

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Elintarviketekniikan suuntautumismuutos

2018

Jarno Kankaanpää

SINAPIN JA SMOOTHIEN REOLOGIAN JA AISTINVARAISEN ARVIOINNIN KORRELAATIO



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja elintarviketekniikka | Elintarviketekniikka

2018 | 60

Mika Jokinen, yliopettaja

Jarno Kankaanpää

SINAPIN JA SMOOTHIEN REOLOGIAN JA AISTINVARAISEN ARVIOINNIN KORRELAATIO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää sokeriton tai vähäsokerinen makea sinappi toimeksiantajaryitykselle osana Turun ammattikorkeakoulun Mausta-liiketoimintaa – tuotekehitysklinikkaa. Opinnäytetyössä tutkittiin korrelaatiota reologisesti mitatun ja aistinvaraisesti arvioitujen rakenneominaisuuksien välillä.

Tutkimuksen kohteena olivat tuotekehityt sinappireseptit ja eri smoothiet, joiden mitattuja reologisia ominaisuuksia verrattiin aistittuihin rakenneominaisuuksiin. Sinapin rakenneominaisuuksien tutkimus tehtiin Turun ruokamessuilla järjestetyn aistinvaraisen arvioinnin perusteella. Smoothieiden tekstuurin korrelaation tutkimus tehtiin Turun yliopiston Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksen järjestämän aistinvaraisen arvioinnin perusteella.

Työssä onnistuttiin tuotekehittämään sokeroimaton makea sinappi, joka oli makeutettu käyttäen steviaa ja joka kelpaisi kuluttajalle. Sinapin reologiset tulokset korreloivat osittain aistittuihin rakenneominaisuuksiin, eritoten juoksevuutta arvioitaessa. Tämä näkyi frekvenssipyyhkäisy- ja viskositeettimittausten eroissa sinappien välillä. Sinapin aistinvaraisen arvioinnin suorittanut raati oli koulutetun raadin sijaan tavallisia kuluttajia, kun taas smoothiessa arvioidessa oli koulutettu raati. Smoothieiden välillä löytyi korrelaatiota eritoten arvioitaessa tuotteen kerrostuneisuutta. Kerrostuneisuuden arviointi korreloi eroja eritoten frekvenssipyyhkäisymittauksessa. Myös muut reologiset mittaukset tukivat korrelaatiota aistittujen ominaisuuksien kanssa.

ASIASANAT:

Reologia, elintarvike, sinappi, smoothie, tekstuuri, tuotekehitys, aistinvarainen arviointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and Food Technology | Food Technology

2018 | 60

Mika Jokinen, Principal Lecturer

Jarno Kankaanpää

CORRELATION BETWEEN RHEOLOGICAL PROPERTIES AND SENSORY EVALUATION OF MUSTARD AND SMOOTHIE TEXTURES

The main aim of this thesis was to develop a sugar free or low-sugar sweet mustard for Vaskion Mauste Oy as part of product development project at Turku University of Applied Sciences. Another aim of the thesis was to study the correlation between the rheologically measured and the sensory properties of texture.

Three developed mustard recipes were formulated and studied along with smoothies, whereby the rheological properties of the formulations were measured and compared with sensory evaluation results. The correlation study concerning in mustard textures was based on sensory evaluation data collected during the Turku Food and Wine Exposition, whereas smoothies were subjected to sensory evaluation arranged by Turku University Functional Food Forum.

A mustard with no added sugar, but sweetened with stevia was chosen as a final product. The rheological properties of the mustard did not fully correlate with the sensory evaluation results. Correlations were found in the sensory evaluation of fluidity and in frequency sweep and viscosity measurements. Partial correlation may be explained by the lack of experience of the evaluators whereas the Functional Food Forum evaluators were trained. Measured rheological properties of the smoothies showed strong correlation with the sensory evaluation. Correlation was found especially between frequency sweep measurements and organoleptically detected stratifications.

