokset eri lämpötiloissa.	79
Kuvio 12. Koe-erän 7 mittaustulokset eri lämpötiloissa.	80
Kuvio 13. Aistinvaraisen arvioinnin keskiarvotulokset.	83
Kuvio 14. Aistinvaraisen arvioinnin keskihajonnat.	84
Kuvio 15. Valkosuklaan maun voimakkuus.	85
Kuvio 16. Kuorrutteen kimmoisuus.	86
Kuvio 17. Kuorrutteen pehmeys.	86
Kuvio 18. Yhteismaun miellyttävyys.	87
Kuvio 19. Täytteen ulkonäön rakeisuus.	87
Kuvio 20. Täytteidien omenainen maku.	88
Kuvio 21. Näytteiden makeus.	88
Kuvio 22. Näytteiden suutuntuma.	89
Kuvio 23. Aistinvaraisessa arvioinnissa käytettyjen vanukkaiden häviötekijät.	91

TAULUKOT

Taulukko 1. Säilyvyydestin tulokset.	82
Taulukko 2. Aistinvaraisen arvioinnin sanalliset kommentit.	90

KÄYTETYT LYHENTEET

AS	Amplitudipyyhkäisymittaus
LVE	Lineaarinen viskoelastinen alue
FS	Frekvenssipyyhkäisymittaus
CSR	Controlled shear rate (kontrolloitu leikkausnopeus)
CSS	Controlled shear stress (kontrolloitu leikkausjännitys)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää myyntiin menevä tuote turkulaiselle leipomolle, MBakerylle. Tuote oli omenanmakuinen vanukaspallo, joka päällystettiin valkosuklaapohjaisella kuorrutteella. Vanukkaan tuli olla rakenteeltaan samettinen ja maultaan omenainen. Makeutta ei saanut olla liikaa, vaan tuotteen piti olla happaman makea. Kuorrutteesta tuli saada houkuttelevan näköinen, tarpeeksi ohut sekä rakenteeltaan hyvä. Tuotteen tulee säilyä vitriiniolosuhteissa myyntikelpoisena kolme vuorokautta ilman muutoksia.

Leipomolta saatiin suuntaa antavat reseptit sekä vanukkaaseen että kuorrutteen, joita alettiin muokkaamaan annettujen kriteerien mukaan. Koe-eriä valmistettiin vanukkaasta 18 ja kuorrutteesta 8. Näistä koe-eristä tehtiin myös reologisia mittauksia sekä suoritettiin aistinvaraista arviointia. Tuotteen prosessointia ja rakennetta kehitettiin viskositeetti- ja oskillaatiomittausten avulla.

Tuotekehitys, aistinvarainen arviointi ja reologiset mittaukset suoritettiin Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun toimipisteen tuotekehityskeittiössä sekä laboratoriossa. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Turun Ammattikorkeakoulun Biomateriaali- ja diagnostiikka -tutkimusryhmä.

Tuotekehitys tehtiin MBakerylle, joka on yli kaksi vuotta sitten perustettu leipomo, jossa halutaan luoda asiakkaalle ripaus ylellisyyttä jokaiseen päivään ja luoda räätälöityjä taideteoksia aidoista materiaaleista. Tuotteet ovat värikkäitä ja hyvän näköisiä. MBakery valittiin vuoden 2015 Suomen parhaaksi leipomoksi. (MBakery 2015.)

2 VANUKAS

Vanukas on hyytelömäinen, usein jälkiruokana tarjottava ruokalaji. Se koostuu maidosta tai kermasta, sokerista, tietyistä makuaromeista sekä sakeuttamisaineista, kuten liivateesta, tärkkelyksestä tai kananmunista. Vanukkaita voi olla reologisilta ominaisuuksiltaan erityyppisiä aina juoksevasta rakenteesta hyvin kiinteään rakenteeseen.

2.1 Raaka-aineet

Opinnäytetyönä valmistettu vanukas koostui maidosta/kermasta, omenapyreistä, sokerista, sitruunahaposta, hyydykeneutraalista ja maissitärkkelyksestä.

2.1.1 Maito ja kerma

Maito koostuu vedestä (87 %), rasvattomasta kuiva-aineesta (9 %) ja rasvaliukoista osista (4 %). Rasvaton kuiva-aine sisältää proteiineja, hiilihydraatteja, vitamiineja ja kivennäisaineita. Proteiineja on noin 4 % maidon koostumuksesta ja näitä ovat kaseiini- ja heraproteiinit, jotka ovat erilaisten proteiinien seoksia. Näistä proteiineista kerrotaan lisää kappaleessa 2.2.2.

Maito prosessoidaan meijerissä, jossa siitä valmistetaan esimerkiksi maitoja, juustoja, jogurtteja ja kermaa. Valmistusprosessissa maidosta tapetaan haitalliset mikrobit, pilkotaan rasvahiukkaset, vakioidaan rasvan määrä eri tuotteille sopiviksi ja lopuksi jäähdytetään. (Laaksonen 2014; Vaclavik 1998.)

Kerman valmistus aloitetaan, kun maidosta erotetaan rasva separoimalla. Tämän jälkeen kerman rasva pilkotaan pienemmäksi, säädetään rasvapitoisuutta, tuhoetaan mikrobeja ja lopuksi se pakataan myyntipakkauksiin. Kermaksi kutsutaan tuotetta, jossa on vähintään 10 % maitorasvaa. Kermoilla on eri rasvapitoisuuksia ja säilyvyysaikoja, jotka kertovat kermojen eri käyttötarkoituksista. Paljon rasvaa sisältävät kermat sopivat vaahdottamiseen, vähemmän

rasvaa sisältävät sopivat ruoanlaittoon, ja leivontaan, jossa kermaa ei tarvitse vaahdottaa. Vähärasvaiset kermat sopivat myös kahvin joukkoon laitettavaksi. (Laaksonen 2014.)

Maitoa, kermaa ja muita maitovalmisteita käytetään päivittäin osana monipuolista ruokavaliota, sillä niistä saadaan hyvänlaatuista proteiinia, D- ja B-vitamiineja sekä muita ravintoaineita, kuten kalsiumia. Maitoa voi nauttia sellaisenaan tai käyttää sitä valmistusaineena erilaisissa ruoissa, kuten puuroissa tai laaticoissa. Kermaa taas käytetään enemmän leivontaan, mutta sitäkin hyödynnetään ruoanlaitossa.

Kermaa ja maitoa on käytetty opinnäytetyössä vanukkaan valmistukseen oikeanlaisen rakenteen ja maun aikaansaamiseksi. Työssä käytetty vispikerma sisältää rasvaa 36 g / 100 g ja rasvaton maito 0 g.

2.1.2 Omenapyreet

Modo Apple purée on Suomessa valmistettu pyree, josta voidaan valmistaa erilaisia cocktaileja, drinkkejä tai jälkiruokia. Apple puréen maku tulee omenoista ja omenamehusta. Tuotteessa käytetään ainoastaan luonnon sokereita tuomaan makeutta. Näitä sokereita pyreessä on 50 g/100 ml. Pyreen valmistuksessa ei käytetä atsovärejä, jotka voivat aiheuttaa yliherkkyyttä. Viitattaessa myöhemmin tekstissä Modo-pyreeseen, käytetään termiä pullopyree. (Modo 2015.)

Fruit life green apple on pakastettua sataprosenttista omenapyreetä, joka ei sisällä lainkaan lisättyä sokeria. Pyree sisältää luontaisesti sokeria 20,2 g/100 g. Viitattaessa myöhemmin tekstissä Fruit Life-pyreeseen, käytetään termiä pakastepyree.

Omenapyreitä on käytetty antamaan vanukkaaseen omenan makua ja happamuutta, sekä vihreää väriä.

2.1.3 Sokeri

Sokerit ovat hiilihydraatteja, jotka ovat yhden tai useamman monosakkaridin muodostamia yhdisteitä. Erilaisia monosakkarideja ovat muun muassa glukoosi, fruktoosi ja galaktoosi. Tavallinen kaupallinen sokeri eli sakkaroosi on disakkaridi ja se koostuu glukoosista ja fruktoosista.

Sokeria syntyy vihreistä kasveista ja sakkaroosia erotetaan sokerijuurikkaasta tai sokeriruo'osta. Suomessa sokeriteollisuus valmistaa sokeria sokerijuurikkaista, mutta raaka-aineena käytetään myös maahantuotua, jo kertaalleen kiteytettyä ruskeaa ruokoraakasokeria.

Sokeria pystytään käyttämään monipuolisesti elintarviketeollisuudessa ominaisuuksiensa takia. Sakkaroosi on eniten käytetty sokeri elintarvikkeiden valmistuksessa. Sokeri parantaa elintarvikkeiden säilyvyyttä, antaa makeutta, vaikuttaa rakenteeseen ja ulkonäköön. (Kaitaranta 2012; Vaclavik 1998.)

Sokeria on käytetty tuomaan makeutta vanukkaaseen. Se myös vaikuttaa rakenteeseen ja säilyvyyteen.

2.1.4 Sitruunahappo

Sitruunahappo on orgaaninen happo, jota esiintyy luonnostaan sitrushedelmissä. Sen esiintyvyys on monta prosenttia hedelmän painosta. Sitä käytetään elintarvikkeissa säilöntäaineena sekä lisäämään hapanta makua. Sitruunahappo laskee tuotteen pH:ta, jolloin mikrobien kasvu hidastuu. Sitä voidaan käyttää korvaavana tuotteena omena- tai viinihapolle.

Teollisesti sitruunahappoa valmistetaan homesienten avulla, muun muassa glukoosista. (Haahtela & Kivelä-Ikonen 1985; Evira 2015.)

Sitruunahapon lisäys maitotuotteisiin aiheuttaa koaguloitumista saostamalla kaseiiniproteiinia. (Vaclavik 1998.)

Sitruunahappoa on lisätty vanukkaaseen tuomaan happamuutta ja kirpeyttä makuun, sekä pidentämään säilyvyyttä. Sitruunahapon määrä vanukkaassa vaikuttaa myös tekstuuriin, sillä pH on yhteydessä muun muassa proteiinien saostumiseen sekä tärkkelyksen gelatinoitumiseen.

2.1.5 Hyydykeneutraali

Hyydykeneutraali on tarkoitettu stabiloimaan tuoreen kerman rakennetta ja sen avulla voidaan valmistaa moussemaisia rakenteita esimerkiksi jälkiruokiin. Käytetty hyydykeneutraali on pakastuksen ja sulatuksen kestävä. Hyydykeneutraali koostuu sokerista, kuivatusta glukoosisiirapista, gelatiinista, modifioidusta tärkkelyksestä, munankeltuaisesta, suolasta ja dinatriumdifosfaatista. Tarkempia ravintosisältötietoja ei ollut saatavilla. Jauhetta sekoitetaan ohjeen mukaan 1:1 veteen tai hedelmämehuun ja sekoitetaan vatkatun makeuttamattoman kerman kanssa. (French Food Exports 2015.)

Hyydykeneutraali on käytetty saavuttamaan vanukkaaseen pysyvä moussemainen rakenne, sillä kermaa on käytetty vanukkaan pääraaka-aineena.

2.1.6 Maissitärkkelys

Maissitärkkelys on hiilihydraatti, joka koostuu kahdesta molekyylistä, amyloosista ja amylopektiinistä. Lämmittäessä tärkkelystä kuumassa nesteessä, alkaa se noin 80 asteessa gelatinoitumaan eli paksuuntumaan. Sakeutuessaan se muodostaa läpinäkyvän seoksen, jonka vuoksi sitä käytetään usein jauhojen sijasta, jolloin seoksesta tulee sameampi. Maissitärkkelystä valmistetaan maissista. Se on muun muassa kastikkeiden, kiisseleiden ja mehujen sakeuttamisaine. (Kaitaranta 2012.)

Maissitärkkelystä on käytetty vanukkaaseen sen gelatinoitumisominaisuuksien vuoksi saavuttamaan haluttu rakenne.

2.2 Proteiinit

Kaikki proteiinit koostuvat hiilestä, vedystä, timestä ja hapesta, mutta voivat sisältää myös muita aineita. Proteiinit ovat muodostuneet aminohapoista, jotka ovat kiinnittyneet toisiinsa peptidisidoksilla. Luonnosta löytyy yli 20 erilaista aminohappoa erilaisin ominaisuuksin, riippuen niiden rakenteesta.

Aminohapoissa keskusatomina on hiili, johon on kiinnittynyt karboksyyliiryhmä COOH, aminoryhmä NH₂, vetyatomi sekä juuri kyseiselle aminohapolle spesifinen ryhmä tai ketju R.

Primaarirakenteessa aminohapot ovat linkittyneet toisiinsa kovilla peptidisidoksilla. Sekundaarirakenteessa polypeptidiketjut ovat ryhmittyneet kolmiulotteisiksi rakenteiksi, joissa aminohappoketju on poimuttunut tai kiertynyt. Rakennetta pitävät koossa vetysidokset. Tertiaarirakenteessa kierteiset ja laskostuneet ketjut ovat linkittyneet toisiinsa vetysidosten lisäksi rikkisilloilla, ionivuorovaikutuksella ja van der Waalsin sidoksilla. (Vaclavik 1998.)

2.2.1 Proteiinien ominaisuudet

Proteiineilla on suuri rooli elintarvikkeiden tekstuurin syntymisessä. Esimerkiksi pH:n muutoksilla ja lämpökäsittelyllä on suuri vaikutus proteiinimolekyyleihin.

Denaturaatio

Proteiinien denaturaatio tarkoittaa muutosta sekundaari- ja tertiaarirakenteissa peptidisidosten pysyessä ehjinä. Proteiinin laskosrakenne avautuu muuttamatta aminohappojärjestystä. Denaturaatiota voi tapahtua monesta syystä: kuumentamassa tai jäädyttäessä, pH:n tai suolapitoisuuden muuttuessa sekä orgaanisten liuottimien tai raskasmetallien vuoksi. Nämä muutokset voivat aiheuttaa vetysidosten ja suolasiltojen rikkoutumisen, jonka seurauksena proteiinin laskosrakenne avautuu ja paljastaa sivuketjuja. Nämä voivat reagoida muiden kemiallisten ryhmien kanssa, jonka seurauksena proteiini useimmiten saostuu. Muutos on

usein pysyvä, eikä alkuperäistä muotoa voida saada takaisin. Denaturoitu proteiini menettää biologisen toimintakykynsä, ja esimerkiksi entsyymit inaktivoituvat. (Vaclavik 1998.)

Isoelektrinen piste

Proteiinin isoelektrinen piste on se pH-arvo, jossa proteiini on elektronisesti neutraali varausten ollessa tasapainossa. Proteiinimolekyylit alkavat usein vuorovaikuttaa keskenään ja saostua ollessaan isoelektrisessä pisteessä, kun hylkiviä voimia ei enää ole. Isoelektrisen pisteen pH vaihtelee eri proteiineilla. Isoelektrinen piste on tärkeä käsite elintarvikeprosessoinnissa. (Vaclavik 1998.)

Veden sitoutuminen

Riippuen proteiinin rakenteesta, se voi sitoa itseensä suurenkin määrän vettä. Proteiinit, joilla on runsaasti hydrofobisia ryhmiä, eivät sido yhtä aktiivisesti vettä itseensä kuin proteiinit, joilla on varautuneita ryhmiä. Kun proteiinit ovat lähellä isoelektristä pistettään, niiden vedensitomiskyky pienenee. Sidottu vesi auttaa stabiloimaan proteiinidispersiota, sillä se vähentää proteiinien vuorovaikutusta ja täten niiden saostumista. (Vaclavik 1998.)

2.2.2 Maitoproteiinit

Maito sisältää kahdenlaisia proteiineja, kaseiinia ja heraa. 80 % proteiineista on kaseiinia, 20 % heraa. Kaseiini on kolloidillisesti dispergoitunutta ja sisältää suuren määrän hydrofobisia aminohappoja. Kaseiinit sisältävät esteröityneen fosfaattiryhmän. Nämä ryhmät ovat varautuneita, ja voivat koaguloitua kalsiumia liittäessä. Kaseiinia voidaan koaguloida myös lämmöllä, suoloilla tai hapoilla pH:ssa 4.6–5.2. Kaseiinit ovat erinomaisia emulgointiaineita.

Hera koostuu albumiineista ja globuliineista, jotka ovat vesiliukoisia proteiineja, ja denaturoituvat helposti lämmön vaikutuksesta, ei niinkään hapoista. (Vaclavik 1998.)

2.2.3 Kollageeni

Nisäkkäiden kollageenit ovat proteiineja, jotka kuuluvat säikeitä muodostaviin kollageeneihin. Nämä muodostavat noin kolmanneksen elimistön proteiinimäärästä. Säikeet ovat kolmoiskierteisiä heliksejä ja toimivat soluväliaineen tukirankana, johon muut molekyylit pystyvät sitoutumaan. Kollageenista valmistetaan esimerkiksi elintarvikkeisiin käytettävää liivatetta, josta on enemmän tietoa kappaleessa 3.3. (Solunetti 2006.)

2.3 Hiilihydraatit

Hiilihydraatit ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka koostuvat hiilestä, vedystä ja hapesta ($C_x(H_2O)_y$), ja muodostavat yli 90 % kasvien kuiva-aineesta. Hiilihydraatteja voidaan elintarviketeollisuudessa käyttää makeutukseen, rakenteen sakeuttamiseen, stabilointiin, geeliytymisaineina ja korvaamaan rasvoja.

Yksinkertaisimmat hiilihydraatit ovat monosakkarideja eli sokereita, ja näitä ovat esimerkiksi glukoosi ja fruktoosi.

Monosakkarideilla on monia vaikutuksia elintarvikkeisiin, huomattavimpana niistä makeutus. Sokerit osallistuvat rakenteen muodostukseen ja suutuntumaan. Sokerin lisäys elintarvikkeeseen lisää sen viskositeettia. Sokerit toimivat suurina määrinä myös säilöntäaineina estäen mikro-organismien kasvun, sillä ne vähentävät veden aktiivisuutta tuotteessa.

Polysakkaridit koostuvat useista monosakkaridiryhmistä, jotka muodostavat polymeerimolekyylejä. (Fennema 1996; Vaclavik 1998.)

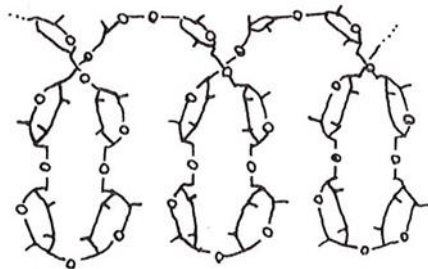
2.3.1 Tärkkelys

Tärkkelys on kasvien polysakkaridi, joka koostuu pitkistä, veteen liukenemattomista glukoosiketjuista. Tärkkelystä saadaan esimerkiksi viljoista, kuten maisista, vehnästä, riisistä, perunasta ja juurista. Tärkkelys on yksi tärkeimmistä polysakkarideista elintarviketeollisuudessa, sillä sen määrä ja laatu vaikuttavat ratkaisevasti tuotteiden rakenteisiin. Tärkkelystä voidaan käyttää esimerkiksi sakeuttamiseen, vaahtojen vahvistamiseen, kosteuden säilyttämiseen, stabilointiin, geelitymiseen, teksturointiin tai paksuntamiseen.

Tärkkelyksen glukoosipolymeeri koostuu kahdentyyppisistä molekyyleistä: amyloosista ja amylopektiinistä. (Fennema 1996; Vaclavik 1998.)

Amyloosi

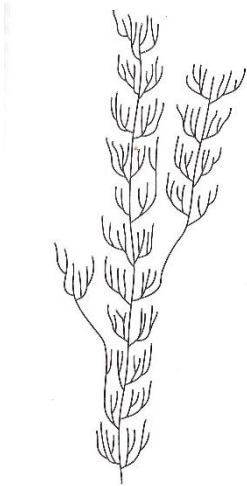
Amyloosi koostuu pitkistä lineaarisista glukoosiketjuista, jotka sisältävät α -1,4-glykosidididoksia. Amyloosi muodostaa kolmiulotteisen verkon. Tärkkelykset, jotka sisältävät runsaasti amyloosia, pitävät muotonsa muokattaessa eli geeliytyvät, kun taas tärkkelykset ilman amyloosia paksuuntuvat, mutta eivät geeliydy. Monet tärkkelykset sisältävät noin 25 % amyloosia, kun taas korkean amyloosipitoisuuden sisältävä maissitärkkelys 70–75 %. Amyloosin rakenne on esitetty kuvassa 1. (Fennema 1996; Vaclavik 1998.)



Kuva 1. Amyloosi (Alais & Linden 2011).

Amylopektiini

Amylopektiini on amyloosia suurempi molekyyli, ja vie amyloosin määrästä riippuen noin 1/3 – 3/4 polymeerista tärkkelysjyväsessä. Amylopektiinin glukoosiketjut sisältävät α -1,4 -sidoksien lisäksi α -1,6 -sidoksia, jotka aiheuttavat haarautumia jokaisen 15–30 glukoosiyksikön välein. Amylopektiiniä sisältävät tärkkelykset eivät geelydy, sillä molekyylit eivät muodosta kemiallisia sidoksia, mutta paksuntavat seosta. Amylopektiinin rakenne on esitetty kuvassa 2. (Fennema 1996; Vavclavik 1998.)



Kuva 2. Amylopektiini (Fennema, 1996).

Gelatinoituminen

Tärkkelys on normaalisti veteen liukenematonta ja muodostaa seoksen veden kanssa. Kun tärkkelystä kuumennetaan vesiliuoksessa gelatinoitumislämpötilaan saakka (noin 60–71 °C), kuumen veden molekyylien kineettinen energia rikkoo tärkkelysmolekyylien väliset vetysidokset. Maissitärkkelyksellä gelatinoitumislämpötila on hieman korkeampi, noin 80 °C. Tärkkelys muodostaa uusia vetysidoksia veden kanssa, jolloin vesi pääsee kulkemaan syvemmälle tärkkelysjyvään turvottaen sen. Lämpötilan noustessa turpoaminen lisääntyy. Tämän pro-

sessin nimi on gelatinoituminen, ja se muuntaa seoksen sooliksi. Sooli on kaksifaasisysteemi, joka sisältää nestemäisen jatkuvan faasin sekä kiinteän dispersoituneen faasin. Syntyneellä soolilla on matala viskositeetti.

Gelatinoitumiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten lämpötila, pH, sekoitus, entsyymit, proteiinit ja rasvat.

Gelatinoitu tärkkelyssooli muuttuu geeliksi jäähtyessään. Geeli on elastinen, kiinteä kaksifaasisysteemi, jossa kiinteän jatkuvan faasin muodostavat amyloosipolymeeriverkostot, jotka muodostavat kidemäisiä rakenteita. Tätä prosessia kutsutaan retrogradaatioksi eli hyytymiseksi. (Fennema 1996; Vaclavik 1998.)

2.4 Vesi

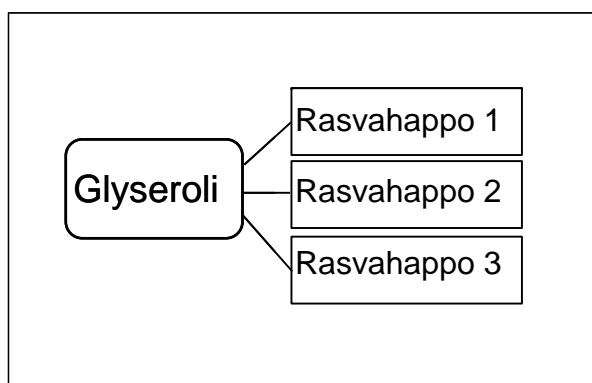
Vettä esiintyy lähes jokaisessa elintarvikkeessa ja se tai sen poisto vaikuttaa suuresti elintarvikkeen rakenteeseen ja tekstuuriin. Lähes kaikki elintarvikeprosessit käyttävät hyväkseen vettä jossain muodossa; muun muassa pakastamiseen, kuivaamiseen, emulgointiin ja geelien valmistukseen. Vesipitoisuudella on myös suora yhteys elintarvikkeissa kasvaviin mikrobeihin, jotka eivät voi elää ilman vettä, ja täten tuotteen laatuun. Vesi on tärkeä liuotin ja dispersioväliaine, liuottaen pieniä molekyylejä muodostaen liuoksia ja dispergoiden suurempia molekyylejä kolloidisiksi seoksia.

Vesi H_2O koostuu vahvoista kovalenttisista sidoksista kahden vety ja yhden happiatomin välillä. Vesimolekyylit yhtyvät toisiinsa heikoilla vetysidoksilla. (Vaclavik 1998).

Vettä on käytetty kuorutteeseen ohentamaan kermaa ja pidentämään kuoruttamisaikaa.

2.5 Rasva

Rasvat kuuluvat lipideihin ja ovat veteen liukenemattomia poolittomia yhdisteitä ja ne koostuvat triglyserideistä. Triglyseridi koostuu glyserolista, johon on kiinnittynyt kolme rasvahappoa. Kuvassa 3 on esitetty triglyseridin kemiallinen rakenne.



Kuva 3. Triglyseridin kemiallinen rakenne.

Rasvat sisältävät tyydyttyneitä ja tyydyttymättömiä rasvahappoja. Tyydyttyneitä rasvahappoja kutsutaan koviksi rasvoiksi ja näitä rasvoja löytyy eläinkunnan rasvoista. Tyydyttymättömiä rasvahappoja taas kutsutaan pehmeiksi rasvoiksi, jotka sisältävät hyvänlaatuisia rasvahappoja. Nämä pehmeät rasvat jaetaan kahteen ryhmään kertatyydyttymättömiin ja monityydyttymättömiin rasvahappoihin. Kertatyydyttymättömät rasvahapot alentavat veren kolesterolipitoisuutta, ja näitä rasvahappoja löytyy kasvi-, ja eläinrasvoista, pähkinöistä, avokadosta sekä oliivi- ja rypsiöljystä. Monityydyttymättömiä rasvahappoja saa muun muassa rasvaisesta kalasta, kasviöljyistä (auringonkukkaöljy) tai margariineista. Monityydyttymättömiä rasvahappoja tarvitaan kasvuun ja kehitykseen.

Rasvojen tehtävänä on toimia energian lähteenä ja varastona sekä solukalvojen rakenteena. Rasvoista saadaan myös tiettyjä vitamiineja. (Ruokatieto 2015; Terveyskirjasto 2015.)

Rasvat vaikuttavat suuresti myös elintarvikkeiden rakenteeseen ja suutuntuumaan. Rasva antaa rakenteeseen kiinteyttä ja tukevuutta. Myös rasvaliukoiset aromiaineet tarvitsevat rasvaa, jolloin aromit vapautuvat. Jos rasvaa vähennetään yli 25 %, tuotteen makuprofiili muuttuu. (Vaclavik 1998.)

3 KUORRUTE

Kuorrutteeseen käytettiin kermaa, vettä, valkosuklaata, liivatetta sekä erilaisia väriaineita.

3.1 Kerma

Kermasta on kerrottu kappaleessa 2.2.1.

3.2 Valkosuklaa

Valkosuklaa koostuu pääasiassa sokerista, kaakaovoista ja maidon kiintoaineista. Euroopan komission direktiivi määrittelee, että valkosuklaan tulee sisältää vähintään 20 % kaakaovoita ja vähintään 14 % maidon kiintoaineita sekä vähintään 3,5 % maitorasvaa. Kaakaomassaa valkosuklaa ei sisällä lainkaan, joka aiheuttaa valkosuklaan vaalean värin.

Reologiset tutkimukset osoittavat, että vertaillessa valkosuklaan ominaisuuksia maito- ja tummansuklaan kanssa, valkosuklaalla on suurin määrä rasvaa koostumuksessaan, pienimmät partikkelit, vähiten aggregoituneita rakenteita ja matalimmat viskositeetti- ja tiksotrooppiset arvot. (Glicerina 2016.)

Temperointi

Temperoinnilla tarkoitetaan suklaan lämpökäsittelyä, jonka avulla rasvakiteet saadaan sulamaan ja uudelleenkiteytymään oikeanlaiseen muotoon. Eri suklaalaaduilla on omat optimaaliset temperointilämpötilansa. (Glicerina 2016; Beckett 2000.) Valkosuklaalla temperointi tapahtuu sulattamalla suklaata hitaasti noin 40 asteiseksi, jäädyttämällä se tämän jälkeen 26–27 asteiseksi ja nostamalla jälleen noin 25–29 asteiseksi (Lahtisen Vahavalimo Ky 2012.)

Suklaan valmistuksessa temperointi on tärkeä vaihe, sillä se vaikuttaa suklaan moniin ominaisuuksiin. Temperoinnilla voidaan vaikuttaa esimerkiksi väriin, koivuuteen ja säilyvyyteen. Temperointi lisää suklaan kiiltoa ja pehmentää rakennetta. (Glicerina 2016; Beckett 2000.)

Valkosuklaata on käytetty kuorrutukseen tuomaan oikeanlaista rakennetta. Valkosuklaa myös sopii värinsä puolesta, sillä sitä on helppo värjätä vihreäksi.

3.3 Liivate

Liivate eli gelatiini on hyydytysaine, jota valmistetaan eläinkunnan kollageeneista, kuten sian tai naudan. Liivatetta voi ostaa joko jauheena tai liivatelehtinä.

Liivatelehtien käytössä on hyvä huomioida eri tekijöitä, jotka vaikuttavat liiviatteen käyttöön, esimerkiksi lämpötilat, liiviatteen määrä ja sen liottaminen. Liivate liukee kuumaan nesteeseen, jonka jälkeen se alkaa hyytelöityä. Jos liiviatteeneste sekoitetaan liian kylmään massaan, liivate hyytyy liian nopeasti, jonka seurauksena massasta jää paakkuinen. Jos liivatetta käytetään liikaa, tuotteesta tulee liian jäykkää ja liian vähän käytettynä rakenteesta jää helposti liian löysää. Liottamisen tarkoituksena on pehmittää liivatetta, jotta massasta saadaan tasaista, eikä joukkoon jää liiviatteen palasia. (Myllyn Paras 2015.)

Kuorrutukseen on käytetty liivatetta, jotta kuorrute pysyy valumatta vanukaspallon päällä. Liivate on myös edellytys oikeanlaiselle rakenteelle.

3.4 Väriaineet

Kuorrutteen värjäämiseen on käytetty sekä nestemäisiä että jauhemaisia elintarvikeväriaineita tuomaan vihreää väriä omenavanukkaan kuorrutukseen.

Kuorrutukseen käytettiin Deco Reliefin vesiliukoista jauhemaista elintarvikeväriä sekä Robertsinkin nestemäisiä elintarvikeväriä (sinistä ja keltaista). Lopulliseen tuotteeseen käytettiin ainoastaan jauhemaista väriainetta, jolla saatiin sopivan sävyinen kuorrute.

4 TUOTEKEHITYKSEN VAIHEET

Tuotekehittäminen on tärkeää yrityksille, jotta ne pysyvät kilpailukykyisinä. Tuotekehittäminen on monimutkainen prosessi, jossa kehitetään joko uusia tuotteita tai kehitetään jo olemassa olevaa tuotetta. Tuotteita kehitellään jatkuvasti, jotta kilpailukykyä pystytään ylläpitämään. Tuotekehityksen työvaiheet voidaan jakaa neljään eri toimintavaiheeseen, käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Laaksonen 2014; Jokinen 2010.)

4.1 Käynnistäminen

Tuotekehityksen käynnistämiseen tarvitaan aina tarve tuotteeseen ja mahdollisuus toteuttaa se. Tarpeen ja tuotteen toteuttamismahdollisuuden voi löytää joko sattumalta tai tarkan hakemisen ja ideoinnin tuloksena. Ideoita haetaan yrityksen ulkopuolelta ja yrityksestä itsestään. Ulkopuolelta tietoa yrityksen ja tuotteiden asemasta kertovat markkina-analyysit, kilpailijoiden analyysit sekä yleiset kehityssuunnitteet. Yrityksen sisältä tietoa antavat yrityksen voimavarat, joilla yritys toimii. Näitä ovat muun muassa taloudelliset mahdollisuudet, henkilöstön tiedontaso ja myyntiorganisaatio, asiakassuhteet ja markkinointihenkilökunnan kokemus. Ideoiden pohjalta etsitään tuotealueet, joilla on paras potentiaali kehittyä. Luodaan kehitysehdotus, joka sisältää tuotteen kuvauksen, tekniset ja taloudelliset vaatimukset, aikataulun ja kehityspanoksen potentiaalisimmista tuoteideista. Ehdotuksen avulla tehdään kehityspäätös. (Jokinen 2010.)

4.2 Luonnostelu

Luonnosvaiheessa etsitään erilaisia vaihtoehtoja kehitettävälle tuotteelle. Luonnokset ovat suurpiirteisiä eivätkä mittakaavamaisia yksityiskohtaisia. Aluksi kehitettävää tuotetta tulee analysoida. Analysointia tehtäessä saattaa ilmetä seikkoja, joita ei ole huomioitu kehityspäätöksessä. Tällöin keskustellaan uudelleen kehityspäätöksen tehneen ryhmän kanssa kehittelyn jatkosta. Muita vaihteita ovat

vaatimusten ja tavoitteiden asettaminen, ratkaisujen etsiminen, ratkaisujen karsiminen, arvostelu ja testaus, ratkaisujen yhdistäminen kokonaistoiminnoksi, kokonaistoiminnon ratkaisujen karsiminen, ratkaisuluonnokset sekä ratkaisuluonnoksen valinta. (Laaksonen 2014; Jokinen 2010.)

4.3 Kehittäminen

Kun luonnosvaiheesta on saatu valittua yksi lupaava tuote testien ja arvostelujen perusteella, alkaa sen yksityiskohtien suunnittelu valmiiksi tuotteeksi. Kehittämisen vaiheessa tuotteelle suunnitellaan yksityiskohtia, työpiirustuksia ja osaluetteloita. Kehittelemisen alkaa mittakaavan laatimisella, jossa otetaan huomioon vaatimuksia ja tavoitteita, joita tuotteelle on asetettu. Tämän jälkeen arvostellaan suunnittelun tulos, jossa otetaan huomioon teknilliset ja taloudelliset kriteerit. Heikot kohdat pyritään poistamaan, keksimällä uusia ratkaisumalleja. Kehittämisen vaiheeseen kuuluu myös luotettavuus- ja häiriöalttiusanalyysien teko, joissa pyritään optimoimaan tuote. (Jokinen 2010.)

4.4 Viimeistely

Tässä vaiheessa päätetään muun muassa lopulliset raaka-aineet, valmistustavat, työohjeet ja toleranssit. Tuotteista valmistetaan pienoismalleja tai koekappaleita. Tämän jälkeen valmistetaan prototyyppi, jonka jälkeen tuotteen mittakaava muutetaan tuotantomittakaavaan. Viimeistelyn vaiheet päättyvät lopputuotteen valmistuksen alkamiseen. (Jokinen 2010.)

5 REOLOGIA

Reologia on tieteenala, joka tutkii aineiden muodonmuutos- ja virtausominaisuuksia. Reologia kertoo nesteiden virtauskäyttäytymisen lisäksi kiinteiden aineiden muodonmuutoksista, joissa suuret leikkausvoimat voivat saada kiinteät aineet virtaaviksi. Reologiaa voidaan soveltaa nesteisiin, kaasuihin ja kiinteisiin aineisiin. Sana reologia tulee kreikan kielen sanasta "rhein", joka tarkoittaa "virrata".

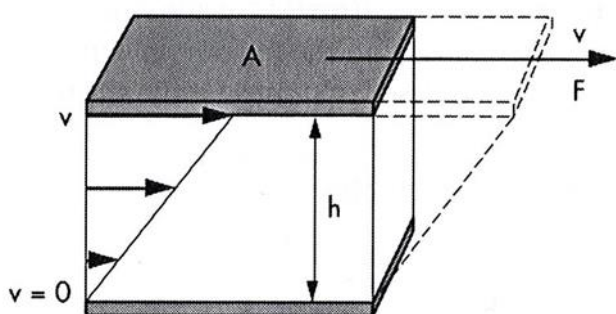
Kaikkien aineiden käyttäytyminen perustuu viskoelastisuuteen, jolloin kaikilla aineilla on sekä viskoottisia että elastisia ominaisuuksia. (Mezger, 2011.)

5.1 Viskositeetti

Viskositeetti on suure, jolla pystytään määrittelemään fluidien kyky vastustaa virtausta tai kyky kuljettaa liikemomenttia. Fluideilla tarkoitetaan aineita, jotka selkeästi osoittavat virtauskäyttäytymistä, eli nesteitä ja kaasuja. (Mezger, 2011.)

Jos aineella on alhainen viskositeetti, sillä on pieni vastus muodonmuutokseen, eli suuri kyky kuljettaa liikemomenttia; näin ollen sillä on pieni sisäinen kitka (Jokinen 2013).

Viskositeetti voidaan määrittellä Newtonin viskositeettimallilla, joka on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Newtonin viskositeettimalli (Mezger 2011).

Ylempi taso liikkuu nopeudella v siihen vaikuttavan leikkausvoiman F vaikutuksesta. Alempi taso pysyy liikkumattomana ($V=0$). Tasojen väliin syntyy etäisyys h , johon näyte sijoittuu. Voima F on suoraan verrannollinen tason pinta-alaan A , jolloin syntyy leikkausjännitys (shear stress) τ . (Mezger 2011). Leikkausjännitys on esitetty yhtälössä 1.

$$\tau = \frac{F}{A}, \text{ jossa} \quad (1)$$

τ leikkausjännitys, [Pa] = N/m² = kg/m · s²

F leikkausvoima, [N] = kg · m/s²

A tason pinta-ala, [m²]

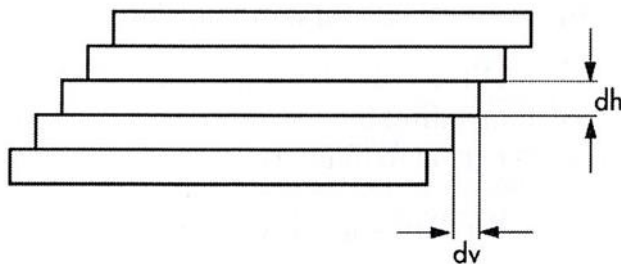
Leikkausnopeus (shear rate) kuvaa nopeuden muutosta tasojen välissä. Leikkausnopeus on esitetty yhtälössä 2 ja kuvassa 5.

$$\dot{\gamma} = \frac{dv}{dh}, \text{ jossa} \quad (2)$$

$\dot{\gamma}$ leikkausnopeus, [1/s]

dv nopeus, [m/s]

dh tasojen korkeusero, [m]



Kuva 5. Nopeuden muutos Newtonin viskositeettimallissa (Mezger 2011).

Viskositeetti voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, dynaamiseen ja kinemaattiseen viskositeettiin.

Dynaamisella viskositeetilla tarkoitetaan leikkausjännityksen ja leikkausnopeuden välistä suhdetta, joka on esitetty yhtälössä 3.

$$\eta = \tau / \dot{\gamma}, \text{ jossa} \quad (3)$$

η dynaaminen viskositeetti, [Pa·s]

τ leikkausjännitys, [Pa] = N/m² = kg/m · s²

$\dot{\gamma}$ leikkausnopeus, [1/s]

Kinemaattinen viskositeetti ottaa huomioon aineen tiheyden, jolloin saadaan yhtälö 4.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, \text{ jossa} \quad (4)$$

ν kinemaattinen viskositeetti, [mm²/s]

η viskositeetti, [Pa·s]

ρ tiheys, [kg/m³]

5.2 Materiaalityypit

Reologiassa fluidit jaetaan kahteen pääluokkaan; newtonisiin ja ei-newtonisiin. Fluidi on newtoninen (eli ideaalasti viskoosi), kun sen viskositeetti ei ole riippuvainen leikkausnopeudesta, eli on aina vakio. Newtonisia aineita ovat esimerkiksi vesi, mineraaliöljyt ja plasma sekä kaikki kaasut. Ei-newtonisten fluidien viskositeetti on siis riippuvainen leikkausnopeudesta sekä joskus myös ajasta. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi dispersiot. Ei-Newtoniset nesteet jaetaan joko pseudoplastisiin, dilatantteihin tai viskoplastisiin nesteisiin.

Pseudoplastiseksi eli leikkausohenteiseksi kutsutaan ainetta, jonka viskositeetti laskee leikkausnopeuden funktiona. Pseudoplastisia aineita ovat esimerkiksi pienen kuiva-ainepitoisuuden omaavat suspensiot sekä polymeerisulat. Pseudoplastiset aineet voivat myös käyttäytyä Newtonisesti tietyllä leikkausnopeuden alueella. Pseudoplastisuus voi johtua eri syistä; molekyylit voivat asettautua virtauksen suuntaiseen järjestykseen, emulsiopisararat voivat muuntua pitkulaiseen muotoon tai aggregoituneet partikkelit voivat irrota toisistaan. Leikkausohenteiset aineet saattavat olla tiksotropisia, jolloin esimerkiksi niiden viskositeetti alenee sekoitettaessa, mutta sen lakattua viskositeetti kasvaa.

Dilatantteja eli leikkauspaksuuntuvia aineita ovat ne, joiden viskositeetti nousee leikkausnopeuden funktiona. Tällaisia ovat usein korkean kuiva-ainepitoisuuden omaavat suspensiot, kuten märkä hiekka. Reopektiseksi aineeksi kutsutaan sellaista dilatanttia ainetta, jonka viskositeetti ei palaa ennalleen leikkausnopeuden noston ja takaisinlaskun jälkeen.

Aine on plastinen silloin kun se ei virtaa, ennen kuin siihen kohdistetaan tietty leikkausjännitys. Tällöin aineella on niin kutsuttu myötöraja, jonka jälkeen aine voi käyttäytyä joko Newtonisesti, dilatantisti tai leikkausohenteisesti. (Jokinen 2013.)

5.3 Reologia ja elintarvikkeet

Elintarvikkeiden reologisten ominaisuuksien ymmärtäminen on tärkeässä osassa elintarviketeollisuudessa ja varsinkin elintarvikkeiden tuotekehityksessä. Reologiaa voidaan hyödyntää raaka-aineiden, välituotteiden ja lopputuotteiden osalta monessa eri tarkoituksessa; tutkittaessa elintarvikkeiden hyväksyttävyyttä, prosessoinnissa ja käsittelyssä. Reologiset ominaisuudet vaikuttavat vahvasti myös tuotteiden valmistuksessa käytettävien laitteiden, kuten pumppujen ja sekoittajien valintaan.

Elintarvikkeet voidaan määritellä joko nestemäisiksi tai kiinteiksi aineiksi, mutta monilla niistä on ominaisuuksia molemmista ääripäistä. Tällaiset elintarvikkeet voivat olla esimerkiksi emulsioita, suspensioita tai geelejä.

Elintarvikkeiden tekstuuri, suutuntuma, ja varsinkin paksuus, on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista tuotekehityksen ja hyväksyttävyyden kannalta. Kehitettäessä oikeanlaista tekstuuria elintarvikkeeseen, on ymmärrettävä käyttäytykö tuote Newtonisesti (viskositeetti ei ole yhteydessä rasitukseen) vai ei-Newtonisesti (viskositeetti on yhteydessä rasitukseen). Tutkittaessa myös esimerkiksi seosten stabiilisuutta ja sen kestoa, niin kutsuttua hyllyikää, voidaan käyttää hyväksi pienten leikkausnopeuksien tutkimuksia.

Reologialla voidaan vaikuttaa myös elintarvikkeiden makuun. Tuotteen rakenne ja viskositeetti vaikuttaa sen hajoamiseen suussa, ja täten makukomponenttien vapautumiseen. Viskositeetti vaikuttaa myös maun intensiivisyyteen; mitä pienempi viskositeetti, sitä intensiivisempi maku.

Viskositeettitutkimuksilla voidaan selvittää myös, miten jonkin raaka-aineen (kuten lisäaineen) lisäys tai muuttaminen vaikuttaa tuotteen viskositeettiin. Pienilläkin muutoksilla saattaa olla suuret vaikutukset lopputuotteen ominaisuuksiin.

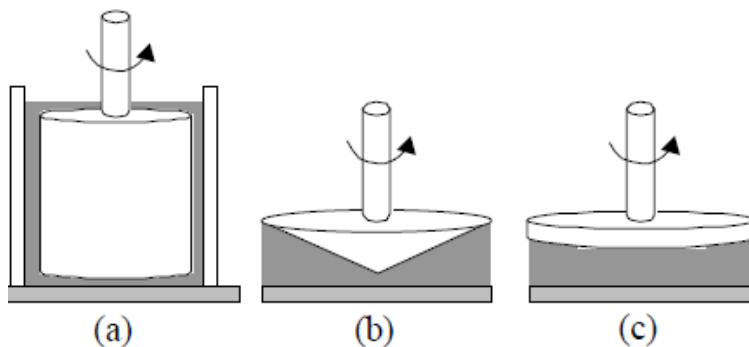
Reologiaa voidaan hyväksikäyttää muun muassa tutkittaessa, kehitettäessä ja valmistettaessa esimerkiksi juomia, taikinoita, jälkiruokia, hyytelöitä ja meijerituotteita, kuten juustoja ja levitteitä. Aistinvaraisen arvioinnin tukena voidaan käyttää reologisia mittauksia, tutkittaessa esimerkiksi suutuntuman ja rakenteen korrelointia reologisten parametrien kanssa. (Tabilo & Barbosa 2005; Bourne 2002; Herh ym 2000.)

6 REOLOGISET MITTAUKSET

Reologisia mittauksia voidaan suorittaa joko viskosimetreillä, joita käytetään vain viskositeetin mittaamiseen, tai reometrillä, jota käytetään useiden eri reologisten ominaisuuksien määrittämiseen. Reometriset mittaukset voidaan jakaa kapillaarisiin ja rotationaalsiin mittauksiin. (Hackley & Ferraris 2001.)

6.1 Reometrin toiminta

Rotaatiomittauksia suoritetaan usein kolmen eri mittausgeometrian omaavan mittapään kanssa. Mittausgeometriat on esitelty kuvassa 6: (a) sylinteri, (b) levy-kartio, (c) levy-levy. (Hackley & Ferraris 2001.)



Kuva 6. Reometrin eri mittausgeometriat (Hackley & Ferraris 2001).

Sylinterissä joko ulompi, sisempi tai molemmat osat voivat pyöriä näytteen ollessa sylinterien välissä. Tätä mittausgeometriaa käytetään tyypillisesti nestesuspensioiden analysointiin.

Levy-kartio –mittapäässä kartion kulma on normaalisti alle 4° . Joko levy tai kartio voi pyöriä.

Levy-levy –mittapäässä ei ole lainkaan kulmaa ja sitä käytetään yhdessä levy-kartio –geometrian kanssa esimerkiksi pastojen, geelien ja konsentroituneiden suspensioiden tutkimiseen. (Hackley & Ferraris 2001.)

Tässä opinnäytetyössä on käytetty kartio-levy- ja levy-levy-mittausgeometrioita.

6.2 Rotaatiomittaukset

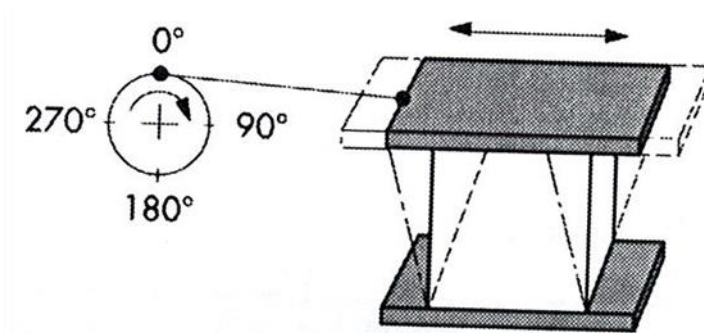
Rotaatiomittauksissa aineeseen kohdistetaan joko kontrolloitu leikkausnopeus (CSR-testi), jolloin tuloksena saadaan mitattua leikkausjännitys, tai kontrolloitu leikkausjännitys (CSS-testi), jolloin saadaan mitattua rotaationopeus. (Mezger 2011.)

6.2.1 Virtausominaisuusmittaus

Virtausominaisuusmittauksilla (flow curve) voidaan selvittää aineen viskoottiset ominaisuudet, eli käyttäytyykö se pseudoplastisesti vai dilatantisti. Myös mahdollista myötörajaa voidaan selvittää tällä mittauksella. (Mezger 2011.)

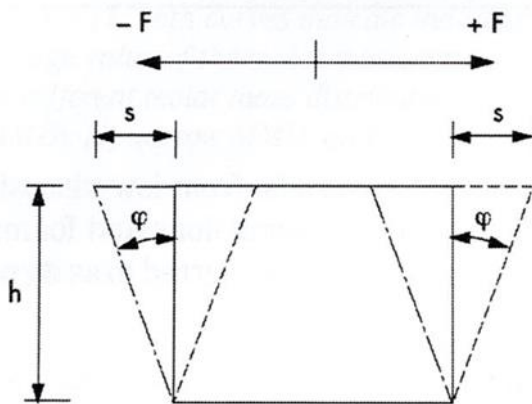
6.3 Oskillaatiomittaukset

Oskillaatiomittauksissa sekä amplitudia että taajuutta voidaan säätää ajan funktiona. Oskillaatiossa mittaussylinteri tekee edestakaista värähtelevää liikettä, jolloin materiaalin muodonmuutosta ei tapahdu. Oskillaatiolla voidaan tutkia aineen elastisia ominaisuuksia. Oskillaatiota voidaan esittää Newtonin kahden levyn – mallilla, joka on esitetty kuvassa 7. Alempi taso on liikkumaton ja ylempi taso tekee pyörivää edestakaista liikettä.