KEYWORDS:

Rheology, food product, product development, mustard, smoothie, sensory evaluation

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	9
2 SINAPPI	10
2.1 Sinappikasvit	10
2.1.1 Sinapin siemenet	10
2.2 Sinappi elintarvikkeena	11
3 HÄRKÄPAPUSMOOTHIE	12
3.1 Härkäpapu	12
4 AISTINVARAISEN ARVIONNIN TEORIA	14
4.1 Aistit	14
4.1.1 Hajuaisti	14
4.1.2 Makuaiisti	15
4.1.3 Näköaisti	16
4.1.4 Tuntoaisti	16
4.1.5 Kemotunto	16
4.2 Rakenteen havainnointi ja aistiminen	17
4.3 Mittalaitteena Ihminen	18
4.4 Aistinvaraiset mittausmenetelmät	19
4.4.1 Järjestystesti	19
4.4.2 Kuvailevat välimatka-asteikot	20
5 REOLOGIA	21
5.1 Viskositeetti	23
5.2 Aineiden virtauskäyttäytyminen	23
5.3 Reologiset mittaukset	25
5.3.1 Oskillaatiomittaukset	26
5.3.2 Amplitudipyyhkäisy (amplitude sweep)	28
5.3.3 Frekvenssipyyhkäisy (frequency sweep)	28
5.3.4 Rotaatiomittaukset	28
6 REOLOGIAAN VAIKUTTAVAT AINESOSAT SINAPISSA JA SMOOTHIEISSA	30
6.1 Reologia elintarviketeollisuudessa	30
6.2 Hiilihydraatit	30

6.2.1 Tärkkelys	31
6.2.2 Guarkumi	32
6.2.3 Ksantaanikumi	32
6.3 Proteiinit	33
6.3.1 Denaturaatio	33
6.3.2 Proteiinien ominaisuudet	34
7 SMOOTHIE-VALMISTUS	35
7.1 Härkäpapusmoothieiden koostumus	35
7.2 Vertailusmoothieiden koostumus	36
8 SINAPIN TUOTEKEHITYS	37
8.1 Mausta liiketoimintaa - tuotekehitysklinikka	37
8.2 Tavoite	37
8.3 Sinapin tuotekehityspolku	37
8.3.1 Ensimmäiset koe-erät	37
8.3.2 Reseptit 4 ja 5	38
8.3.3 Reseptit 5,6 ja 7	38
8.3.4 Reseptit 8 ja 9	39
8.3.5 Resepti 10	39
8.3.6 Resepti 11	39
8.3.7 Resepti 12	40
8.3.8 Reseptit 13,14,15	40
8.4 Ruokamessut ja aistinvarainen arviointi	41
9 SINAPIN MAISTATUKSEN TULOKSET	42
9.1 Arviointilomake	42
9.2 Aistinvaraisen arvioinnin tulosten tarkastelu	45
10 SINAPIN JA SMOOTHIEIDEN REOLOGISTEN MITTAUSTEN TULOKSET	46
10.1 Reologiset mittaukset	46
10.2 Sinappien amplitudipyyhkäisymittaukset	46
10.3 Sinapin frekvenssipyyhkäisymittaus	47
10.4 Sinapin tiksotropiamittaukset	49
10.5 Sinapin virtauskäyrät	50
10.6 Smoothieiden amplitudipyyhkäisymittaukset	51
10.7 Smoothieiden frekvenssipyyhkäisymittaukset	52

10.8 Smoothieiden tiksotropiamittaus	53
10.9 Smoothieiden virtauskäyrät	54
11 REOLOGISTEN TULOSTEN VERTAILU AISTINVARAISEEN ARVIONTIIN	57
11.1 Sinapin tulosten tarkastelu	57
11.2 Smoothieiden tulosten tarkastelu	57
12 JOHTOPÄÄTÖKSET JA LOPPUPÄÄTELMÄT	59
LÄHTEET	60
Roberts marjajuoma mustikka-vadelma	68