Kuva 7. Oskillaation periaatekuva (Mezger 2011).

Kuvassa 8 esitetään ylemmän tason oskilloivaa värähtelyliikettä voimalla $\pm F$, joka aiheuttaa aineelle siirtymän h tasojen välissä.



Kuva 8. Oskillaatio (Mezger 2011).

Mittauksista voidaan määrittää aineen elastinen moduuli eli varastomoduli, G' ja viskoottinen moduuli eli häviömoduuli, G'' .

Elastinen moduuli (G') on suure [Pa], joka ilmoittaa, paljonko aine on varastoinut muodonmuutosenergiaa rasituksen aikana. G' edustaa näytteen elastisia ominaisuuksia.

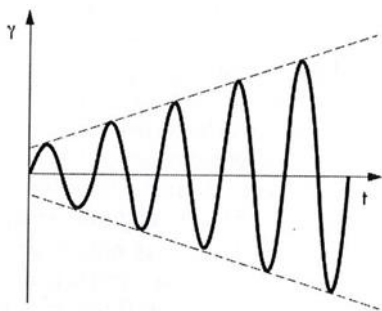
Viskoottinen moduuli (G'') on suure [Pa], joka ilmoittaa, paljonko aine on käyttänyt muodonmuutosenergiaa rasituksen aikana. G'' edustaa aineen viskoottisia ominaisuuksia.

Aineen rakenneominaisuuksia pystytään pääättelemään elastisen ja viskoottisen moduulien arvoista. Kun $G'' > G'$, aineella on virtaavia ominaisuuksia, eli se on nestemäisessä muodossa. Kun $G' > G''$, kyseessä on kiinteä tai geelimäinen rakenne, jolloin elastinen moduuli on vallitseva. Kun $G'' = G'$, kyseessä on hyytelöitymispiste, jossa geeliytyminen alkaa tapahtua. Moduuleista voidaan laskea myös häviötekijä, joka ilmaisee kokonaisjäykkyuden. Häviötekijä lasketaan kaavalla $\tan \delta = G''/G'$. (Mezger 2011; Jokinen 2013.)

6.3.1 Amplitudimittaus

Amplitudipyyhkäisymittaus (AS) on oskillaatiotesti, jossa amplitudi muuttuu taajuuden ja lämpötilan pysyessä vakioina. Mittausta käytetään usein määrittämään lineaarinen viskoelastinen alue (LVE), sillä tehtäessä muita oskillaatiomittauksia kyseisen alueen ulkopuolella, mitattavan aineen rakenne saattaa hajota. Kuvassa 9 on esitetty amplitudipyyhkäisy.

AS-mittauksissa G' - ja G'' – käyrät esitetään y-akselilla. (Mezger 2011.)

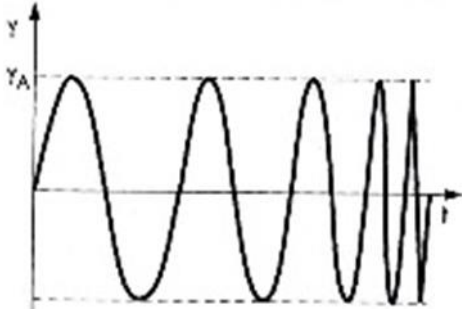


Kuva 9. Amplitudipyyhkäisy (Mezger 2011).

6.3.2 Frekvenssimittaus

Frekvenssipyyhkäisymittaus (FS) on oskillaatiotesti, jossa taajuuden muuttuessa amplitudi on vakio. Frekvenssipyyhkäisyä käytetään tutkittaessa aineen aikariippuvaista muodonmuutosta. Aineen lyhyen aikavälin käyttäytymistä simuloidaan nopealla liikkeellä, kuten korkeilla taajuuksilla, kun taas pitkäkestoista käyttäytymistä matalilla taajuuksilla. FS-mittaus suoritetaan aina aiemmin mainitulla LVE-alueella.

FS-mittauksilla voidaan tutkia esimerkiksi aineen hyllyikää, sedimentaatiota, floataatiota, laskeutumista ja faasiseparaatiota. Kuvassa 10 on esitetty frekvenssipyyhkäisy.



Kuva 10. Frekvenssipyyhkäisy (Mezger 2011).

6.3.3 Tiksotropiamittaus

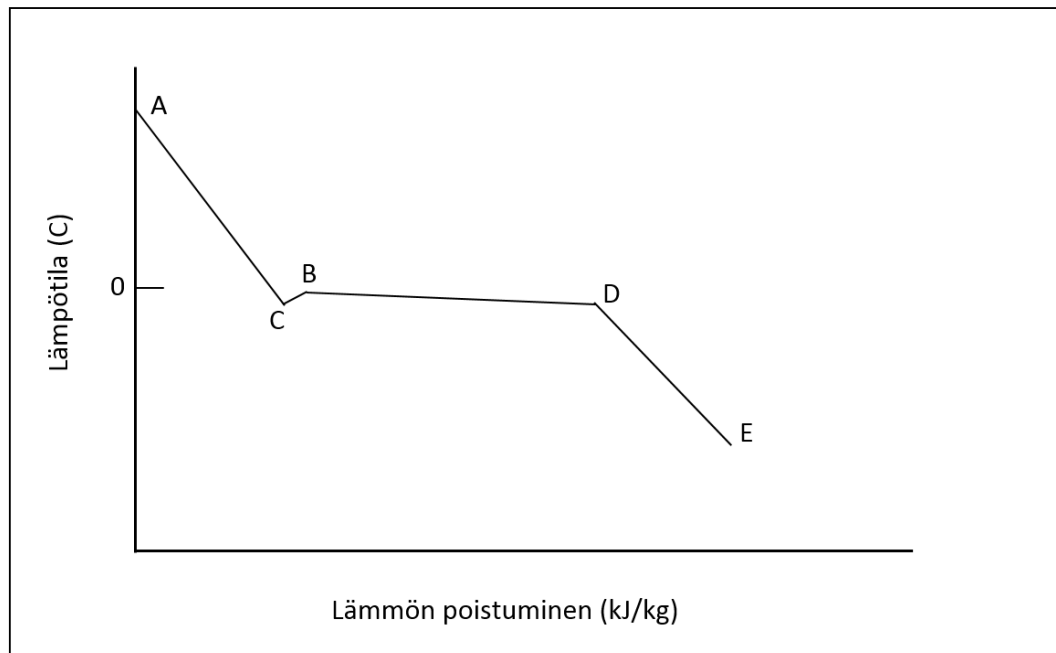
Tiksotrooppista käyttäytymistä voidaan mitata kolmivaiheisella rotaatiotestillä. Testin ensimmäisessä vaiheessa näytettä rasitetaan pienellä leikkausnopeudella (LVE-alueella), jolloin referenssiksi saadaan näytteen lepotilassa mallinnetut G' – arvot. Toisessa vaiheessa leikkausnopeutta kasvatetaan yli LVE-alueen, jolloin näytteen sisäinen rakenne hajoaa. Kolmannessa vaiheessa leikkausnopeus lasketaan ensimmäisen vaiheen tasolle, jolloin voidaan tarkastella näytteen palautuvuutta rasituksesta. Mittaus kertoo myös sen, onko näyte leikkausoheneva vai – paksuuntuva. (Mezger 2011.)

7 PAKASTAMINEN

Pakastetuksi elintarvikkeeksi kutsutaan tuotetta, joka on jäädytetty oikeilla jäädytysmenetelmillä, kiteidenmuodostus etenee ja lämmön tasaantumisen jälkeen tuotetta säilytetään -18 asteessa tai kylmemmässä. Pakastamisessa tulee ottaa huomioon erilaisia tekijöitä, joiden avulla tuote pysyy hyvänä jäädytyksestä sulamiseen. Tuotteen pakastaminen tulee tapahtua nopeasti sen valmistuksen ja jäähdytyksen jälkeen, jotta mikrobiologiset, kemialliset ja biokemialliset muutokset jäävät pieniksi. Jos pakastaminen tapahtuu liian hitaasti, tuotteen rakenne vahingoittuu, ja vesi jäätyy isoiksi kiteiksi. Tämän seurauksena sulattaessa tuotteesta poistuu paljon nestettä, jolloin se on alttiimpi mikrobeille ja tuotteessa voi ilmetä sekä rakenteellisia että makuun vaikuttavia tekijöitä. (Evira 2013; Martat. 2015.)

Elintarvikkeiden jäätymisprosessi

Pakastaminen aloitetaan tuotteen jäähdyttämällä huoneenlämpöiseksi. Tämän jälkeen tuote pakastetaan, jolloin tuotteen lämpötila alkaa laskemaan jäätymispisteeseen. Jäätymispisteeksi kutsutaan lämpötilaa, jolloin kiinteä, nestemäinen ja kaasumainen olomuoto ovat tasapainossa. Tällöin neste ja kiinteä aine omaavat saman höyrynpaineen. Tuote voi myös alijäähtyä, jos jäähtyminen on tapahtunut liian hitaasti. Tällöin vesi on vielä nestemäisessä olomuodossa. Kun lämpötila palaa jäätymispisteeseen, alkaa jääkiteiden muodostus, ja tuotteesta poistua latenttilämpöä. Latenttilämpö on faasien muutosta, jota tapahtuu, kun aine jäätyy, mutta lämpötila ei muutu. Veden ja liuenneiden aineiden kiteytyminen jatkuu kunnes tuotteen sisäosa on saavuttanut pakastimen lämpötilan. Osa vedestä ei aina jäädy pakasteprosessissa, vaan jää tuotteeseen nestemäisenä. Tarpeeksi pitkä pakastusaika ja tarpeeksi kylmä lämpötila saavat kuitenkin kaiken veden jäätymään. (Singh & Heldman 2004; Kaitaranta 2012.)



Kuvio 1. Elintarvikkeiden jäätymisprosessi.

Kuviossa 1 on kuvattuna kuinka pakastaminen etenee tuotteen keskiosaan ja miten tuotteen lämpötila laskee pakastuksen eri vaiheissa. Kohdassa A-C tuotteesta alkaa poistua vapaata lämpöä. Kohdassa C lämpötila laskee hetkeksi tuotteen jäätympisteen alapuolelle eli tuote alijäähtyy.

Kohdassa B-D välillä, tuotteeseen muodostuu jääkiteitä. Lämpötila pysyttelee jäätympisteen lähellä, sillä tuotteesta poistuu latenttilämpöä.

Kohdassa D-E lämpötila alkaa laskea, kun loppu lämpö poistuu tuotteesta ja kaikki jäljellä oleva vesi jäätyy. (Singh & Heldman 2004.)

Pakastuksen vaikutukset vanukkaaseen

Pakastamisella voi olla haitallisia vaikutuksia kermavanukkaaseen. Eniten haittaa jäätyminen aiheuttaa jääkiteiden vaurioittaessa vanukkaan rakenteita. Jäätyminen voi vaikuttaa tuotteen pigmenttiin, makuun tai ravitsemuksellisesti tärkeisiin

komponentteihin. Emulsiot saattavat epästabiloitua ja proteiinit saostua eli denaturoitua ja erottua liuksesta. Näiden vaikutusten vuoksi maidon laaja käyttö jäädytetyissä elintarvikkeissa on hankalaa. (Fellows 1992.)

Näiden syiden vuoksi vanukas tulisi pakastaa mahdollisimman nopeasti, jotta suurilta vesikiteiltä ja täten vaurioilta vältytään. Vanukas tulisi pakata huolellisesti, jottei se pääse kuivumaan tai hapettumaan. Tämä estää myös vieraiden hajujen tarttumisen vanukkaaseen sekä vähentää jääkiteiden muodostumista tuotteen pinnalle.

Kermaa ja maitoa sisältävässä vanukkaassa proteiinit jatkavat denaturoitumista pakastuksen aikana. Tämä voidaan nähdä reologisista mittauksista esimerkiksi tarkastelemalla häviötekijöitä, joiden tuloksia on esitetty kappaleessa 15.

8 KUORRUTTAMINEN

Elintarvikkeiden pinnoittamiseen eli kuorruttamiseen voidaan käyttää monia erilaisia kuorrutteita. Tyypillisiä kuorrutteita ovat esimerkiksi suklaa, taikina ja erilaiset mausteet kuten suola ja sokeri. Elintarvikkeita kuorutetaan sekä ulkonäöllisistä että makuelämyksellisistä syistä, mutta myös tarjoamaan suojaa esimerkiksi kosteutta ja kaasuja vastaan. Kuorruttaminen suojaa tuotetta myös mekaanisilta rasitteilta. Kuorruttamisella harvoin on ravitsemuksellisia vaikutuksia elintarvikkeeseen.

Suklaa ja siitä tehdyt yhdisteet ovat hyvin tyypillisiä kuorrutteita esimerkiksi jäätelöissä, konvehdeissa ja leipomotuotteissa. Tällaisen kuorutuksen pääraaka-aineita ovat sokeri ja rasva. Myös maku- ja väriaineita sekä emulgaattoreita voidaan lisätä kuorrutukseen, jotta saavutetaan halutut ominaisuudet. Suklaakuorutuksien valmistuksessa tärkeä vaihe on temperointi (ks. kappale 3.2.), jossa rasvakiteet muutetaan käyttökelpoisempaan muotoon.

Kuorrutteiden paksuutta ja kuorutusprosessia voi tutkia ja määrittellä materiaalin viskositeetin avulla. Tähän vaikuttavat esimerkiksi kuorrutteen rasvapitoisuus, emulgaattorin ja antioksidanttien määrä. Sokerin, tärkkelyksen ja rasvan pitoisuudet ovat tarkkaan kontrolloituja, jotta saavutetaan vaaditut virtausominaisuudet kuorruttamisen kannalta. Myös suutuntuma ja maku riippuvat näistä.

Elintarvikkeiden pinnoittamiseen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Esimerkiksi yksi tyypillinen tapa on ajaa tuotteet hihnalla sulan kuorruteverhon lävitse tietyllä nopeudella, jolloin tuote peittyy kokonaan kuorrutteeseen, ja sen alla oleva kuppi kerää ylimääräisen kuorrutteen. Kuorutetut tuotteet jäähdytetään kylmätunnelissa nopeasti, varoen kuitenkin yliviilentämistä, josta voi seurata haitallisen kiillon ilmestymistä pinnalle. Kuorrutteen paksuus riippuu sekä kuorrutteen että kuorutettavan tuotteen lämpötilasta, kuorrutteen viskositeetistä ja viilennyksen nopeudesta. Kuorutettuja tuotteita voidaan pitää 22 °C:ssa 48 tunnin ajan, jotta rasvan kiteytyminen voi jatkua. Tämän aiheuttama latenttienergia poistetaan tuotteesta, jolloin estetään rasvakiteiden uudelleensulamien. (Fellows 1990.)

9 AISTINVARAINEN ARVIOINTI

Aistinvaraisessa arvioinnissa on tarkoituksena hankkia tietoa tarkoituksenmukaisilla menetelmillä tuotteen aistittavista ominaisuuksista. Arvioinnissa halutaan selvittää, miten tuotteen raaka-aineet, valmistus ja pakkaaminen vaikuttavat laatuun ja onko tuote miellyttävä. Arvioinneissa käytetään hyödyksi kaikkia ihmisen viittä aistia. Aistinvaraista arviointia käytetään hyödyksi esimerkiksi elintarviketeollisuudessa, tuotekehityksessä, markkinatutkimuksissa tai tuotteen kelpoisuuden arvioinnissa. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

9.1 Aistit

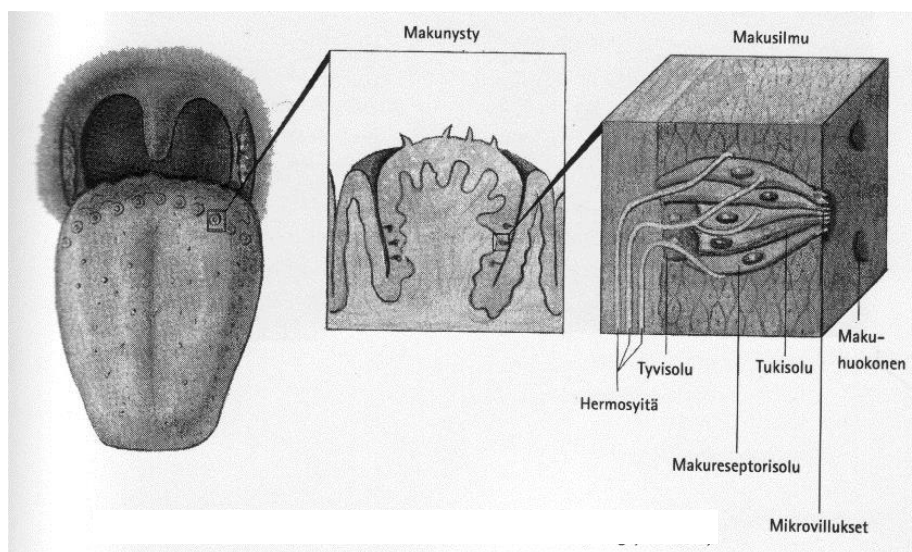
Aistijärjestelmä voidaan luokitella kolmeen osa-alueeseen. Nämä alueet ovat aistinreseptorisolut, hermosyyt ja tietyt aivoalueet. Aistinreseptorisolut vastaanottavat erilaisia aistimuksia, esimerkiksi tuntoaistimuksia. Hermosyyt välittävät hermoimpulsseja, jotka syntyvät aistimien ärsytyksestä. Hermosyyt kuljettavat hermoimpulssit aivoihin, jossa tietty aivojen osa ottaa ne vastaan ja tulkitsee nämä tiedot. Näin aistimus syntyy.

Ihmisillä on viisi eri aistia ja ne ovat näkö-, kuulo-, haju-, maku- ja tuntoaisti. Jokainen aisti on erillinen aistipiiri, jonka avulla ihminen saa tietoa ympäristöstään ja ohjaa tällä omaa käyttäytymistään. Aistit on jaettu kemiallisiin ja fysikaalisiin aisteihin. Kemiallisia aistimuksia syntyy, kun kemiallinen yhdiste kohtaa aistieliimen reseptorisolun. Kemiallisia aisteja ovat maku ja haju. Fysikaalisia aistimuksia taas syntyy, kun aistieliimeen kohdistuu fyysisiä vaikutuksia, kuten näköaistiin kohdistuva valo. Fysikaalisia aisteja ovat näkö, tunto ja kuulo. (Tuorila & Appelbye 2005.)

9.1.1 Maku

Ihminen aistii erilaiset maut makusilmujen kautta. Noin 2/3 niistä sijaitsee kielen makunystyröiden ulkoreunoissa ja loput suuontelon muissa osissa. Kielessä on

noin 4600 silmua, mutta määrä saattaa vaihdella. Makusilmujen sisällä sijaitsee makureseptoreja, jotka koostuvat useasta makureseptorisolusta, joiden pinnalla on hiusmaisia ulokkeita, mikrovilluksia. Nämä ulokkeet työntyvät makuhuokoseen, minne maut tulevat sylkeen liuenneina. Makureseptorit uusiutuvat 10 päivän välein. Kuvassa 11 on kuvattuna makunystyt ja niissä sijaitsevat makusilmut. Makunystyistä lähtee hermosignaali aivoihin. Kielen takaosan makuaistimuksen välittää kieli-kitahermo ja etuosan kasvohermo.



Kuva 11. Kielen makunystyt ja niissä sijaitsevat makusilmut (Tuorila, & Appelbye 2005.)

Aikaisemmin on puhuttu, että kielessä oli eri osia, jotka maistavat makeaa, suolaista, hapanta ja karvaista. Nykytiedon mukaan kielen kaikki osat maistavat samalla tavalla, vaikka pieniä herkkyyseroja voi löytyä.

Ihminen aistii viittä eri makua, ja ne ovat makea, suolainen, hapanta, karvas ja umami. Ihmiset aistivat makuja eri herkkyyksillä. Toiset voivat aistia maun hyvin karvaana, kun taas toisten mielestä maku on mauton. Lähes jokainen osaa jo lapsesta nimetä makean ja suolaisen maun. Hapanta, karvas ja umami ovat vaikeampia tunnistaa, mutta harjoittelun avulla nekin maut oppii tuntemaan.

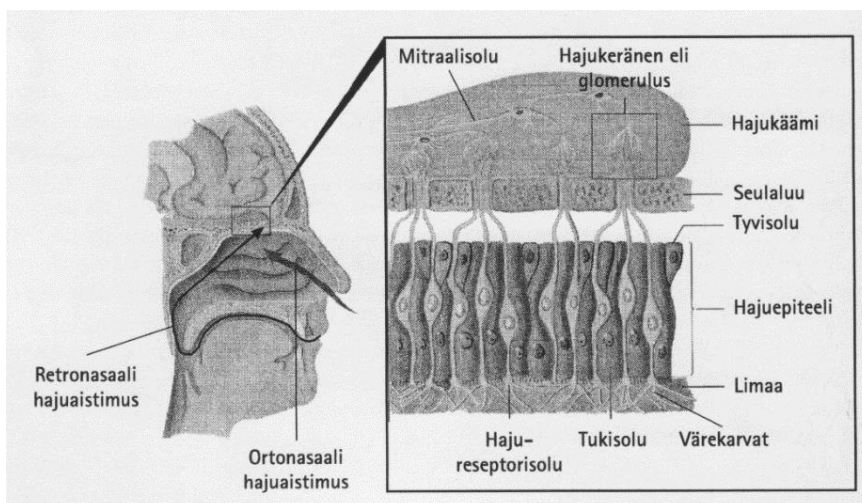
län karttuessa makuaisti heikkenee, mutta ei niin paljon kuin hajuaisti. Monesti vanhemmat ihmiset maistavat makean ja suolaisen hyvin, mutta karvasta ja hapanta makua ei. Makuaistin heikkenemiseen voivat vaikuttaa erilaiset lääkkeet,

jotka voivat erittää sylkeen makuja, jotka vaikuttavat mekaaniseen maistamiseen. Tämän lisäksi syljenerityksen väheneminen, pään vammat tai suun sädehoidot vaikuttavat makuaistiin. (Tuorila & Appelbye 2005.)

9.1.2 Haju

Ihminen havaitsee sieraimiensa kautta ilmassa olevia haihtuvia yhdisteitä, jotka kulkeutuvat nenäonteloon. Ruokien ja juomien haihtuvat yhdisteet taas kulkeutuvat nenäonteloon pureskelemisen aikana. Ihminen havaitseekin monet ”maut” vain hajuaistin avulla, esimerkiksi vaniljan.

Nenässä sijaitsee hajuepiteeli, jossa on muutaman viikon välein uusiutuvia hajureseptorisoluja. Näissä reseptoreissa on pitkiä värekarvoja, jotka sijaitsevat hajuepiteeliä peittävässä limakerroksessa. Hajuaistimus syntyy, kun hajuepiteelin limaan liuenneet yhdisteet kohtaavat reseptorikohtaan. Hajumolekyylin sitouduttua hajureseptoriin vapautuu signaali, joka kulkeutuu aivoihin hajuaistimuksen vastaanottoalueelle. Kuvassa 12 on hajuaistimuksen vastaanottokeskus, jossa näkyy sen sijainti sekä rakenne.



Kuva 12. Hajuaistimuksen vastaanottokeskus (Tuorila, Appelbye 2005.)

Ihminen voi haistaa tuhansia eri hajuja, mutta ei ole pystytty löytämään niin sanottuja perushajuja. Hajut ovat miellyttäviä tai epämiellyttäviä. Ihmisten hajuaistin herkkyys vaihtelee paljon. Toiset pystyvät aistimaan enemmän hajuja kuin toiset.

Syitä voi olla hyposmia (heikentynyt hajuaisti), anosmia (hajusokeus), tai vanheneminen, jolloin reseptorisolujen uudistuminen hidastuu ja solujen määrä vähenee. Heikentynyt hajuaisti voi olla seurausta allergiasta, virus- tai bakteeritulehduksesta tai tupakoinnista. (Tuorila & Appelbye 2005.)

9.1.3 Näkö

Näköaisti syntyy, kun silmässä oleva linssi kohdistaa ympäristöstä heijastuvan valon verkkokalvolle, jossa on aistinsoluja. Verkkokalvolta lähtee signaali näköhermoa pitkin aivoihin, jossa tulevat tiedot tulkitaan ja yhdistetään subjektiiviseksi näköaistimukseksi. Näkökeskus, jossa näköaistimus syntyy, sijaitsee takaraivo-lohkossa. Aivoissa useat eri alueet osallistuvat näköinformaation käsittelyyn. Esimerkiksi ruoan näkeminen ja maistaminen aktivoivat muun muassa otsalohkon orbitaalaisia alueita ja joitakin limbisen järjestelmän osia.

Elintarvikkeiden ulkonäöstä pystyy näköaistin avulla arvioimaan ruoasta useita asioita. Ulkonäkö on ensimmäinen asia, johon kiinnitetään huomiota. Sen takia ruoan olisi näytettävä hyvältä ja värin oltava mieluista, kun päätetään syödäänkö ruokaa vai ei. Ruoasta arvioidaan myös sen laatua, makua, hajua, tuttuutta, muotoa ja rakennetta näköaistia apuna käyttäen. (Tuorila & Appelbye 2005.)

Näköaistin avulla pystytään myös muodostamaan mielipide ruoasta, joka on nestemäistä, esimerkiksi vanukkaat, keitot ja juomat. Tuotteista näkee ovatko ne juoksettuneita, vaahtomaisia tai poreilevia. Näköaistin avulla nähdään myös onko ruoka höyryävän lämmintä vai jääkylmää. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

9.1.4 Tunto

Tuntoaistin avulla pystytään aistimaan esimerkiksi lämpöä, kylmyyttä, kipua ja kosketusta. Näitä tuntemuksia saavat aikaan tunteoreseptorit, joita on eri puolella ihmisen elimistöä. Reseptorit on jaettu rakenteidensa perusteella vapaisiin hermopäätteisiin ja sidekudoksen peittämiin hermopäätteisiin, ja nämä erilaiset hermopäätteet reagoivat eri tuntemuksiin. (Tuorila & Appelbye 2005.)

Tuntoaistiin liittyy myös kemotunto, jonka avulla aistitaan kemiallisia yhdisteitä. Kemotuntoaistimukset syntyvät, kun suun ja nenän limakalvojen hermopäätteitä ärsytetään kemiallisesti. Osa näistä hermopäätteistä kuuluu viidenteen aivohermoon eli kolmoishermoon, joka reagoi myös tuntoaistiin, kipuun, lämpöön ja kylmään. Aistimuksen aiheuttavat polttavien aineiden yhdisteet ja alkoholijuomien etanoli, esimerkiksi chili, piparminttuöljyn yhdisteet ja juomien hiilidioksidi. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

9.1.5 Kuulo

Kuuloaisti syntyy, kun ulkokorvaan kerääntyy ääniaaltoja. Nämä ääniaallot kulkeutuvat kuuloluiden avulla sisäkorvan simpukan nesteeseen, jossa ne synnyttävät hermosignaalin, joka etenee aivorungon kautta talamukseen ja sieltä kuuloaivokuorelle.

Tällä aistilla on vähiten merkitystä, kun aistitaan elintarvikkeita. Muutamia rakennominaisuuksia pystyy kuitenkin tällä aistilla aistimaan, kuten rapeus ja poreilu. (Tuorila & Appelbye 2005.)

9.2 Aistinvaraisen arvioinnin raadit

Tuotteita arvioi raati, jonka kokoonpano vaihtelee testin mukaan. Raati voi koostua koulutetuista henkilöistä tai kuluttajista. Koulutettu raati jaetaan asiantuntijaraatiin ja laboratorioraatiin. Laboratorioraati koostuu koulutetuista arvioijista, johon kuuluu yleensä 10. Raati ei arvioi tuotteen miellyttävyyttä, vaan näytteiden makua, hajua, rakennetta, ulkonäköä ja rakennetta erotustestien ja kuvailevien menetelmien avulla. Raati opettelee testien, harjoitusten ja koulutusten avulla arvioimista.

Asiantuntijaraati koostuu 3-5 arvioijasta. He tietävät ja tuntevat tuotteeseen käytetyt raaka-aineet sekä valmistustavan. Raatilaisilla on aistiherkkyyttä ja kokemusta aistinvaraisista tutkimuksista, joiden tulokset ovat toistettavia. He työskentelevät esimerkiksi viinien tai kahvien laadunvalvontatehtävissä.

Kuluttajaraati koostuu henkilöistä, jotka ovat tuotteen mahdollisia käyttäjiä. Kuluttajaraadissa henkilöt eivät ole harjaantuneet arviointiin ja siksi heille tehty aistinvarainen arviointi tulisi olla helppo ja kysymysten selviä. Heiltä kannattaa kysyä helppoja ja yksinkertaisia asioita tuotteen ominaisuuksista tai laadusta, esimerkiksi happamuudesta tai jonkin aromin voimakkuudesta. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

9.3 Arviointimenetelmät

Aistinvaraiset mittausmenetelmät jaetaan kolmeen ryhmään; erotustestit, kuvailtavat menetelmät ja mieltymysmenetelmät. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

Erotustestit

Erotustesteillä selvitetään pystytäänkö näytteiden välillä huomaamaan haluttuja eroja. Testejä käytetään pienten erojen havaitsemiseen. Testeissä näytteiden järjestyksellä on väliä ja esitysjärjestys satunnaistetaan. Tämä tarkoittaa, että näytteet saavat tasavertaisen kohtelun, eikä poikkeava näyte esiinny voittopuolisesti tietyssä kohdassa, vaan tasapuolisesti tietyissä maistelukohtissa.

Erilaisia erotustestejä ovat esimerkiksi pari-kolmitesti, kolmitesti ja suunnattu parivertailutesti. Kolmitestissä arvioijalla on kolme näytettä, joista kaksi on samantyyppisiä ja yksi näyte poikkeaa muista. Näistä näytteistä hänen tulee tunnistaa poikkeava näyte. Testiä käytetään määrittämään aiheuttaako raaka-aineiden tai valmistusmenetelmien muutos tai tuotteen säilytys muutoksia tai makueroja tuotteissa. Suunnattu parivertailutesti selvittää, aiheuttaako tuotteen valmistustapa, varastointi tai jokin raaka-aine ennakoitavan muutoksen. Näytteet asetetaan arvioitaviksi pareittain tietyn aistittavan ominaisuuden perusteella. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

Kuvaileva menetelmä

Kuvailevalla menetelmällä verrataan tuotteiden ominaisuuksia, selvitetään kuinka lähellä ollaan tavoiteltua tuotetta, omien ja kilpailevien tuotteiden erot ja selvitetään tuotteen muutoksia säilytyksen aikana. Pohjana tälle testille on kuvailtavat sanat, joiden avulla rakennetaan sanasto kuvaamaan näytteiden ominaisuuksia, kuten rakennetta, ulkonäköä, hajua ja makua. Sanaston avulla luodaan asteikkoja ominaisuuksien voimakkuuksista. Voimakkuuksien mittaamisessa käytetään jana-asteikkoja tai sanallisia tai numeerisia asteikkoja. Arviointiraadilla tulee olla tuotetuntemusta ja kokemusta arvioinneista. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

Mieltymysmenetelmä

Testin avulla halutaan saada kuluttajien mielipide tutkittavasta näytteestä ja miellyttävyydestä. Testin avulla voidaan selvittää, onko näyte kilpailijoihin verrattava, optimoida keskeisiä ominaisuuksia tai etsiä sopivaa kuluttajaryhmää tuotteelle. Tällöin tulee ottaa huomioon muun muassa kuluttajien sukupuoli, ikä ja koulutus.

Mieltymysmenetelmässä näytteet ovat tuntemattomia, koodattuja tuotteita, jotta vaste tulee aistittavien ominaisuuksien perusteella. Testeinä voidaan käyttää samoja kuin edellisissä arvioinneissa, kuten suunnattu parivertailutesti tai järjestystesti, mutta testit ilmaisevat mieltymyksen eri asteita.

Suunnatussa parivertailutestissä verrataan näytteiden mieltymyksiä pareittain. Testi on nopea ja suosittu.

Järjestystestissä arvioijat laittavat näytteet järjestykseen mieltymystensä mukaan parhaimmasta huonoimpaan. Testi on helppo tehdä ja ymmärtää.

Testeissä voidaan myös kysyä näytteiden ominaisuuksista ja silloin kysymysten tulee olla aseteltu niin, että jokainen ymmärtää ne, eikä väärin käsityksiä synny. Arvioijat ilmaisevat mielipiteensä erilaisten asteikkojen avulla. Asteikkojen päät

on ankkuroitu eli kuvattu sanallisesti. Asteikot voivat olla viisi-, seitsemän- tai yhdeksän-portainen. Asteikkona toimivat myös kasvonilmeet, kuten hymiöt. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008.)

10 SÄILYVYYS

Tuotteen säilytys alhaisessa lämpötilassa vaikuttaa mikrobien kasvuun. Useiden mikrobien kasvu lakkaa tai hidastuu 0- -4 °C:ssa, kuten myös kemiallinen pilaantuminen hidastuu. Sokeri ja sitruunahappo parantavat tuotteiden säilyvyyttä ja osaltaan hillitsevät mikrobien kasvua. Sitruunahappo laskee tuotteen pH:ta ja sokeri sitoo vesimolekyylejä, ja bakteerien käytettävissä oleva veden määrä pienee. Tällöin mikrobeilla ei ole suotuisat olot kasvaa. (Evira 2011.)

11 VANUKKAAN KEHITYS JA KOE-ERÄT

Omenavanukkaan kehityksessä tärkeässä osassa oli saavuttaa samettinen suutuntuma, kirpeys ja omenan maku, sekä oikeanlainen rakenne. Rakenteen tuli olla tarpeeksi jäykkä pysyäkseen pallon muodossa, mutta kuitenkin sileän vanukasmainen.

Vanukasmassan tuli säilyä 0 °C:ssa noin viikon ajan.

Vaatumuksena valmiille tuotteelle on sen säilyvyys myyntikuntoisena kolmen vuorokauden ajan vitriiniolosuhteissa noin 3-5 °C:ssa. Tuotteen on säilyttävä aistittavilta ominaisuuksiltaan hyvänä.

Jotta vaaditut tavoitteet saavutettiin, päätettiin käyttää vanukasresepteissä kermaa ja joissain koe-erissä myös maitoa niiden proteiinien denaturaatiokyvyn vuoksi ja maissitärkkelystä sen gelatinoitumisen vuoksi. Jotta haluttu denaturatio ja gelatinoituminen saavutettaisiin, massa kuumennettiin 82 °C:seen. Kermaa käytettiin raaka-aineena myös sen rasvapitoisuuden vuoksi, sillä rasva tukevoittaa rakennetta. Näiden lisäksi kerman kanssa käytettävää hydykeneutraalia käytettiin yhtenä raaka-aineena sen antaman rakenteen vuoksi. Sitruunahappoa käytettiin pääasiassa tuomaan happamuutta ja kirpeyttä, mutta sillä on vaikutusta myös vanukkaan rakenteeseen, sillä alhainen pH voi vaikuttaa proteiinien koaguloitumiseen.

Koe-erissä raaka-aineiden suhteita ja määriä muutettiin, valmistustavan pysyessä useimmiten samana. Koe-erissä esitetyt lisäykset ja vähennykset on ilmoitettu prosentteina. Tällöin tiettyä raaka-ainetta on esimerkiksi vähennetty x % raaka-aineen määrästä. Lisäksi on laskettu raaka-aineen muutokset kokonaisuudessaan nähden.

Eri resepteillä suoritettiin reologisia mittauksia jatkokehitystä ja vertailua varten. Reseptien kehitys aloitettiin leipomolta saadusta hedelmävanukkaan alkuperäisreseptistä raaka-aineita muuttamalla.

Tuotekehitys tapahtui Turun ammattikorkeakoulun tuotekehityskeittiössä. Välineinä käytettiin vaakaa ja induktioliettä normaalien keittiövälineiden lisäksi. Raaka-aineita ja lopputuotteita säilytettiin joko pakastimessa (n. -18 °C) tai kylmiössä (n. 4-6 °C).

11.1 Valmistusmetodi

Kaikki koe-erät valmistettiin samalla periaatteella. Vanukkaat valmistettiin punnitsemalla ensin raaka-aineet. Molemmat omenapyreet, taloussokeri, sitruunahappo ja kevyesti vatkattu kerma kiehautettiin (lämmitettiin kunnes ensimmäiset kuplat ilmestyivät). Seokseen lisättiin erikseen sekoitettu seos, joka koostui toisesta omenapyreistä, maissitärkkelyksestä ja hyydykeneutraalijauheesta. Massaa lämmitettiin liedellä koko ajan sekoittaen, kunnes sen lämpötila nousi yli 82 °C:seen. Valmis massa kaadettiin suppilon avulla silikonisiin pallomuotteihin. Massa annettiin jäähtyä huoneenlämpöiseksi, jonka jälkeen muotti sijoitettiin suojattuna pakastimeen (n. -18 °C).

11.2 Vanukkaan koe-erien aistinvarainen arviointi

Jokaista valmistettua koe-erää arvioitiin itse aistinvaraisesti jatkokehitystä ja analysointia varten. Myös leipomon toimeksiantaja arvioi vanukkaita koe-erästä 6 eteenpäin. Arviointi suoritettiin normaalisti joko valmistuspäivänä tai 1-3 vuorokauden kuluessa. Arvioinnissa otettiin huomioon vanukkaan väri, tuoksu, maku (makeus ja kirpeys, omenaisuus, kermaisuus) ja suutuntuma (samettisuus, rakeisuus) sekä yleinen miellyttävyys. Rakennetta arvioitiin lusikoimalla vanukasta ja tarkastelemalla vanukkaan rakeisuutta tai samettisuutta. Jokaisen koe-erän aistinvarainen arviointi suoritettiin Turun ammattikorkeakoulun tuotekehityskeittiössä sekä ajoittain MBakeryn leipomolla.

11.3 Koe-erä 1

Ensimmäinen koe-erä valmistettiin mukailemalla alkuperäistä hedelmävanukasreseptiä, korvaten kuitenkin hedelmämeheit ja – pyreet vastaavilla omenatuotteilla. Koska vanukkaasta haluttiin kirpeämmän makuinen, taloussokerin määrää vähennettiin alkuperäisestä reseptistä 12,5 % jonka laskukaava näkyy yhtälössä 5. Taloussokerin osuus koko massasta ennen vähennystä on yhtälössä 6 ja jälkeä vähennyksen yhtälössä 7. Yhtälössä 8 on vähennys kokonaismassasta.

$$\frac{(0,8 \text{ kg} - 0,7 \text{ kg})}{0,8 \text{ kg}} * 100 \% = 12,5 \% \quad (5)$$

$$\frac{0,8 \text{ kg}}{9,64 \text{ kg}} * 100 \% = 8,3 \% \quad (6)$$

$$\frac{0,7 \text{ kg}}{9,54 \text{ kg}} * 100 \% = 7,3 \% \quad (7)$$

$$\frac{(9,64 \text{ kg} - 9,54 \text{ kg})}{9,64 \text{ kg}} * 100 \% = 1 \% \quad (8)$$

Omenapyreiden suhde oli $\frac{3}{4}$ pakastepyreetä ja $\frac{1}{4}$ pullopyreetä. Koe-erään käytettiin pelkkää kermaa.

Massaa ei pakastettu, vaan säilytettiin jääkaapissa huoneenlämmössä jäähtymisen jälkeen. Vuorokauden (noin 24 h) säilytyksen jälkeen vanukasta arvioitiin aistinvaraisesti. Väri oli hyvin vaalean vihreä ja maku omenainen. Vanukkaan rakenne oli hyvin moussomainen ja ilmava.

11.4 Koe-erä 2

Seuraavassa koe-erässä pyreiden suhdetta muutettiin, jolloin molempia käytettiin $\frac{1}{2}$, muuten resepti pysyi samana. Pakastepyreetä vähennettiin 25 % ja pullopyreetä lisättiin 25 %. Muutoksella haluttiin tietää, vaikuttaako se vanukkaan väriin ja omenaiseen makuun. Vanukas jäähdytti huoneenlämmössä, jonka jälkeen säi-

lytettiin jääkaapissa. Vuorokauden jääkaappisäilytyksen jälkeen vanukasta arviointiin aistinvaraisesti. Vanukkaan väristä tuli vihreämpi lisätyn pullopyreen vuoksi, mutta omenan maku oli miedompi.

11.5 Koe-erä 3

Reseptissä kokeiltiin korvata maissitärkkelyksen kanssa sekoitettava omenapyree juoksevammalla omenamehulla ja omenapyreet Piltillä, tavoitteena testata vaikuttaako paksumman pyreen korvaaminen nestemäisemmällä mehulla vanukkaan rakenteeseen. Vuorokauden jääkaappisäilytyksen jälkeen vanukasta arviointiin aistinvaraisesti. Rakenne pysyi edelleen moussemaisena ja paksuna. Kermainen maku oli erittäin vahva.

11.6 Koe-erä 4 ja 5

Hyvin kermaisen maun vuoksi kokeiltiin vähentää koe-erästä 2 hydykeneutraalin määrää 20 prosentilla, selvittäen vaikuttaako se tuotteen makuun tai rakenteeseen. Hydykeneutraalin osuus kokonaismassasta ennen vähennystä oli 5,2 % ja vähennyksen jälkeen 4,2 %. Kokonaismassasta hydykeneutraalia väheni siis 1 %. Huoneenlämmössä jäähtymisen jälkeen vanukasmassaa säilytettiin noin vuorokausi jääkaapissa, jonka jälkeen annettiin sulaa huoneenlämmössä. Aistinvaraisen arvioinnin perusteella vähennys ei aiheuttanut huomattavia muutoksia, joten päätettiin jatkaa reseptin kehitystä pienennetyllä hydykeneutraalin määrällä. Vertailuksi tehtiin koe-erä 5, jossa hydykeneutraalin määrä oli sama kuin ennen vähennystä.

11.7 Koe-erät 6 ja 7

Käytettiin koe-erän 4 reseptiä ja testattiin kerman vatkauksen vaikutusta vanukkaaseen. Kerman vaahdottaminen lisäsi hieman vanukasmassan lopullista mää-

rää, muttei vaikuttanut rakenteen aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Koe-erä valutettiin pallomuotteihin, jäähdytettiin huoneenlämmössä ja pakastettiin. Kuvassa 13 koe-erän 6 muotitettu vanukaspallo.



Kuva 13. Muotitettu vanukaspallo.

11.8 Koe-erä 8

Taloussokerin määrää vähennettiin 7 % koe-erästä 4. Taloussokerin osuus kokonaismassasta oli ennen vähennystä 7,4 % ja vähennyksen jälkeen 6,9 % eli kokonaismassa laski 0,5 %. Reseptissä käytettiin $\frac{3}{4}$ pakastepyreetä ja $\frac{1}{4}$ pullopyreetä. Pakastepyreen suhteellista määrää lisättiin sen pienemmän sokeripitoisuuden vuoksi, sillä makua haluttiin saada vähemmän makeaksi. Massa jäähdytettiin huoneenlämmössä, pakastettiin vuorokauden ajan. Aistinvarainen arviointi suoritettiin sulaneesta vanukaspallosta.

11.9 Koe-erä 9

Resepti oli sama kuin koe-erässä 8, mutta pyreiden suhteena käytettiin 50/50, kuten koe-erässä 4. Tämän muutoksen avulla haluttiin tietää vaikuttaako pelkkä taloussokerin vähentäminen makeuteen verrattuna koe-erään 4.

Massa jäähdytettiin huoneenlämpöiseksi ja pakastettiin vuorokauden ajan. Aistinvarainen arviointi suoritettiin sulaneista vanukaspalloista, jolloin vertailtiin koe-eriä 8 ja 9. Molemmat olivat maultaan liian kermaisia, joten päätettiin jatkossa korvata osa kermasta maidolla. Omenapyreiden suhde oli maultaan parempi koe-erässä 9.

Reseptiin kokeiltiin lisätä tuoreita Granny Smith – omenan kuutioita ennen pakastamista, mutta yhdistelmä ei ollut toimiva omenapalojen vajotessa vanukkaan pohjalle. Myöskään suutuntuma ei ollut miellyttävä.

Myös toimeksiantaja maistoi koe-eriä 8 ja 9 ja piti enemmän koe-erän 9 mausta, sillä omenapyreiden suhteesta aiheutuva maku oli tässä parempi. Makeutta ja kermaista makua tuli kuitenkin vähentää.

11.10 Koe-erä 10

Käytettiin reseptiä 9, mutta vähennettiin taloussokerin määrää 7,5 %. Taloussokerin osuus kokonaismassasta ennen vähennystä oli 6,9 % ja vähennyksen jälkeen 6,4 % eli vähennys kokonaismassasta oli 0,5 %. ja kerman määrästä puolet korvattiin laktoosittomalla rasvattomalla maidolla, jolloin myös rasvan määrä väheni. Vispikerma sisältää rasvaa 36 g / 100 g ja rasvaton maito 0 g.

Tuotetta arvioitiin huoneenlämmössä jäähdytyksen ja vuorokauden pakastamisen jälkeen. Rakenteesta tuli sulattuaan suutuntumaltaan ja ulkonäöltään hyvin rakeinen ja epämiellyttävä maidon vuoksi. Rasvan määrä on pienempi veden määrän ollessa suurempi, jolloin vesi aiheuttaa kiteytyessään ja sulaessaan epätasaista rakennetta. Suutuntuma oli rakeinen ja moussemainen. Myös kermaa stabiloiva hydykeneutraali voi vaikuttaa tulokseen, sillä se saattaa käyttäytyä maidon kanssa eri tavalla, eikä stabiloi rakennetta yhtä hyvin. Aiempi liian kermainen maku oli hävinnyt. Vanukas oli edelleen hieman liian makea.

Kokeiltiin lisätä suklaalla kuorrutettuja riisimuroja vanukaspallon sisälle ”siemeniksi” muotitusvaiheessa, mutta ne vettyivät pehmeiksi ja epämiellyttäväksi vanukkaan sulaessa, joten päätettiin jättää ne pois. Kuvasta 14 nähdään myös, että

vanukkaan väri on saatu vihreämmäksi. Väriin voimakkuuteen voivat vaikuttaa esimerkiksi kuiva-aineiden määrän vähentäminen ja kerman korvaus maidolla.



Kuva 14. Koe-erän 10 vanukaspallot.

11.11 Koe-erä 11 ja 12

Haluttiin selvittää, onko maidon määrän vähentämisellä parantavaa vaikutusta rakenteeseen. Valmistettiin koe-erä 11 vertailtavaksi pelkällä kermalla ja koe-erä 12, johon kermaa käytettiin 2/3 ja maitoa 1/3. Massa muotitettiin ja jäähdytettiin huoneenlämmössä, jonka jälkeen pakastettiin noin vuorokauden ajan. Vanukaspallot sulatettiin huoneenlämmössä aistinvaraista arviointia varten. Koe-erässä 12 maidon vähentäminen vähensi hieman rakeista ulkonäköä, mutta suutuntuma oli edelleen rakeinen ja epätasainen. Koe-erässä 11 rakenne ja suutuntuma olivat tasaisempia. Tämä saattaa liittyä aiemmin mainittuun rasvan määrään tai hyydikeneutraalin käyttäytymiseen. Maku oli molemmissa omenainen ja hyvä, mutta edelleen hieman liian makea. Reseptit olivat muilta osin samoja kuin koe-erän 10.

11.12 Koe-erä 13

Päätettiin jatkaa reseptin kehitystä käyttäen pelkkää kermaa maidon aiheuttaman epämiellyttävän rakenteen vuoksi. Reseptistä 11 vähennettiin taloussokerin määrää 8,5 %. Taloussokerin osuus kokonaismassasta oli 6,4 % ennen vähennystä ja 5,9 % vähennyksen jälkeen. Kokonaismassasta sokeria väheni 0,5 %. Vanukasmassa muotitettiin ja jäähdytettiin huoneenlämpöiseksi. Ennen aistinvaraista arviointia vanukaspalloja pakastettiin vuorokauden ajan, jonka jälkeen niiden annettiin sulaa huoneenlämmössä. Sokerin vähennys auttoi saavuttamaan happamamman maun, joka oli kuitenkin miellyttävä ja raikas. Kermainen maku ei ollut enää niin voimakas lisääntyneen happamuuden ansiosta.

11.13 Koe-erä 14

Reseptiin 11, joka sisälsi pelkkää kermaa, lisättiin sitruunahappoa 10 %, jotta voitiin tarkastella aiheuttaako se samanlaisen happamuuden muutoksen kuin sokerin vähennys. Sitruunahappo lisäsi kokonaismassaa 0,04 %. Koe-erä valmistuksen jälkeen se jäähdytettiin huoneenlämmössä, pakastettiin ja vuorokauden kuluttua sulatettiin ja arvioitiin. Happamuus ei ollut niin voimakas kuin sokeria vähennettäessä. Vanukkaan rakenne oli sileä ja miellyttävä.

11.14 Koe-erä 15

Reseptiin 11, joka sisälsi pelkkää kermaa, muokattiin omenapyreiden suhdetta suurentamalla lasipullopyreen suhteellista määrää. Pullopyreen määrä oli $\frac{3}{4}$ ja pakastepyreen $\frac{1}{4}$. Myös tämä muutos vähensi hieman vanukkaan makeutta, mutta kuitenkin vähemmän kuin koe-erissä 13 ja 14. Vaikka pullopyree sisältää enemmän sokeria kuin pakastepyree, se on kirpeämmän makuinen sen sisältävän omena- ja sitruunahapon vuoksi. Pyreen lisäys aiheutti voimakkaamman vihreän värin. Säilytys, pakastus ja sulatus tapahtuivat samoin kun aiemmin.

11.15 Koe-erä 16

Koska vanukkaasta haluttiin vielä happamampi ja raikkaampi, kokeiltiin yhdistää kaikki koe-erien 13,14 ja 15 muutokset samaan reseptiin. Maku oli raikkaan omenainen ja hyvin hapan, kuten tavoitteena oli. Säilytys, pakastus ja sulatus tapahtuivat samoin kun aiemmin.

11.16 Koe-erä 17

Koe-erässä 17 vähennettiin maissitärkkelyksen määrää 20 % koe-erästä 16, jotta saatiin selville sen vaikutus rakenteeseen. Maissitärkkelyksen osuus kokonaismassasta ennen vähennyksen oli 3,2 % ja vähennyksen jälkeen 2,6 %. Kokonaismassasta maissitärkkelyksen vähennys oli 0,6 %. Rakenteesta tuli sileämpi sekä ulkonäöltään että suutuntumaltaan. Rakenne oli kuitenkin tarpeeksi jäykkä pitääkseen tuotteen pallonmuotoisena sulaessaankin. Tämä koe-erä valittiin lopulliseksi ja valmiiksi reseptiksi yhdessä koe-erän 16 kanssa. Säilytys, pakastus ja sulatus tapahtuivat samoin kun aiemmin.

11.17 Koe-erä 18

Päätettiin kokeilla vielä maissitärkkelyksen lisäämistä 20 % reseptin 16 maissitärkkelysmäärästä, jotta saatiin selville tulisiko valmiin tuotteen rakenteesta pysyvämpi syöntitilanteessa. Maissitärkkelyksen osuus kokonaismassasta ennen lisääystä oli 3,2 % ja lisäyksen jälkeen 3,8 %. Kokonaismassa lisääntyi 0,6 %. Rakenne oli hyvin koossapysyvä, mutta suutuntumaltaan hyvin jauhoinen ja tanakka. Resepti hylättiin. Säilytys, pakastus ja sulatus tapahtuivat samoin kun aiemmin.

12 KUORRUTTEEN KEHITYS

Vanukaspallon päälle kehitettiin valkosuklaapohjainen kuorrute, jonka tuli olla jäykkä pitääkseen vanukaspallon muodossaan, sileä ja kaunispintainen, omenanvihreä ja suhteellisen mauton, jottei se peitä vanukkaan makua. Kuorrutteen tuli säilyä kovettumattomana ja lusikoitavana.

Kuorrutteen kehityksessä tärkeää oli optimoida kuorrutuslämpötila, jotta pinnoitteesta saatiin tarpeeksi ohut. Kuorrutteesta tuli myös saada sellainen, ettei se hikoja nestepisaroita pinnalle vitriinisäilytyksen aikana, eikä päästä sisällä olevaa vanukasta kuivumaan. Kuorrutteen väristä tuli saada aidon Granny Smith – omenan värinen. Myös valkosuklaan temperointi oli tärkeässä osassa kuorrutteen kehitystä.

Kuorrutuksen onnistumisen edellytyksenä oli liivatteen oikeanlainen käyttö ja määrä, jotta kuorrute ei valu pallon päältä olematta kuitenkaan liian paksu. Kuorrutteessa päätettiin käyttää valkosuklaata sen hyvän värjättävyyden vuoksi. Kermaa ja vettä käytettiin ohentamaan suklaamassaa, joka yksinään käytettynä olisi liian paksua kuorruttaessa. Valkosuklaan osittainen korvaus kermalla ja vedellä on myös taloudellisista syistä kannattavaa.

Koe-erissä esitetyt lisäykset ja vähennykset on ilmoitettu prosentteina. Tällöin tiettyä raaka-ainetta on esimerkiksi vähennetty x % raaka-aineen määrästä. Lisäksi on laskettu raaka-aineen muutokset kokonaismassaan nähden.

Kuorrutteen kehittäminen aloitettiin muokkaamalla leipomolta saatua kaakaopohjaista kuorrutereseptiä. Kuorrutteilla suoritettiin reologisia mittauksia eri lämpötiloissa, joilla selvitettiin kuorrutteen aikariippuvuutta ja pinnoitettavuutta.

12.1 Valmistusmetodi

Kuorrute valmistettiin punnitsemalla raaka-aineet. Valkosuklaa temperoitiin, jotta se saisi paremman kestävyuden ja kauniin kiillon. Temperointi tapahtui sulatta-

malla valkosuklaa vesihauteessa miedolla lämmöllä ensin 40 °C:seen, jonka jälkeen sen annettiin jäähtyä 27 °C:seen. Tämän jälkeen lämpötila nostettiin 30 °C:seen. Suklaan sekaan lisättiin erikseen lämmitetyt kerma ja vesi (lämpimänä nämä sekoittuvat paremmin suklaan joukkoon), sekä valmiiksi liuotettu liivate.

Kuorrutteen lämpötilan annettiin laskea sopivaksi, jonka jälkeen jäinen vanukas-pallo kastettiin kokonaan kuorrutteeseen hitaalla kädenliikkeellä ja annettiin jäh-mettyä, jonka jälkeen siirrettiin jääkaappisäilytykseen. Kuorrutteen aistinvarainen arviointi tapahtui tunnin – 3 vuorokauden jääkaappisäilytyksen jälkeen. Arvioinnit tehtiin huoneenlämmössä jääkaappikylmille tuotteille välittömästi.

12.2 Kuorrutteen koe-erien aistinvarainen arviointi

Jokaista valmistettua koe-erää arvioitiin itse aistinvaraisesti jatkokehitystä ja ana-lysointia varten. Myös leipomon toimeksiantaja arvioi kuorrutteita. Arviointi suori-tettiin normaalisti valmistuspäivänä. Kuorrutetta arvioitiin pallon päälle kuorrutet-tuna huoneenlämmössä jääkaappikylmänä. Pelkkää kuorrutetta arvioitiin heti val-mistuksen jälkeen ilman jääkaappisäilytystä.

Arvioinnissa otettiin huomioon kuorrutteen väri, kuorruttamiseen sopiva rakenne (sileys, lusikoitavuus), pysyvyys pallon päällä sekä maku. Arviointiin kuului myös lämpötilojen mittaaminen ja kuorrutteen silmämääräisen paksuuden arviointi ajan kuluessa ja lämpötilan laskiessa.

Jokaisen koe-erän aistinvarainen arviointi suoritettiin Turun ammattikorkeakou-lun tuote-kehityskeittiössä sekä ajoittain MBakeryn leipomolla.

12.3 Koe-erä 1

Ensimmäisenä koe-eränä testattiin kaakaojauhepohjaista alkuperäisreseptiä, jotta saatiin selville, miten tämän tyyppinen kuorrute käyttäytyy vanukkaan päällä. Resepti sisälsi vettä, sokeria, kaakaojauhetta, kermaa ja liivatetta. Liivatteen osuus kokonaismassasta oli 2,3 % (yhtälö 9).

$$\frac{0,04 \text{ kg}}{1,74 \text{ kg}} * 100 \% = 2,3 \% \quad (9)$$

Vanukkaita dipattiin kolmessa eri lämpötilassa, jotta saatiin selville suuntaa-antava kuorruttamisaikaväli. 32 °C:ssa kuorrute oli merkittävästi liian löysää, eikä pysynyt tarpeeksi paksuna kerroksena pallon päällä. Seuraava kokeiltu lämpötila oli 28 °C, jolloin kuorrute oli edelleen liian löysää, eli valui pallon päältä pois. Valumista tapahtui hieman vähemmän, mutta kerros jäi liian ohueksi. 32 ja 28 °C:ssa kuorrutetut pallot eivät vaatineet pidempää tarkkailuaikaa. 27-asteinen kuorrute pysyi pallon päällä hyvin valumatta. Tämän kuorrutteen ominaisuudet, kuten pallon päällä pysyvyys, arvioitiin noin tunnin jääkaappisäilytyksen jälkeen. Dipattavat vanukaspallot otettiin suoraa pakastimesta jäisinä. Tästä syystä kuorrutteen osuessa pallon pintaan sen lämpötila laski. Kuvassa 15 näkyy ensimmäinen kuorrutuskokeilu.



Kuva 15. Ensimmäinen kuorrutuskokeilu.

12.4 Koe-erä 2

Alkuperäisen reseptin kaakaojauhe korvattiin valkosuklaalla, jotta kuorrute pystytään värjäämään onnistuneesti vihreäksi. Värjäykseen käytettiin keltaista ja si-

nistä nestemäistä elintarvikeväriä. Kuorrutuksesta tuli aivan liian makea, joten päätettiin, että sokeria tulee vähentää huomattavasti tai jättää kokonaan pois. Vanukaspallojen kuorrutusta kokeiltiin kuorrutteen lämpötilan ollessa 30 °C, jolloin se oli liian kuumaa sekä löysää. 27-asteisesta kuorrutuksesta saatiin sopivan paksuinen kerros, jolloin se pysyi pallon päällä valumatta. Väristä tuli sopivan vihreä. Arviointi tapahtui noin tunnin jääkaappisäilytyksen jälkeen. Kuvassa 16 näkyy kuorrutetut vanukaspallot.



Kuva 16. Vasemmalla 30 °C:ssa kuorrutettu ja oikealla 27 °C:ssa kuorrutettu vanukaspallo.

12.5 Koe-erä 3

Reseptin vesi ja sokeri korvattiin kokonaan suklaalla ja kermalla. Liivatteen määrää vähennettiin kokonaismassasta 0,6 %, sillä nestepitoisuus laski alkuperäisestä reseptistä. Liivatteen osuus kokonaismassasta oli ennen vähennystä 2,3 % ja vähennyksen jälkeen 1,7 %.

Koe-erän kuorrutuksesta tuli hyvin jäykkää nopeasti, ja sopiva kuorrutepaksuus saatiin jo 38 °C:ssa. Arviointi tapahtui noin tunnin jääkaappisäilytyksen jälkeen. Vuorokauden kestävän jääkaappisäilytyksen jälkeen kuorrutteen väri oli haalistunut hieman ja pinta oli epämiellyttävän kuplainen. Kuvasta 17 voidaan nähdä, että kuorrute on hyvin jäykkää ja paksua.



Kuva 17. Kuorrutteen koe-erä 3.

12.6 Koe-erä 4

Testattiin reseptiä, joka sisälsi ainoastaan suklaata ja kermaa, jotta nähtiin, miten liivate vaikuttaa kuorutteeseen. Kuorrutetta käytettiin 36 °C:ssa, ja se valui täysin pois pallon päältä välittömästi, joten jääkaappisäilytys olisi ollut tarpeeton. Todettiin, että liivate on tarpeellinen.

12.7 Koe-erä 5

Reseptiin käytettiin valkosuklaata, kermaa, vettä ja liivatetta. Kerman määrästä 63 % korvattiin vedellä koe-erään 3 nähden. Liivatteen määrä kokonaismassasta oli 1,7 %. Valkosuklaa temperoitiin. Veden lisäys reseptiin alensi kuorutuslämpötilaa. Kuoruttaminen suoritettiin 31,8 °C:ssa, jolloin siitä tuli sopivan paksu ja 29,5 °C:ssa, jolloin se oli liian paksua dipattavaksi. Kuorrutteen väri pysyi hyvänä jäähmettyessään, eikä pinta ollut enää kuplainen. Vuorokauden jääkaappisäilytyksen jälkeen molempien pintaan oli hionnut vesipisaroita.

12.8 Koe-erä 6 ja 7

Koe-erien perusresepti pysyi samana, kuin koe-erän 5, mutta liivateiden määrää muutettiin. Koe-erästä 6 vähennettiin 25 % liivatetta. Liivatteen osuus kokonaismassasta ennen vähennystä oli 1,7 % ja jälkeen 1,3 % eli kokonaismassa väheni 0,4 %.

Koe-erästä 7 vähennettiin 50 % liivatetta. Liivatteen osuus kokonaismassasta ennen vähennystä oli 1,7 % ja jälkeen 0,9 % eli kokonaismassa väheni 0,8 %.

Kuorrutettuja vanukaspalloja arvioitiin noin tunnin jääkaappisäilytyksen jälkeen. Koe-erästä 7 tuli liian löysää, ja optimaalista kuorrutuslämpötilaa oli hankala löytää.

Koe-erä 6 valittiin lopulliseksi kuorrutustuotteeksi ja kuvassa 18 näkyvät kuorrutukset kolmessa eri lämpötilassa. Vuorokauden säilytyksen jälkeen koe-erällä 6 kuorrutetut vanukaspallot eivät hionneet yhtä paljon pinnalle vesipisaroita kuin koe-erässä 5, ja kuorrute pysyi lusikoitavana. Tälle kuorrutteelle myös löydettiin sopiva kuorrutuslämpötilaikkuna välillä 25-30 °C, jolloin kuorrute toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Yli 30-asteinen kuorrute jäi pallon pinnalle liian ohueksi ja läpikuultavaksi sekä oli rakenteeltaan valuva. Alle 25-asteinen kuorrute alkoi olla liian paksua, jolloin pinnasta tuli epätasainen ja kerroksesta liian paksu.



Kuva 18. Koe-erän 6 kuorrutukset eri lämpötiloissa.

12.9 Koe-erä 8

Otettiin käyttöön jauhemainen vihreä elintarvikeväri, jolla saatiin hieman erisävyinen vihreä, kuin aiemmilla nestemäisillä väreillä. Väri näkyy kuvassa 19, jossa kuorrutettua vanukaspalloa on säilytetty jääkaapissa noin vuorokausi.



Kuva 19. Uusi värijauhe kuorrutuksessa.

Koe-erään lisättiin maissitärkkelystä (kokonaismassan nousu 4 %), jotta saatiin selvitettyä sen vaikutus kuorrutteen ”nahkoittumiseen”. Kuorrutteesta tuli hyvin kimmoissa ja vaikeasti lusikoitava. Maissitärkkelys aiheutti myös vesipisaroiden runsaan kondensoitumisen pallon pinnalle. Nämä ominaisuudet oli nähtävissä noin vuorokauden jääkaappisäilytyksen jälkeen. Maissitärkkelyksen käyttö hylättiin.

13 TUOTTEEN VIIMEISTELY

Lopullisen vanukaspallon kanssa valmistettiin leipomon pyynnöstä kinuskia sisältävä brownie-leivonnainen. Kehitettiin kaksi erilaista leivosta, joissa toiseen kinuski tuli taikinaan ja toiseen päälle koristeeksi. Kuvassa 20 näkyvät valmiit tuotteet.



Kuva 20. Valmiit tuotteet.

Tuotteet esiteltiin leipomolle, joka jatkokehittää ne lopulliseen myytävään kuntoon. Todettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa, että happaman vanukaspallon ja makean brownien yhdistelmä oli toimiva.

14 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN KULUTTAJATESTI

Aistinvaraisen arvioinnin kuluttajatesti järjestettiin Ammattikorkeakoulun neljännen vuoden elintarviketekniikan ja laboratoriotekniikan opiskelijoille, jotka toimivat kouluttamattomana kuluttajaraatina. Arviointi pidettiin Lemminkäisenkadun aistinvaraisen arvioinnin tilassa erillisissä arviointikopeissa. Testiin osallistui 19 arvioijaa.

Aistinvaraisen arvioinnin tarkoituksena oli selvittää näytteiden rakenteellisia ominaisuuksia, kuten suutuntumaa ja tuotteen ulkonäköä. Tietoa kerättiin myös esimerkiksi happamuudesta ja kuorrutteen ominaisuuksista. Testi suoritettiin, jotta saatiin valittua lopullinen tuote.

Aistinvarainen arviointi suoritettiin kahdella eri vanukasnäytteellä. Näytteille valittiin kolminumeroiset satunnaisluvut. Näyte 836 vastasi koe-erää 16 ja näyte 475 vastasi koe-erää 17, joka sisälsi 20 % vähemmän maissitärkkelystä kuin koe-erä 16. Näytteet valmistettiin arviointia edeltävänä päivänä, ja niitä säilytettiin jääkaapissa 24 tunnin ajan noin 4-6 °C:ssa. Molempien näytteiden kuorrutukset valmistettiin samalla reseptillä käyttäen koe-erää 6 ja kuorutus tapahtui samalla tavoin.

Näytteet olivat puolikkaita vanukaspalloja, joissa oli tummasta suklaasta valmistettu koriste, kuten kuvassa 21 näkyy. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset on esitetty kappaleessa 16.7.



Kuva 21. Aistinvaraisen arvioinnin näyte 836.

Liitteessä 1 on esitelty aistinvaraisen arvioinnin kyselykaavake. Testissä raati arvioi mieltymyksiään kahden eri näytteen välillä annetuilla asteikoilla. Asteikkoina toimivat kasvonilmeasteikot (hymynaamat) ja luokka-asteikot välillä 1-5. Kaavakkeessa kysyttiin myös sanallista mielipidettä.

15 REOLOGISET MITTAUKSET

Opinnäytetyön reologiset mittaukset suoritettiin Anton paar MCR 102 – reometrillä. Mittapäänä käytettiin CP-50 – levy-kartiomittapäättä, jonka kartion aste on $0,997^\circ$ sekä PP-15 - levy-levy mittapäättä. Eri vanukasresepteillä suoritettiin amplitudi- ja frekvenssipyyhkäisymittauksia, virtausominaisuusmittauksia sekä viskositeetti- ja tiksotropiamittauksia. Kaikista vanukkaan mittauksista suoritettiin rinnakkaismittaukset.

Amplitudimittaukset suoritettiin kaikilla mitatuilla vanukasnäytteillä. Mittauksia tehtiin sekä pakastetuille (-18°C) että pakastamattomille ($4-6^\circ\text{C}$) näytteille. Kaikki näytteet mitattiin vuorokauden säilytyksen jälkeen ja pakastetut näytteet sulatettiin ennen mittauksia. Mittaukset suoritettiin jääkaappilämpöisille näytteille. Reometrin lämpötilaksi asetettiin 20°C .

Frekvenssimittaukset suoritettiin samoille vanukasnäytteille kuin amplitudimittaukset, mutta reometrin lämpötilaksi asetettiin 25°C .

Viskositeetti- ja tiksotropiamittaukset suoritettiin vastaaville vanukasnäytteille kuin amplitudimittaukset, mutta reometrin lämpötilaksi asetettiin 20°C .

Kaikista vanukkaan koe-eristä ei suoritettu reologisia mittauksia, sillä niistä suoritettiin vain aistinvaraista arviointia ulkonäön, värin ja maun suhteen.

Kuorrutteen koe-eristä suoritettiin virtausominaisuusmittauksia. Mittaukset suoritettiin saman tien valmistuksen jälkeen kuorrutteen saavutettua haluttu mittauslämpötila. Mittaukset suoritettiin $23-35^\circ\text{C}$:ssa.

Tuloksiin pyrittiin valitsemaan tärkeimpiä tuloksia.

16 TULOKSET

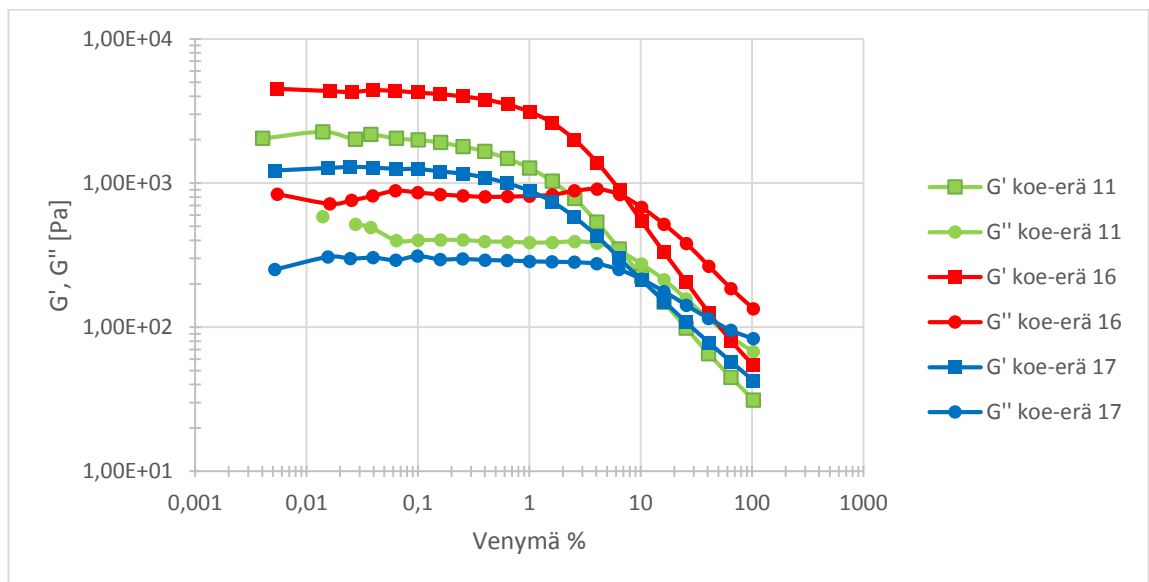
16.1 Vanukkaan amplitudimittausten tulokset

Vanukkailla suoritetuilla amplitudimittauksilla määritettiin näytteiden LVE-alueet, joita käytettiin myöhemmin frekvenssimittauksissa.

Amplitudimittausten parametrit:

Venymä 0,01 – 100 %

Kulmafrequenssi 10 rad/s



Kuvio 2. Amplitudimittaus.

Kuviossa 2 esitetään koe-erien 11, 16 ja 17 amplitudimittaukset. Kaikki näytteet olivat pakastettuja (noin 24 tuntia, -18 °C) ja sulatettuja. Mittaus tehtiin jääkaappilämpöisille näytteille huoneenlämmössä. Kaikki mitatut koe-erät mukailevat vastaavanlaista käyrää, jossa elastinen moduuli G' on korkeammalla kuin viskoottinen moduuli G'' . LVE-alueen venymäksi valittiin 0,09 tai 0,1 % näytteestä riippuen, jolloin rakenne on varmuudella hyvä, sillä joidenkin näytteiden rakenne muuttuu jo alle 1 %:ssa.

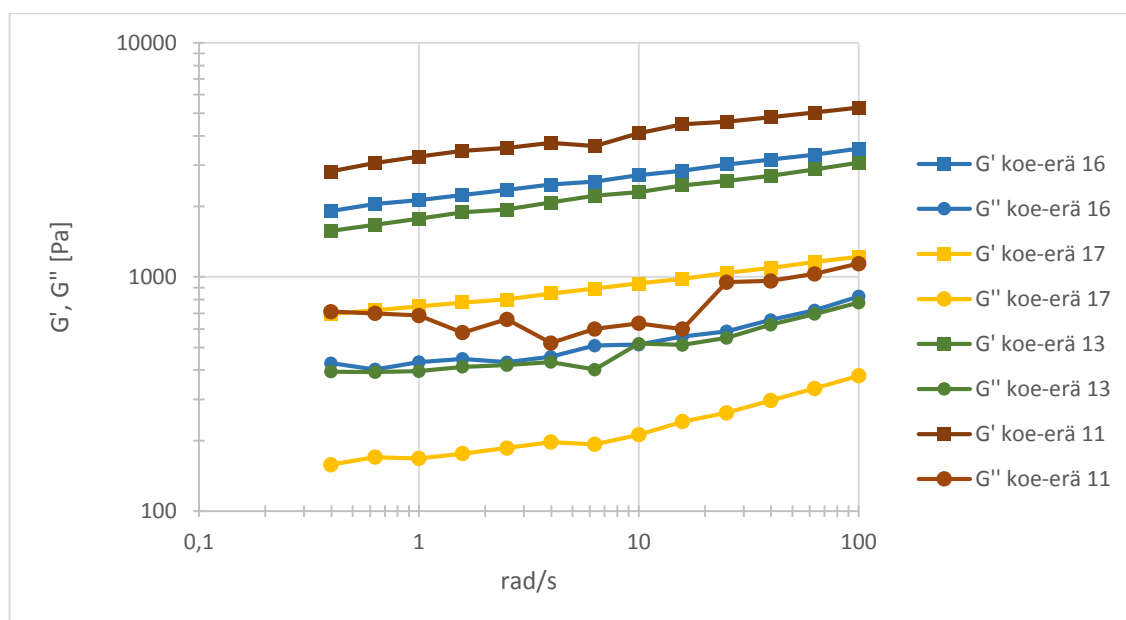
16.2 Vanukkaan frekvenssimittausten tulokset

Frekvenssimittauksilla saatiin selvitettyä koe-erien rakenne-eroja elastisen ja viskoottisen moduulin sekä häviötekijän avulla. Frekvenssimittaukset sijoitettiin amplitudimittauksessa saadulle LVE-alueelle, jolloin se kuvaa näytettä normaali-tilassa.

Frekvenssimittausten parametrit:

Venymä 0,09 % tai 0,1 %

Kulmafrequenssi 100 – 0,1 rad/s



Kuvio 3. Frekvenssimittaus.

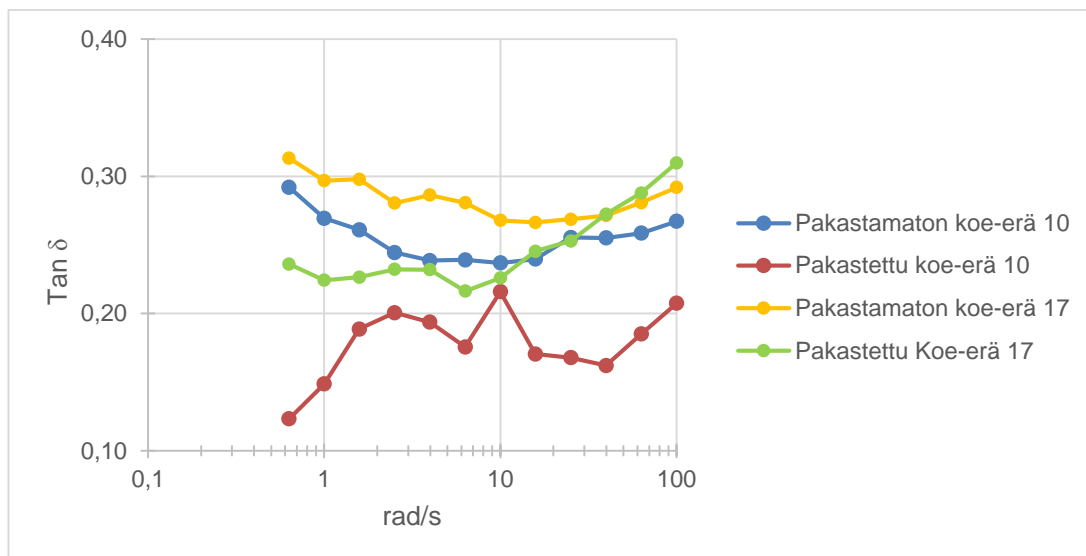
Kuvio 3 esittää neljän koe-erän rakenteellisia eroja. Kaikilla näytteillä elastinen moduuli G' sijaitsee korkeammalla kuin G'' , joka kertoo näytteiden olevan rakenteeltaan enemmän kiinteitä kuin nestemäisiä.

Koe-erä 11 toimii tässä mittauksessa vertailunäytteenä. Koe-erässä 13 on vain 8,5 % vähemmän taloussokeria kuin koe-erässä 11. Koe-erässä 16 ja 17 on koe-erään 11 nähden 8,5 % vähemmän sokeria, 10 % enemmän sitruunahappoa ja pyreiden suhteet ovat 1/4 pakastepyreetä ja 3/4 pullopyreetä (koe-erässä 11 1/2

ja ½). Koe-eriä 16 ja 17 vertailtiin myös niiden maissitärkkelyspitoisuuden eron vuoksi, jolloin saatiin selville kuinka suuresti sen vähentäminen vaikuttaa rakenteeseen. Koe-erässä 17 on 20 % vähemmän maissitärkkelystä koe-erään 16 nähden. Nämä neljä koe-erää valittiin, sillä haluttiin nähdä miten raaka-aineiden pienet muutokset vaikuttavat rakenteeseen.

Kuviosta voidaan nähdä, että koe-erä 17, joka sisältää vähiten maissitärkkelystä, omaa pienimmät arvot, eli on rakenteeltaan huomattavasti muita juoksevampaa. Tämä johtuu tärkkelyksen kyvystä muodostaa geelimäistä rakennetta, kun kuumen veden kineettinen energia hajottaa tärkkelysmolekyylien väliset vetysidokset. Tärkkelys muodostaa uusia vetysidoksia veden kanssa ja turpoaa. Koska maissitärkkelyksen määrää on vähennetty, myös turpoaminen vähenee. Koe-erä 16 on reseptiltään muuten sama kuin 17, mutta maissitärkkelyksen määrä on suurempi, joka aiheuttaa enemmän rakenteen turpoamista.

Koe-erä 13 sisältää vähemmän sokeria, eli vähemmän kuiva-ainetta kuin koe-erässä 11 ja sen elastinen moduuli on pienempi. Koska kuiva-ainepitoisuuden ero on vain 0,5 % erot mittaustuloksissa eivät välttämättä johdu tästä. Koe-erien 11 ja 13 reseptit olivat muuten samat, joten tulosten ero voi johtua esimerkiksi valmistusvaiheessa vahingossa tapahtuneista eroista (esimerkiksi kiehausvaiheen pituus). Koe-erät 11 ja 13 sisältävät saman määrän maissitärkkelystä kuin koe-erä 16, ja niiden moduulit sijaitsevatkin hyvin lähellä toisiaan. Tästä voidaan päätellä, että maissitärkkelyksen määrä vaikuttaa rakenteeseen huomattavasti enemmän kuin muut raaka-aineiden muutokset.



Kuvio 4. Häviötekijät.

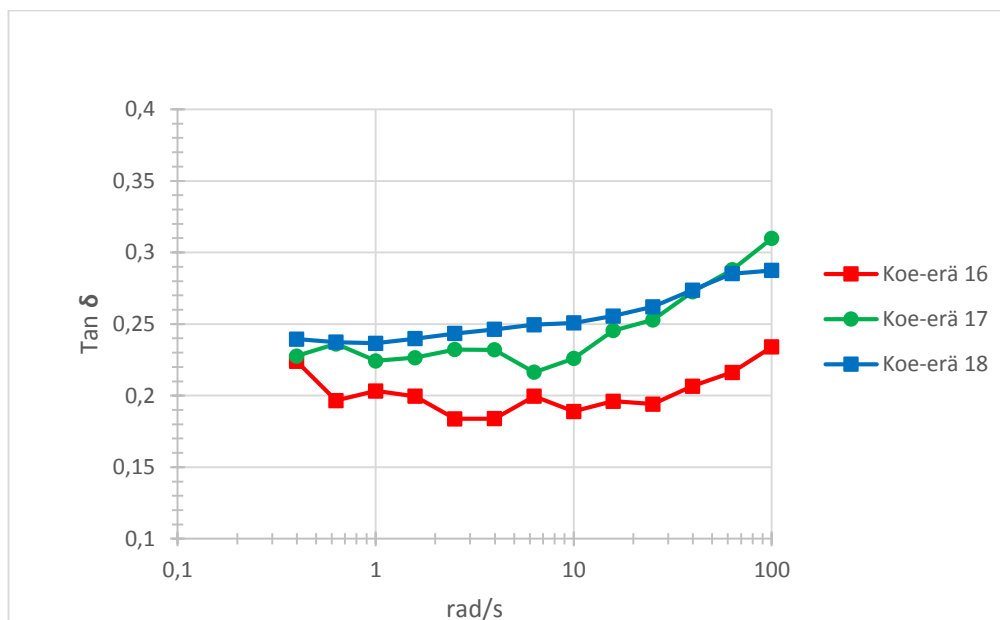
Kuvio 4 esittää kahden koe-erän pakastamatonta (säilytys noin vuorokauden ajan jääkaapissa 4-6 °C:ssa) sekä pakastettua versiota (säilytys noin vuorokauden ajan pakastimessa -18 °C:ssa) ja niiden häviötekijöitä. Pakastettu näyte sulatettiin ja molemmat näytteet mitattiin 25 °C:ssa jääkaappikylminä.

Koe-erät 10 ja 17 valittiin, jotta nähdään vaikuttaako maidon ja kerman suhde rakenteeseen. Haluttiin myös nähdä, miten pakastaminen vaikuttaa näytteen rakenteeseen. Koe-erässä 10 puolet vispikermasta korvattiin rasvattomalla maidolla, koe-erässä 17 käytettiin pelkkää vispikermää. Maidossa on proteiineja 3,3 g / 100 g ja vispikermassa 2,1 g / 100 g.

Molempien koe-erien näytteiden häviötekijät ovat < 1, jolloin tuotteella on enemmän kiinteitä kuin nestemäisiä ominaisuuksia. Molempien koe-erien pakastamatomat näytteet sijaitsevat kuvaajassa korkeammalla kuin pakastetut, eli ovat nestemäisempiä.

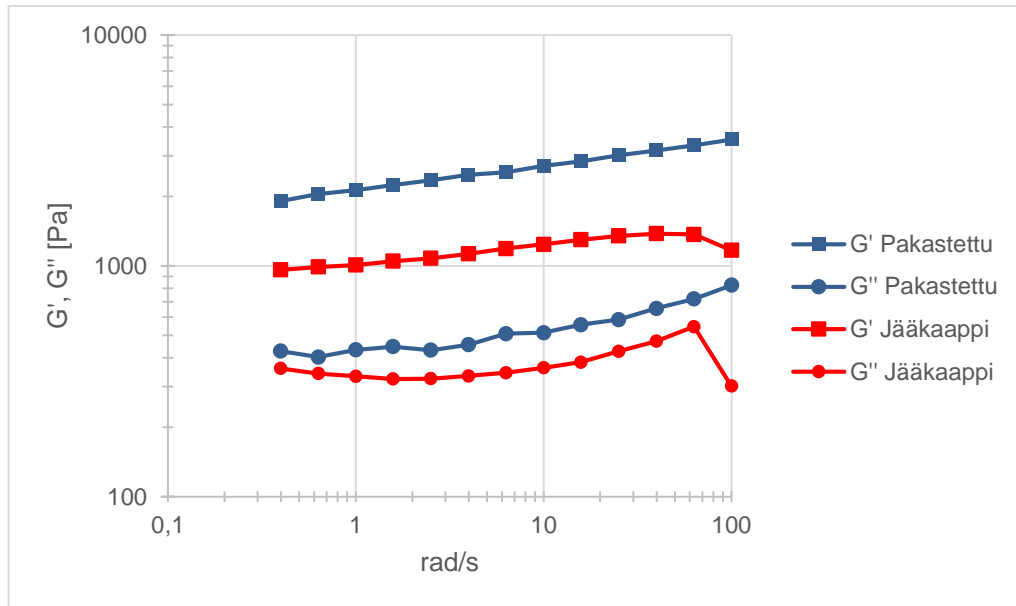
Pakastetut näytteet saattavat olla kiinteämpiä pakastuksesta johtuvan proteiinien denaturaation vuoksi, jolloin laskorakenne jatkaa avautumistaan ja rakenne saostuu. Koska koe-erässä 10 on enemmän proteiineja maidon vuoksi, kuin koe-erässä 17, proteiinien denaturaatio aiheuttaa sakeamman rakenteen. Pakaste-

tuiden näytteiden arvoissa näkyy poikkeamia, jotka voivat olla selitettävissä sulatettaessa syntyvistä nestepisaroista. Koe-erässä 17 on käytetty vähemmän maissitärkkelystä, jolloin sillä on hieman vähemmän kiinteitä ominaisuuksia kuin koe-erä 10.



Kuvio 5. Maissitärkkelyksen määrän vaikutus rakenteeseen.

Kuviossa 5 on esitetty kolmen koe-erän häviötekijät. Koe-erien 16–18 resepteissä vaihtelevat ainoastaan maissitärkkelyspitoisuudet. Koe-erässä 18 on 20 % enemmän maissitärkkelystä kuin koe-erässä 16 ja koe-erässä 17 on 20 % vähemmän kuin koe-erässä 16. Koe-erässä 16 maissitärkkelyksen osuus kokonaisuudesta oli 3,2 %, koe-erässä 17 2,6 % ja koe-erässä 18 3,8 %. Vaikka maissitärkkelyspitoisuuden muutokset ovat hyvin pieniä, niillä voi olla suuri vaikutus rakenteeseen sen pitkien polymeeriketjujen takia. Reseptien perusteella oletettiin, että eniten tärkkelystä sisältävä koe-erä 18 olisi kokonaisjäykkyydeltään suurin tärkkelyksen gelatinoitumisen vuoksi, mutta kuvion mukaan koe-erät 16 ja 17 ovat hieman kiinteämpiä. Kaikki tulokset kuitenkin sijaitsevat hyvin lähellä toisiinsa, joten esimerkiksi pienet erot vanukkaan valmistuksessa tai mittauksessa voivat vaikuttaa tuloksiin.



Kuvio 6. Säilytystavan vaikutus vanukkaan rakenteeseen.

Kuvio 6 esittää koe-erän 16 rakennetta viikon pakastuksen jälkeen (-18 °C), sekä viikon jääkaappisäilytyksen (4-6 °C) ja vuorokauden pakastuksen jälkeen (-18 °C). Mittaus tehtiin sulatetuille näytteille jääkaappilämpötilassa ja reometrin lämpötilana oli 25 °C.

Mittaus tehtiin, jotta nähtiin onko säilytystavalla merkitystä vanukkaan rakenteeseen. Toimeksiantajan leipomolla vanukasmassaa säilytetään aluksi noin 0 °C:ssa enintään viikon ajan, jonka jälkeen vanukaspallot pakastetaan. Mittaus suoritettiin koe-erällä 16, koska toimeksiantaja piti reseptiä onnistuneena.

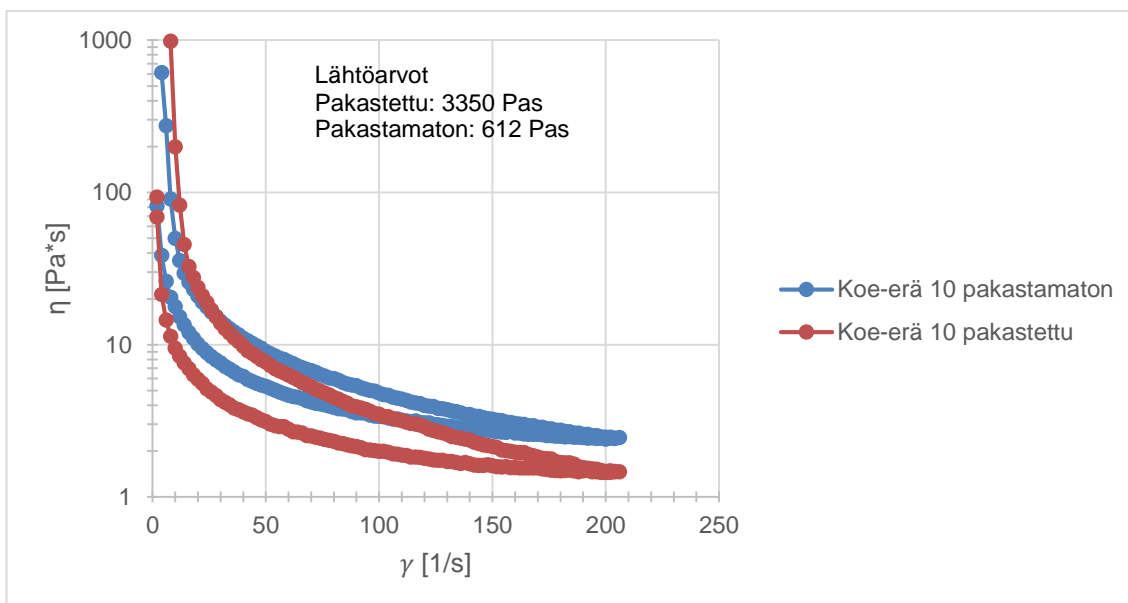
Välittömästi pakastettu näyte sisältää nopean pakastuksen ansiosta pienempiä vesikiteitä, joten sen rakenne on sulaessaan säilynyt kiinteämpänä. Pidempi pakastusaika voi vaikuttaa myös proteiinien denaturaatioon, jolloin rakenteesta tulee kiinteämpi.

16.3 Vanukkaan viskositeettimittausten tulokset

Viskositeettimittausten parametrit:

Mittausaika: 410 s

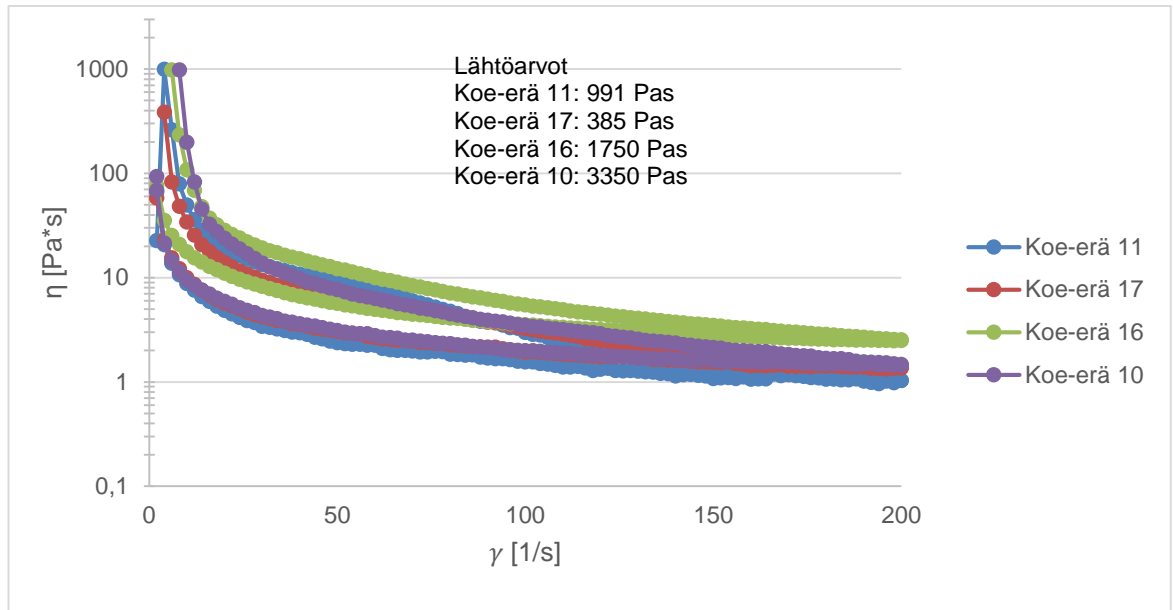
Leikkausnopeus: 0...100 1/s, 100 1/s, 100...0 1/s



Kuvio 7. Vanukkaan viskositeetti ja palautuvuus (pakastettu ja pakastamaton).

Kuvio 7 esittää koe-erän 10 viskositeettikuvaajia. Näytteissä puolet kermasta oli korvattu maidolla. Pakastettu näyte mitattiin vuorokauden pakastuksen jälkeen (-18 °C) sulatettuna ja pakastamaton vuorokauden jääkaappisäilytyksen (4-6 °C) jälkeen jääkaappilämpötilassa. Reometrin lämpötilaksi asetettiin 20 °C. Mittauksella haluttiin selvittää maidon vaikutusta rakenteen säilyvyyteen sekä pakastettuna että pakastamattomana. Tähän valittiin koe-erä 10, sillä aiemmin havaittiin maidon aiheuttavan rakeista ulkonäköä ja suutuntumaa vanukkaaseen.

Kuviosta nähdään, että sekä pakastamaton että pakastettu versio palautuvat rasituksesta yhtä hyvin. Pakastetun näytteen lähtöarvot ovat korkeammat kuin pakastamattoman, johtuen mahdollisesti sulaessa tapahtuneesta rakenteen muutoksesta. Tämä taas voi johtua maidon korkeasta vesipitoisuudesta. Kuviosta nähdään, että vanukas käyttäytyy leikkausohenteisesti.



Kuvio 8. Vanukkaan viskositeetti ja palautuvuus.

Mittaukset on tehty pakastetuista (noin 24 tuntia, $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja sulatetuista näytteistä jääkaappikylminä huoneenlämmössä. Mittaukseen valittiin neljä koe-erää, joilla kaikilla on eroavaisuuksia resepteissä, jotta nähdään muutosten vaikutus viskositeettiin ja palautuvuuteen. Koe-erässä 10 puolet kermasta korvattiin maidolla, kun taas koe-erässä 11 käytettiin pelkkää kermää. Koe-erässä 16 ja 17 on koe-erään 11 nähden 8,5 % vähemmän sokeria, 10 % enemmän sitruunahappoa ja pyreiden suhteet ovat 1/4 pakastepyreetä ja 3/4 pullopyreetä (koe-erässä 11 1/2 ja 1/2). Koe-erässä 17 on 20 % vähemmän maissitärkkelystä koe-erään 16 nähden.

Kuviosta 8 voidaan havaita, että muutokset koe-erissä eivät vaikuta suuresti viskositeettimittausten tulokseen, vaan kaikki käyrät noudattavat samaa kaavaa. Suurella rasituksella kaikkien viskositeettiarvot putoavat lähelle arvoa 1 Pas, vaikka lähtöarvoissa on hieman eroavaisuuksia. Kaikki koe-erät myös palautuvat samaan tapaan.

16.4 Vanukkaan tiksotropiamittausten tulokset

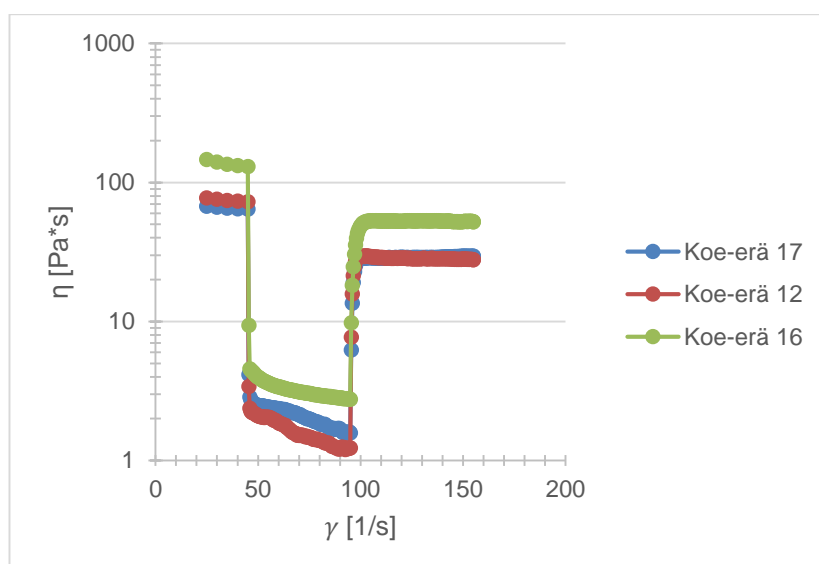
Tiksotropiamittauksella selvitettiin, miten eri vanukaserät palautuvat suuresta äkillisestä rasituksesta. Mittaus suoritettiin pakastetuille (noin 24 tuntia, $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja sulatetuille näytteille jääkaappilämpöisinä huoneenlämmössä. Koe-erä 12 sisältää kermaa 2/3 ja maitoa 1/3, koe-erät 16 ja 17 sisältävät pelkkää kermaa. Koe-erässä 17 on 20 % vähemmän maissitärkkelystä kuin koe-erissä 12 ja 16.

Tiksotropiamittausten parametrit:

Mittausaika: 200 s

Leikkausnopeus: 0-45 s: 1 1/s; 46-95 s: 100 1/s; 96-200 s: 1 1/s

Kuviosta 9 voidaan havaita, että vanukkaat eivät palaudu samalle tasolle kuin ennen rasitusta, joten niiden rakenne on rikkoutunut; viskositeetti on matalampi, sillä näyte ei enää vastusta virtausta. Kaikki mitatut vanukaserät palautuvat samantyyppisesti, vaikka niissä on koostumuksellisia eroja. Maitoa sisältävän koe-erän 12 viskositeetti-arvot putoavat alimmas rasituksessa, sillä se sisältää enemmän vettä ja vähemmän rasvaa kuin pelkkää kermaa sisältävät näytteet. Näytteiden sisältämä rasva auttaa niitä palautumaan rasituksesta.



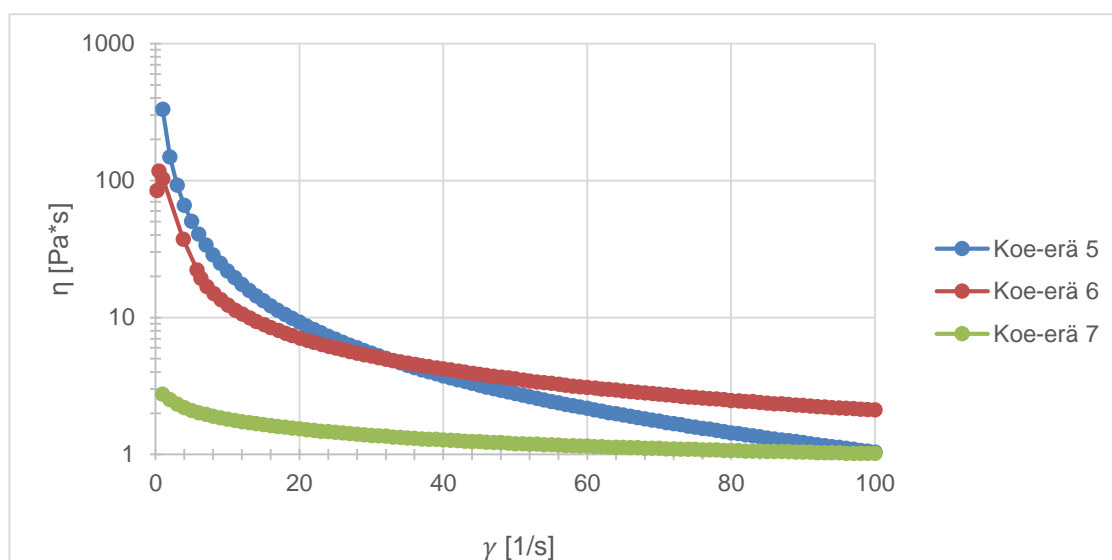
Kuvio 9. Tiksotropiamittaus.

16.5 Kuorrutteen mittaustulokset

Kuorrutteen käyttäytymistä mitattiin virtausominaisuusmittauksilla, joissa viskositeettia mitattiin leikkausnopeuden funktiona. Mittaukset suoritettiin välittömästi kuorrutuksen valmistuksen jälkeen, kun oikea lämpötila oli saavutettu. Kuorrutteiden valmistukseen ja mittauksiin osallistui myös Prosessitekniikka 3 – kurssin opiskelijoita.

Kuvio 10 esittää kolmea eri koe-erää 25 °C:ssa.

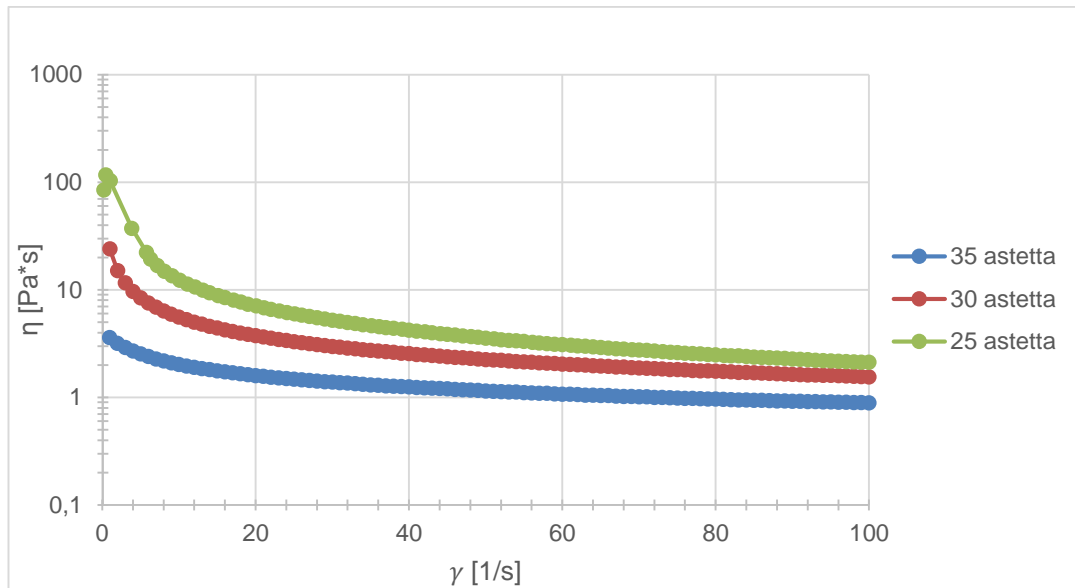
Koe-erässä 6 on 25 % ja koe-erässä 7 50 % vähemmän liivatetta koe-erään 5 nähden. Koe-erä 7, joka sisältää vähiten liivatetta, sijaitsee alimpana kuvaajassa. Eniten liivatetta sisältävän koe-erä 5:n ensimmäiset mittauspisteet sijaitsevat korkeimmalla, mutta rasituksen kasvaessa alittavat koe-erä 6:n viskositeettiarvot. Alkupään arvoista nähdään, miten vähiten liivatetta sisältävä koe-erä 7 on viskositeetiltaan muita huomattavasti pienempi. Kuorrutteen valmistuksessa ja säilytyksessä on voinut olla eroa eri valmistajasta johtuen, joka voi selittää eniten liivatetta sisältävän koe-erän 5 viskositeetin laskun.



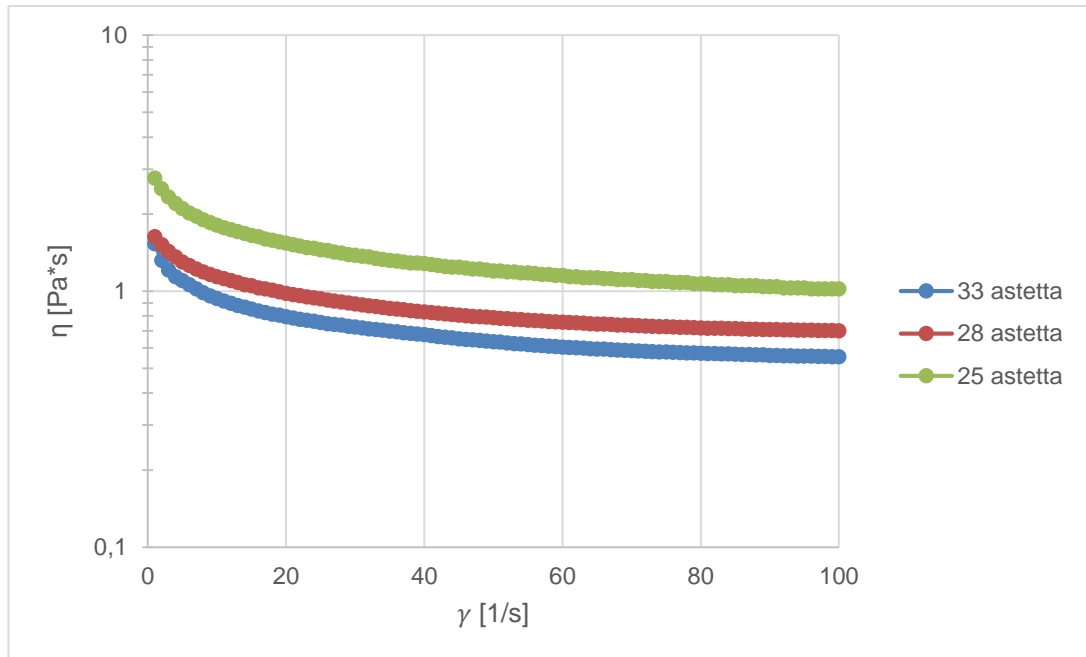
Kuvio 10. Kuorrutteen mittaustulokset 25 asteessa.

Kuvio 11 esittää koe-erän 6 viskositeettimittausta kolmessa eri lämpötilassa. Koe-erä 6 on valittu tuotteen lopulliseksi kuorrutteeksi. Omien kuorrutuskokeilujen aistinvaraisen arvioinnin perusteella on todettu, että 25–30 °C on ollut sopiva

kuorrutuslämpötila optimaalisen paksuuden aikaansaamiseksi (kerros sopivan ohut, pysyy pallon päällä valumatta). 35 °C:inen kuorrute on ollut liian löysää, jolloin kuorrute on valunut pallon päältä. Kuorrutusprosessissa leikkausnopeus ja voima ovat pieniä, jolloin eri kuorrutteiden viskoottiset erot ovat suurimmillaan. Koska tässä tilanteessa kuorruttaminen tapahtuu hitaalla käden liikkeellä, sitä vastaavat kuvion alhaisen leikkausnopeuden viskositeetit.



Kuvio 11. Koe-erän 6 mittaustulokset eri lämpötiloissa.



Kuvio 12. Koe-erän 7 mittaustulokset eri lämpötiloissa.

Kuvio 12 esittää koe-erän 7 viskositeettimittauksia kolmessa eri lämpötilassa. Koe-erä 7 sisältää vähemmän liivatetta kuin koe-erä 6. Kuviosta 12 voidaan nähdä, että viskositeettiarvot ovat huomattavasti matalammat kuin kuviosta 11 koe-erässä 6. Näiden perusteella voidaan olettaa, että liivattien määrän vähentäminen vaikuttaa suuresti viskositeettiin ja siten myös kuorruttamislämpötilaan. Kun liivatetta ja sen säikeisiä proteiineja on vähemmän kuorrutteessa, kuorrutteen raaka-aineiden molekyylien ja liivattien kollageenin välisiä sidoksia muodostuu vähemmän.

16.6 Säilyvyydestin tulokset

Neljälle eri näytteelle suoritettiin säilyvyydesti, joka osoitti säilyykö tuotteet aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan myyntikuntoisina vaaditun kolmen vuorokauden ajan. Tavoitteena oli tarkastella erityisesti eri kuorrutteiden käyttäytymistä säilytyksessä.

Säilyvyydestä suoritettiin MBakeryn kahvilan vitriinissä noin 4-6 °C:ssa kolmen vuorokauden ajan oikeissa myyntiolosuhteissa ilman suojaa. Vitriinissä oli melko kova ilmankierto.

Säilyvyydestä käytettiin kuorrutteina koe-erää 5 ja 6, joissa liivateiden määrä on eri. Koe-erässä 5 on enemmän liivatetta ja koe-erässä 6 vähemmän liivatetta.

Molemmilla koe-erillä kuorutettiin kaksi vanukaspalloa käyttäen kahta eri kuorutuslämpötilaa. Täten samasta kuorrutteesta saatiin yksi paksumpi ja yksi ohuempi kuorrute. Jokaisessa näytteessä käytettiin vanukkaana koe-erää 16. Näytteet numeroitiin 1-4.

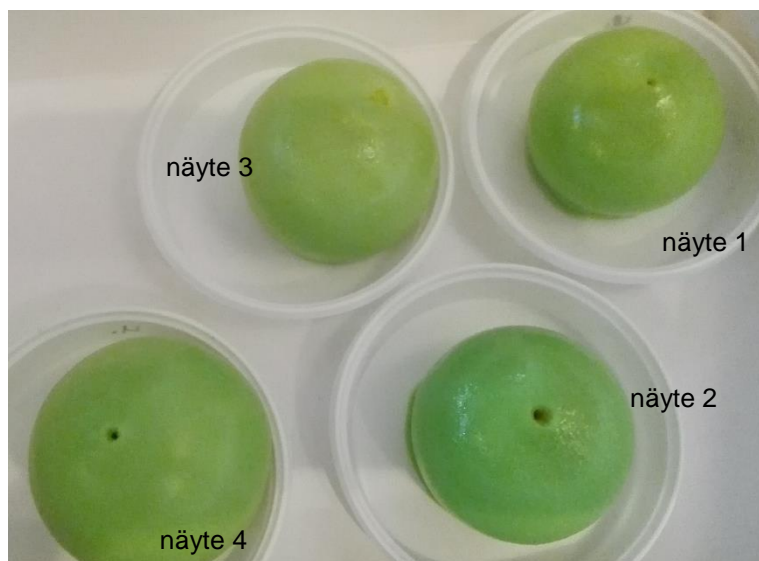
Tulosten perusteella päätettiin vähentää vanukkaan maissitärkkelyksen määrää, sillä se oli muuttunut rakeisen näköiseksi. Todennäköisesti voimakas ilmankierto sai rakenteen kuivumaan. Myös kuvasta 22 nähtävä pieni reikä kuorrutteessa (johtuen kuorutusvälineestä) on voinut vaikuttaa kuivumiseen päästämällä kosteuden pois vanukkaasta.

Vitriinin ilmankierron vuoksi myös kaikki kuorrutteet olivat muuttuneet kovemmiksi ja näyte 4 vaikeasti lusikoitavaksi. Näytteet 1-3 olivat hikoilleet vesipisaroita pinnalle, ainoastaan näyte 4 ei hionnut. Näytteen 4 kuorrute oli kaikista näytteistä paksuin ja tämä saattoi pitää kosteuden vanukkaan sisällä. Suuremman liivatemäärän kuorrutteet olivat jäykempiä liivateen määrän vuoksi.

Tulokset ovat taulukossa 1 ja näytteet kuvassa 22.

Taulukko 1. Säilyvyydestestin tulokset.

	Koe-erä	Kuorrutus- lämpötila °C	Tulokset
Näyte 1	Koe-erä 6	29	Hionnut, kuorrute hieman kovet- tunut, vanukas rakeisen näköinen
Näyte 2	Koe-erä 6	25	Hionnut, kuorrute hieman kovet- tunut, vanukas rakeisen näköinen
Näyte 3	Koe-erä 5	29	Hionnut, kuorrute liian elastinen ja paksu, vanukas rakeisen nä- köinen
Näyte 4	Koe-erä 5	28	Ei hionnut, kuorrute liian paksu, ei lusikoitava, vanukas rakeisen nä- köinen

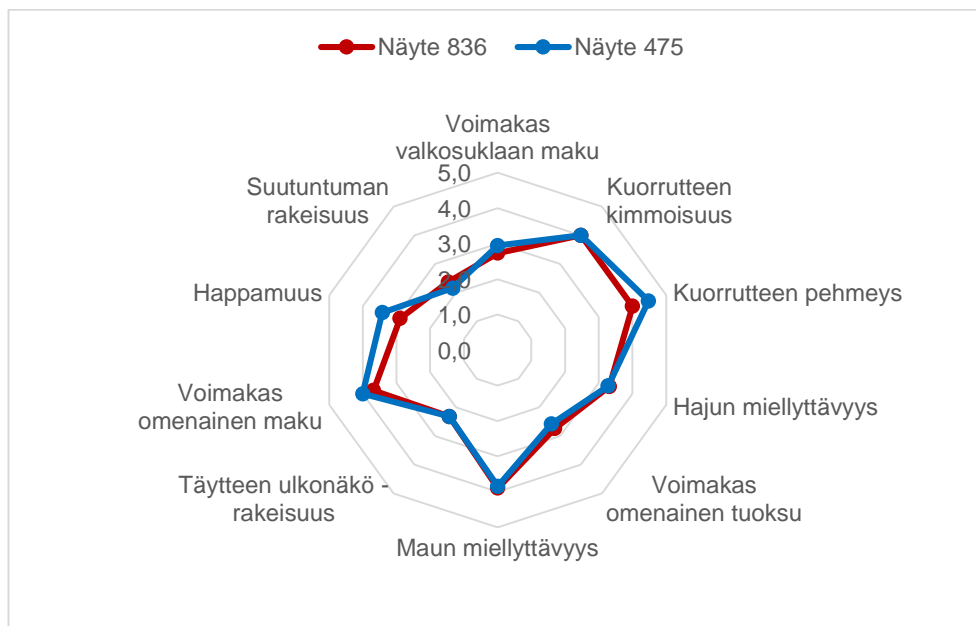


Kuva 22. Säilytystestin näytteet säilytysajan (3 vrk) jälkeen.

16.7 Aistinvaraisen arvioinnin kuluttajatestin tulokset

Kahdella eri vanukasnäytteellä suoritettiin aistinvarainen arviointi kuluttajajaradilla. Näyte 836 vastasi koe-erää 16 ja näyte 475 koe-erää 17 (20 % vähemmän maissitärkkelystä). Näytteet valmistettiin arviointia edeltävänä päivänä, ja niitä säilytettiin kylmiössä (n. 4-6 °C). Ainoastaan näytteiden maissitärkkelyspitoisuus oli eri, muuten näytteet olivat samanlaisia niin koostumukseltaan kuin ulkomuodoltaankin. Kuorrutukset molempiin näytteisiin valmistettiin samalla reseptillä koe-erästä 6. Kuorrutukset pyrittiin suorittamaan kuorrutteen ollessa 25–30 °C:ssa, mutta kuorrutteiden paksuus saattoi vaihdella hieman.

Arvioinnin pääasiallisena tavoitteena oli saada selville oliko näytteiden happamuudessa ja rakenteessa suuria eroja maissitärkkelyksen määrästä johtuen.

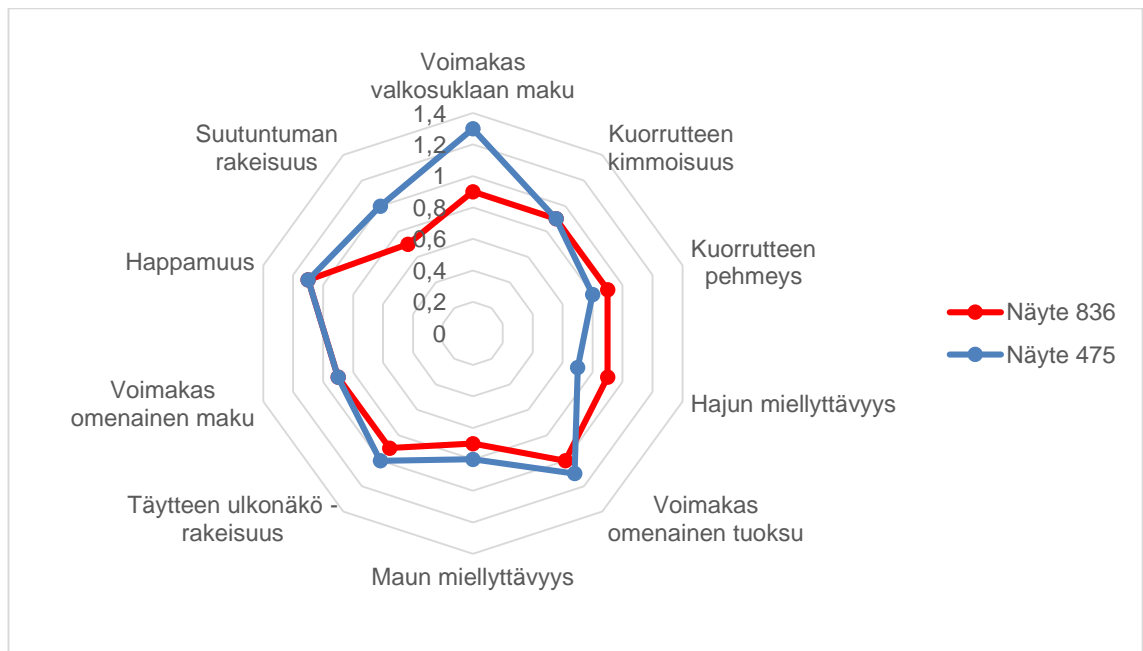


Kuvio 13. Aistinvaraisen arvioinnin keskiarvotulokset.

Kuviosta 13 voidaan nähdä, että arvioinnin keskiarvotulokset eivät suuresti poikkea toisistaan. Pieniä eroja on näytteiden makeudessa: näyte 475 koettiin happamammaksi ja maku hieman omenaisemmaksi. Tämä voi johtua raadin koulut-

tamattomuudesta. Molempien näytteiden ulkonäöllinen rakenne arvioitiin enemmän sileäksi kuin rakeiseksi, joka oli toivottu tulos, sillä sileä ulkonäkö on myynnin kannalta houkuttelevampi.

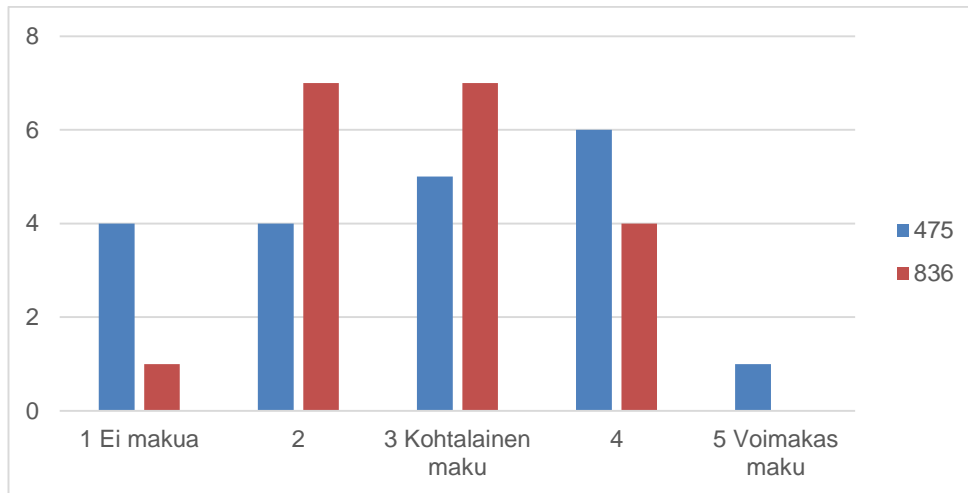
Kuorrutteen valkosuklaan maku oli arvioitu odotettua voimakkaammaksi molemmissa näytteissä, sillä valkosuklaan ei ollut tarkoitus maistua. Kuorrutteen rakenne arvioitiin pehmeämmäksi näytteessä 475. Vaikka kuorrutteiden oli tarkoitus olla molemmissa näytteissä samanlaiset, niiden paksuus on voinut hieman vaihdella kuorrutusnopeuden ja lämpötilan suhteen. Tämä on voinut vaikuttaa pehmeiden lisäksi kimmoisuuteen. Molempien näytteiden maku arvioitiin keski-verta miellyttävämmäksi.



Kuvio 14. Aistinvaraisen arvioinnin keskihajonnat.

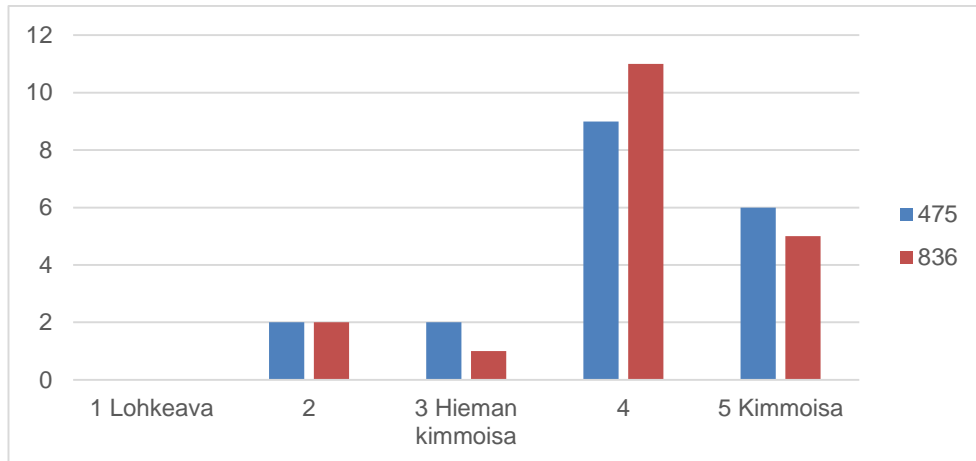
Kuviossa 14 on esitetty tulosten keskihajonnat. Keskihajonta kuvaa, kuinka paljon arvot poikkeavat keskiarvosta. Mitä lähempänä tulokset ovat keskiarvoa sitä pienempi on keskihajonta. Kuvaajassa mitä lähempänä arvot ovat arvoa 0, sitä pienempi on keskihajonta.

Keskihajontaa tarkastellessa voidaan todeta, että näytteiden erot olivat joissain kysymyksissä suuremmat kuin keskiarvot antoivat ymmärtää. Näytteellä 475 eniten hajontaa esiintyy valkosuklaan maussa, happamuudessa ja täytteen ulkonäön rakeisuudessa. Näytteellä 836 hajontaa esiintyy eniten omenan tuoksussa ja happamuudessa. Kaikki keskihajonnat poikkeavat keskiarvoista suhteellisen vähän.



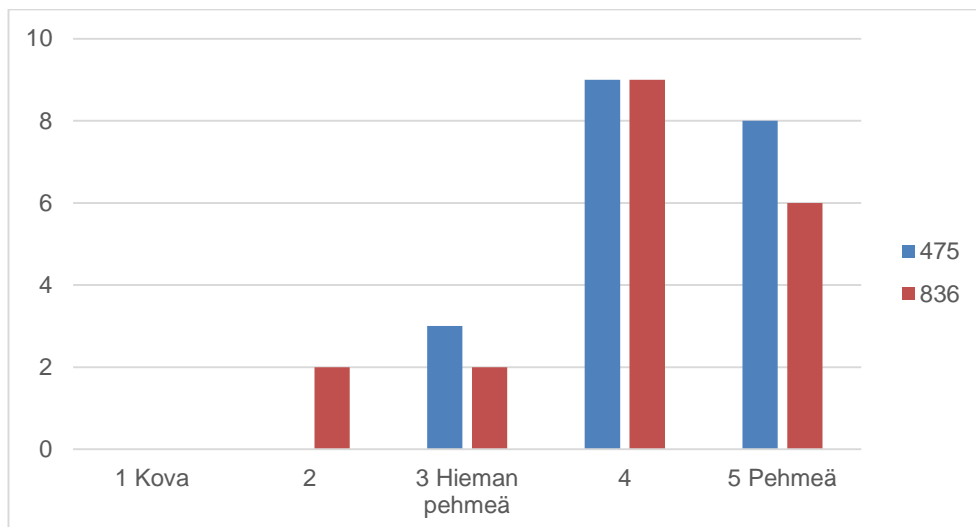
Kuvio 15. Valkosuklaan maun voimakkuus.

Kuviosta 15 nähdään, että arviot valkosuklaan mausta kuorrutteessa ovat hyvin laajasti jakautuneet, vaikka oletuksena oli, että valkosuklaan maku ei ole helposti havaittavissa. Mahdollisesti tieto siitä, että kuorrute sisälsi valkosuklaata, ohjasi arvioijia havaitsemaan maun voimakkaana.



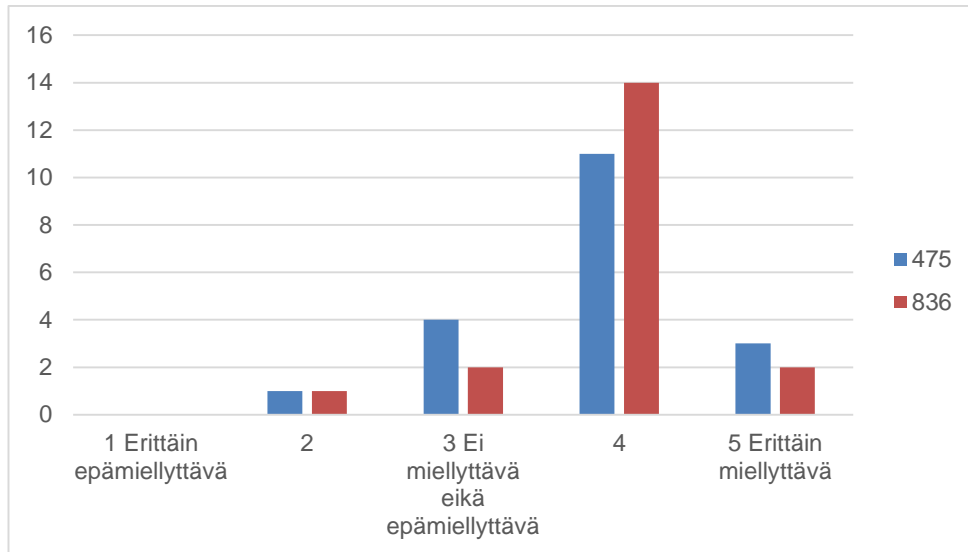
Kuvio 16. Kuorrutteen kimmoisuus.

Kuvio 16 osoittaa, että kuorrute oli molemmissa näytteissä enemmän kimmoisa, kuin lohkeava, kuten oli tarkoituskin. Pienet erot näytteiden välillä voi johtua kuorrutusnopeuden pienistä vaihteluista, jolloin myös paksuus on voinut vaihdella.



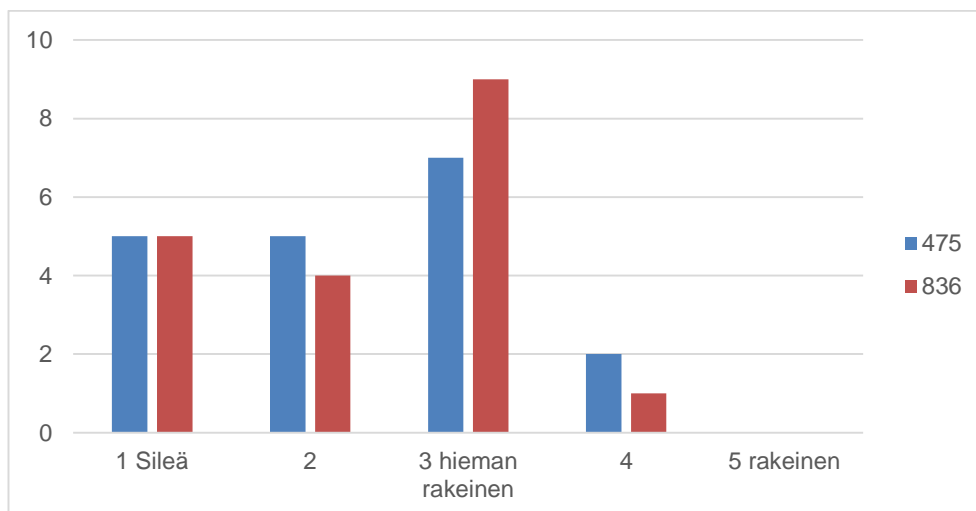
Kuvio 17. Kuorrutteen pehmeys.

Kuorrute oli arvioijien mielestä pehmeää, kuten kuvio 17 osoittaa. Kuorrute oli säilynyt yön yli hyvänä, eikä ollut esimerkiksi kovettunut tai ”nahkoittunut”.



Kuvio 18. Yhteismaun miellyttävyys.

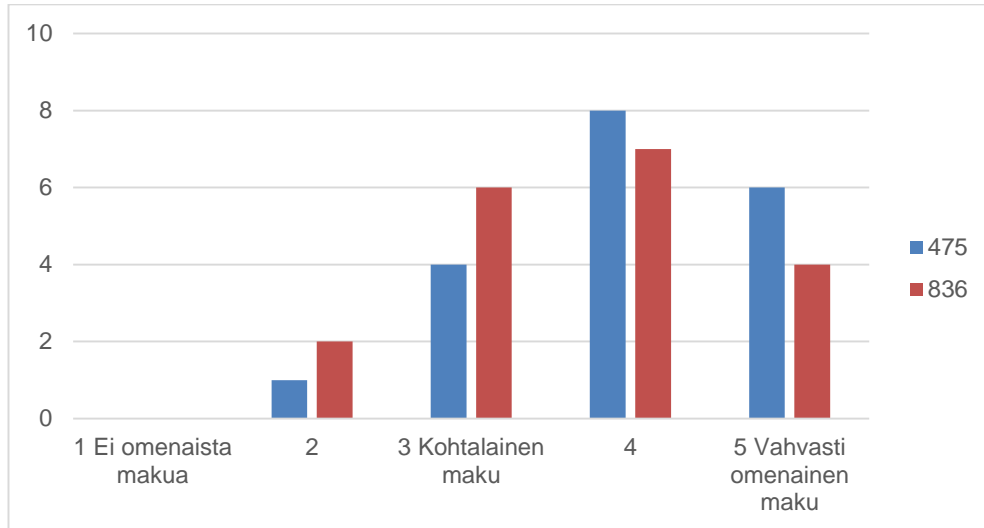
Molemmilla näytteillä maun miellyttävyys arvioitiin hyväksi, kuten kuviosta 18 nähdään. Muutamia arvioita epämiellyttävyydestä voivat johtua esimerkiksi siitä, ettei arvioija pidä omenan mausta tai vanukkaasta ylipäätään. Yhdistelmä voi olla joidenkin mieleen liian erikoinen.



Kuvio 19. Täytteen ulkonäön rakeisuus.

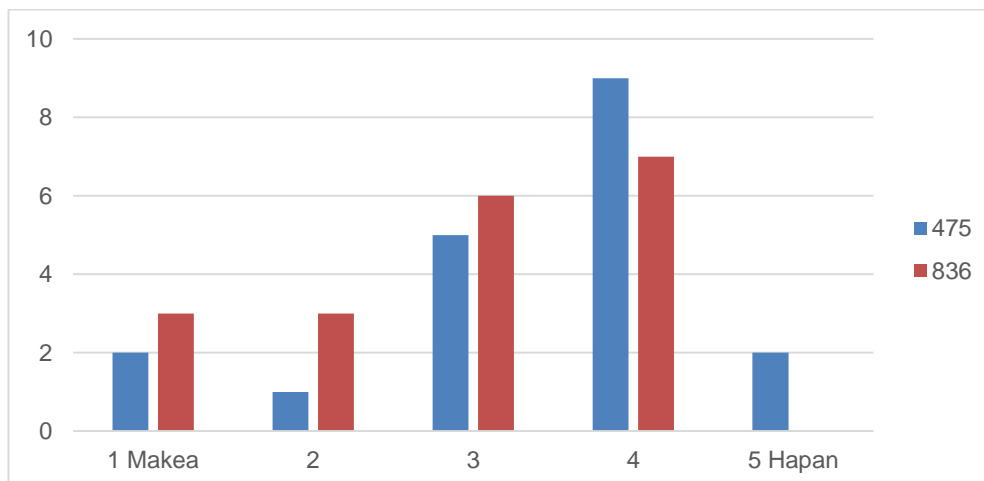
Kuviosta 19 nähdään että, täytteen ulkonäön rakeisuus oli arvioitu pääasiassa sileästä hieman rakeiseen. Näytteiden välillä ei esiintynyt huomattavaa eroa. Pal-

lojen kuorrutustavasta aiheutunut pieni reikä kuorrutuksessa on saattanut vaikuttaa joidenkin näytteiden kohdalla vanukkaan suurempaan kuivumiseen, jolloin rakenne on näyttänyt rakeisemmalta.



Kuvio 20. Täytteiden omenainen maku.

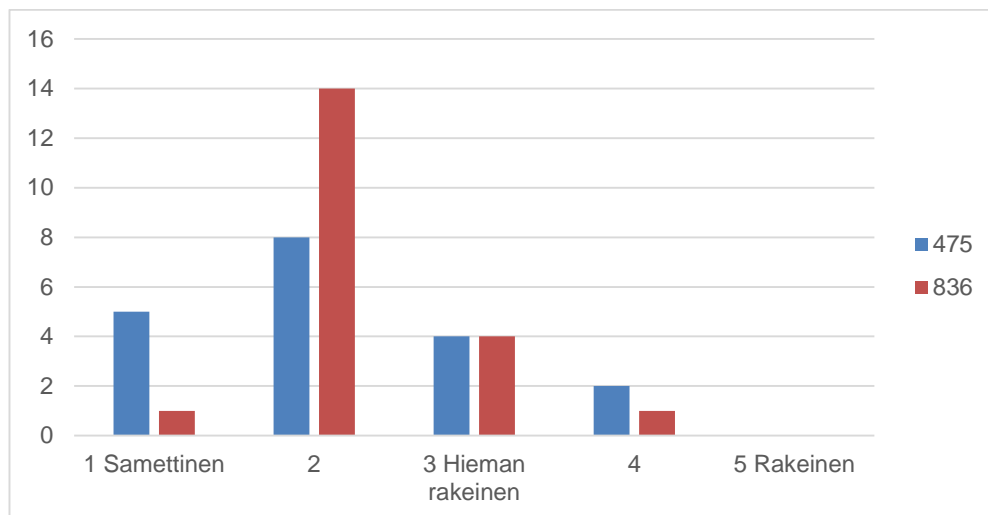
Omenainen maku täytteessä oli arvioitu molemmissa näytteissä melko vahvaksi, joka näkyy kuviossa 20. Tuloksista näkyy molemmilla näytteillä keskihajontaa.



Kuvio 21. Näytteiden makeus.

Tuotteet oli arvioitu happamiksi, mutta myös makeus oli saanut ääniä. Hajontaa on syntynyt, koska jokainen henkilö kokee makeuden ja happamuuden eri tavoin.

Kuten kappaleessa 9.1.1 on todettu, makeuden ja happamuuden aistimiseen voivat vaikuttaa esimerkiksi maistajan ikä, käytetyt lääkkeet (syljen erityys) tai erilaiset sairaudet. Happamuus saattaa olla myös vaikeammin tunnistettava, sillä yleensä makeus opitaan tunnistamaan jo lapsena. Erot saattavat johtua myös raadin kouluttamattomuudesta. Kuviossa 21 nähdään arvioijien mielipiteet.



Kuvio 22. Näytteiden suutuntuma.

Kuviosta 22 nähdään, että suutuntuma on yleisesti arvioitu enemmän samettiseksi kuin rakeiseksi. Näytteiden keskiarvojen välillä ei ollut suurta eroa.

16.7.1 Aistinvaraisen arvioinnin sanalliset kommentit

Arvioinnissa pyydettiin kommentoimaan näytteitä kolmella sanalla ja merkitsemään +/- ilmaisemaan positiivisuutta/negatiivisuutta. Kommenteissa tulee ilmi arvioijien henkilökohtaiset mieltymykset. Positiivisilla kommenteilla oli arvioitu eniten näytteiden sileää rakennetta ja sopivaa happamuutta ja kirpeyttä. Negatiivisissa kommenteissa esiin nousivat näytteiden hämmentävyys ja räikeys. Negatiivisissa kommenteissa oli paljon yksittäisiä kommentteja joita ei voida yleistää yleiseksi mielipiteeksi. Näytteet saivat huomattavasti enemmän positiivisia kuin negatiivisia kommentteja. Esimerkkejä annetuista kommenteista on esitetty taulukossa 2.

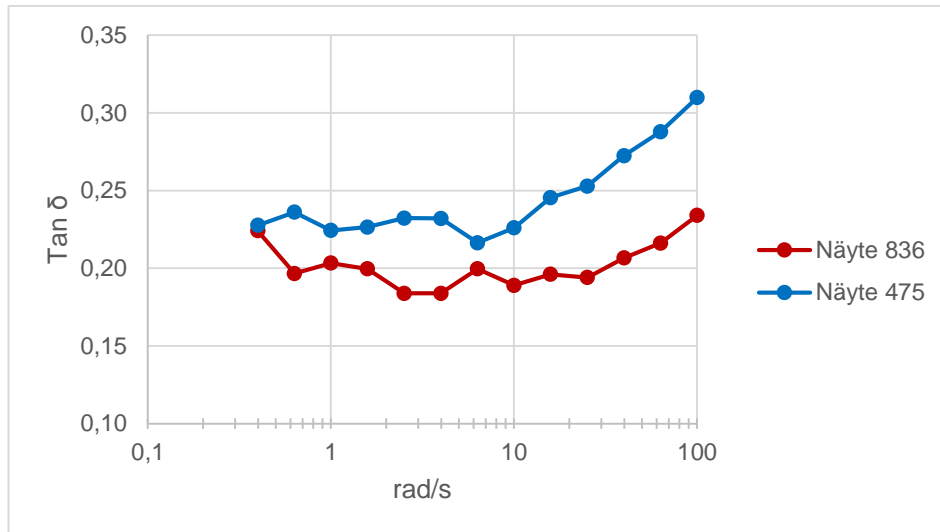
Taulukko 2. Aistinvaraisen arvioinnin sanalliset kommentit.

Positiiviset:	Negatiiviset:
Kirpeys ja happamuus	Räikeän värinen
Koostumus (samettisuus, kuohkeus)	Jännä, hämmentävä
Jännä, outo, erilainen	Kirpeys
Väri	Liian omenainen
Toimiva kokonaisuus	Liian vähän omenainen
Näyttää omenalta	Epämieluisa yhdistelmä
Maku	Hajuton

Arvioijilta kysyttiin, kumpi näytteistä oli parempi. Näytettä 836 (10 ääntä) pidettiin hieman parempana, kuin näytettä 475 (8 ääntä). Syynä tähän saattaa olla näytteen 475 happamuus.

16.7.2 Aistinvaraisen arvioinnin ja reologisten mittausten yhteydet

Reologisilla mittauksilla saatiin tietoa näytteiden rakenteista ja suutuntumasta, joten näitä pystyttiin vertailemaan aistinvaraisen arvioinnin tulosten kanssa. Makua ja tuoksua ei pystytty tulosten avulla vertailemaan. Kuorrutteen vertailu ei onnistunut, sillä molemmissa näytteissä oli sama kuorrute.



Kuvio 23. Aistinvaraisessa arvioinnissa käytettyjen vanukkaiden häviötekijät.

Aistinvaraisessa arvioinnissa näytteen 836 vanukas oli arvioitu hieman rakeisemmaksi kuin näytteen 475. Reologisten mittaustulosten perusteella vanukas 836 on ominaisuuksiltaan hieman kiinteämpi, ja tämän takia luultavasti arvioitu rakeisemmaksi sekä ulkonäöltään että suutuntumaltaan. Kuviossa 23 on esitetty näytteiden häviötekijät.

17 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä pyrittiin kehittämään pallon muotoinen omenavanukas valkosu-
klaapohjaisella kuorrutteella. Reologisia mittauksia käytettiin valmistusparamet-
rien optimointiin ja aistinvaraisen arvioinnin tukena. Vanukkaan rakennetta, teks-
tuuria, makua ja makeutta kehitettiin muokkaamalla alkuperäisreseptiin raaka-ai-
neiden määriä ja suhteita. Tuotekehityksen haasteena oli saada vanukkaasta ra-
kenteeltaan ja suutuntumaltaan samettista, sekä löytää sopiva happamuusaste.
Kuorrutteelle tuli löytää sopiva lämpötila ja täten viskositeetti, jotta kuorutusai-
kaikkunasta saatiin tarpeeksi pitkä, kuorutuksesta tarpeeksi ohut ja sileä, mutta
kuitenkin pysyvä ja kaunis.

Vanukkaan rakenteeseen ja makuun vaikutettiin kokeilemalla kerman ja maidon
eri suhteita reseptissä. Maidon käyttö hylättiin kokonaan sen rakenteeseen ai-
heuttaman rakeisuuden vuoksi. Happamuutta säädettiin sokerin vähennyksellä
ja sitruunahapon lisäyksellä. Maissitärkkelyksen määrän vaikutusta kokeiltiin mo-
nessa koe-erässä ja lopulta päädyttiin vähäisempään maissitärkkelyspitoisuu-
teen. Suuren maissitärkkelyspitoisuuden havaittiin vaikuttavan rakenteeseen ja
suutuntumaan negatiivisesti.

Lopulliseen tuotteeseen on päädytty sekä aistinvaraisen arvioinnin tulosten että
reologisten mittaustulosten perusteella. Kuorrutteesta pystyttiin aistinvaraisesti
arvioimaan kuorrutteelle sopiva kuorutuslämpötila, jonka perusteella kuvaajista
nähtiin suuntaa antavat viskositeettiarvot sekä sopivalle että liian lämpimälle ja
kylmälle kuorrutteelle. Valmiiseen vanukasreseptiin päädyttiin pääasiassa aistin-
varaisten ominaisuuksien perusteella, käyttäen kehityksessä apuna reologisia
mittauksia. Tuotteen lopullisen myyntiin laitettavan muodon päättää MBakery.

Opinnäytetyössä päästiin haluttuihin tavoitteisiin, pois lukien kuorrutteen pinnalle
kondensoituvan veden estäminen. Kuorrutteelle voitaisiin tehdä jatkotutkimuksia
muuttamalla reseptin ja valmistuksen parametreja ja tutkimalla tarkemmin säily-
tyksen vaikutuksia.

LÄHTEET

- Beckett, S. 2000. Science of Chocolate. UK: Royal Society of Chemistry.
- Bourne, M. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press.
- Evira 2011. Elintarvikkeiden säilyvyyden parantaminen. Viitattu 25.11.2015 <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/kasittely+ja+sailyttaminen/sailyvyyden+parantaminen/>
- Evira 2013. Elintarvikkeiden pakastaminen. Viitattu 20.11.2015. <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/elintarvikkeiden+hygieeninen+kasittely/elintarvikkeiden+pakastaminen>
- Evira 2015. Elintarvikkeiden lisäaineet. Viitattu 19.11.2015 <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaineet/e-koodit/?a=showEcode&ecodeId=1906&itemsPerPage=5000>
- Fellows, P. 1990. Food Processing Technology: principles and practice. Englanti: Ellis Horwood Limited.
- Fennema, O. 1996. Food Chemistry. 3rd edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- French Food Exports Inc 2015. Neutral Fond tuotekuvaus. Viitattu 25.11.2015 <http://www.frenchfoodexports.com/neutral-fond.html>
- Glicerina, V.; Balestra, F.; Rosa, M. & Romani, S. 2016. Microstructural and rheological characteristics of dark, milk and white chocolate: A comparative study. Journal of Food Engineering. Volume 169 p 165-171
- Haahtela, T., Kivelä-Ikonen, P. 1985. Elintarvikelisiä aineita käyttö ja turvallisuus. Espoo. Weilin+Göös kirjapaino.
- Hackley, V. & Ferraris, C. 2001. Guide to Rheological Nomenclature: Measurements in Ceramic Particulate Systems. NIST Special Publication 946
- Herh, P.; Colo, S.; Roye, N. & Hedman, K. 2000. Rheology of foods: New techniques, capabilities, and instruments. Application Note. Viitattu 3.12.2015 http://www.atsrheosystems.com/articles/food_paper.php
- Jokinen, M. 2013. Prosessitekniikka 2. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.
- Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. Viitattu 9.12.2015 <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>
- Kaitaranta, J. 2012. Elintarviketekniikka 1. Pakastus. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.
- Kaitaranta, J. 2012. Elintarviketekniikka 1. Sokerit. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.
- Kaitaranta, J. 2012. Elintarviketekniikka 1. Peruna ja Täykkelys. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.
- Laaksonen, T. 2014. Elintarviketekniikka 3. Maito- ja maitotuotteet. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.
- Laaksonen, T. 2014. Tuotekehitys. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu

- Lahtisen Vahavalimo. Suklaan temperointi. 2012. Viitattu 12.12.2015. <http://www.lahtisenvahavalimo.fi/suklaan-temperointi/>
- Martat. 2015. Pakastaminen. Viitattu 25.11.2015 <http://www.martat.fi/ruoka/sailonta/pakastaminen/>
- MBakery. 2015. Viitattu 10.12.2015 <http://mbakery.fi/>
- Modo. 2015. Viitattu 25.11.2015 <http://www.modofinland.fi/>
- Myllyn Paras. 2015. Liivattujen ja hyytelösokerin käyttö. Viitattu 23.11.2015 http://www.myllynparas.fi/suomi/kuluttajaneuvonta/yleisimmin_kysytyt_kysymykset/aineet_ja_seokset/liivattujen_ja_hyytelosokerin_kaytto/
- Ruokatieto. 2015. Ravintorasvat. Viitattu 26.11.2015 <http://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/ravitsemus-ja-ruuan-valinta/energiaravintoaineet/ravintorasvat>
- Singh, R. Heldman, D. 2004. Introduction to Food Engineering. 5. Painos. USA. Elsevier.
- Solunetti. 2006. Kollageenit. Viitattu 14.01.2016. <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/kollageenit/2/>
- Tabilo, G.; Barbosa, G. 2005. Journal of Food Engineering: Rheology for the food industry. Vol. 67, issues 1-2, 147-156.
- Terveyskirjasto. 2015. Ravinnon rasvat- laatu määrää tärkeämpi. Viitattu 26.11.2015. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01074&p_haku=rasvat
- Tuorila, H. Appelby, U. 2005. Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino.
- Tuorila, H. Parkkinen, K. Tolonen, K. 2008. Aistit ammattikäyttöön. Helsinki. WSOY oppimateriaalit oy.
- Vaclavik, V. 1998. Essentials of Food Science. New York: Chapman & Hall.

Aistinvaraisen arvioinnin lomake

Aistinvarainen arviointi

Näytteenro: _____

Edessäsi on kaksi numeroitua näytettä. Arvioi ensin toinen näyte, sitten toinen (järjestyksellä ei ole väliä). Merkitse näytepurkissa oleva numero vastauslomakkeen yläkulmaan. Huuhtelee suu vedellä näytteiden välissä ja aina tarvittaessa. Seuraa ohjeita numerojärjestyksessä ja lue ne huolellisesti ennen täyttöö.

1. Onko näyte mielestäsi houkuttelevan näköinen, ympyröi. ~~KYLLÄ~~ ~~EI~~
2. Ota lusikkaan kuorrutetta, maista sitä ja arvioi sitä annetuilla asteikoilla ympyröimällä mielestäsi sopiva vaihtoehto.

Valkosuklaan maku

1	2	3	4	5
Ei makua		Kohtalainen maku		Voimakas maku

Rakenne

1	2	3	4	5
Lohkeava				Kimmoisa
1	2	3	4	5
Kova				Pehmeä

3. Ota lusikkaan sekä kuorrutetta että täytettä ja haista sitä. Arvioi näytettä annetuilla asteikoilla ympyröimällä mielestäsi sopiva vaihtoehto.



Erittäin epämiellyttävä



Ei epämiellyttävä eikä miellyttävä



Erittäin miellyttävä

Omenainen tuoksu

1	2	3	4	5
Ei tuoksua		Kohtalainen tuoksu		Voimakas tuoksu

4. Maista äsken haistamaasi näytettä, ja arvioi sen miellyttävyyttä annetulla asteikolla.



Erittäin epämiellyttävä



Ei epämiellyttävä eikä miellyttävä



Erittäin miellyttävä

Aistinvarainen arviointi

Näytteen: _____

5. Arvioi nyt vain täytteen ulkonäköä annetuilla asteikoilla ympyröimällä mielestäsi sopiva vaihtoehto.

1	2	3	4	5
Sileä		Hieman rakeinen		Rakeinen

6. Maista täytettä ja arvioi sen makua ja suutuntumaa annetuilla asteikoilla ympyröimällä mielestäsi sopiva vaihtoehto.

1	2	3	4	5
Ei omenaista makua		Kohtalainen maku		Vahvasti omenainen maku

1	2	3	4	5
Makea				Hapan

1	2	3	4	5
Samettinen		Hieman rakeinen		Rakeinen

Kuvaile näytettä kolmella sanalla (mistä pidit, mistä et). Kirjoita sanan eteen + tai – merkki, positiivisuuden tai negatiivisuuden ilmaisemiseksi.

Kumpi näyte oli mielestäsi parempi, kirjoita näytteen numero viivalle

Kiitos vastauksistasi!