LIITTEET

- Liite 1. Sinapin arvioinnin tarkat tulokset
Liite 2. Vertailusmoothieiden koostumukset ja ravintosisällöt

KUVAT

Kuva 1 Leikkausnopeus	22
Kuva 2 Leikkausrasitus	22
Kuva 3 Virtauskäyttäytyminen	24
Kuva 4 Kartio-levymittausgeometria (Mezger, 2011)	25
Kuva 5 Levy-levymittausgeometria (Mezger, 2011)	26

KUVIOT

Kuvio 1 Sinapin amplitudimittaukset	46
Kuvio 2 Sinapin moduulit frekvenssimittauksessa	47
Kuvio 3 Sinapin häviötekijät	48
Kuvio 4 Sinapin tiksotropiamittaus	49
Kuvio 5 Sinapin virtauskäyrät	50
Kuvio 6 Smoothieiden amplitudimittaus	51
Kuvio 7 Smoothieiden frekvenssimittaus	52
Kuvio 8 Häviötekijä smoothiet	53
Kuvio 9 Smoothieiden tiksotropiamittaukset	54
Kuvio 10 Smoothieiden virtauskäyrät	55
Kuvio 11 Smoothieiden viskositeetin lähtöarvot mPas	56
Kuvio 12 PLS-regressioanalyysi	58

TAULUKOT

Taulukko 1 Härkäpapujen ja härkäpapujauhojen koostumus	12
Taulukko 2 Szczesniakin rakenneominaisuuksien luokitus	18
Taulukko 3 Härkäpapusmoothiejauheiden koostumukset	35
Taulukko 4 Sinappien koodaus	41
Taulukko 5 Miellyttävyyksien arviointi	42
Taulukko 6 Rakenteen arvioinnin vaihtoehdot	42
Taulukko 7 Makeuden ja voimakkuuden arviointi	43
Taulukko 8 Ostohalukkuus	43
Taulukko 9 Sinapin käyttöasteen kysyminen	44
Taulukko 10 Ikä	44
Taulukko 11 Sinapin ominaisuuksien kuvailu	45
Taulukko 12 Smoothieiden viskositeetin lähtöarvot mPas 0,1/s leikkausnopeudessa	55

Käytetyt lyhenteet

g	gramma
g/g	grammaa grammaa kohti
g/kg	grammaa kilogrammaa kohti
LVE-alue	lineaarinen viskoelastinen alue
G^*	kompleksinen leikkausmoduuli
G'	elastinen moduuli
G''	viskoottinen moduuli
AS	amplitudipyyhkäisy
FS	frekvenssipyyhkäisy
s	sekunti
rad/s	radiaania sekuntia kohti
mPas	millipascalsekunti
Pas	Pascalsekunti

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuotekehittää sokeriton tai vähäsokerinen, mutta makea sinappi toimeksiantajayritykselle osana Turun ammattikorkeakoulun Mausta Liiketoimintaa –tuotekehitysklinikkaa. Hanke toteutettiin yhteistyössä Turun yliopiston funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksen kanssa. Tuotekehitysklinikkahanke aloitti toimintansa elokuussa 2013. Hanke toteutti yhdessä Vakka-Suomen ja Loimaan seudun kasvialan yrittäjien kanssa tuotekehitysprosessin, joka kattoi prosessin kokonaisuudessaan ideoinnista aina markkinointiin ja pakkaukseen asti. Hankkeen tarkoituksena oli luoda toimiva tuotekehitysmalli, joka tulevaisuudessa palvelee varsinaissuomalaisia elintarvikealan yrityksiä.

Sinapin tuotekehityksen toimeksiantaja oli Vaskion Mauste Oy ja kehitettävä sinappi tulisi osaksi Matin Mainio – tuoteryhmää. Toisena osana opinnäytetyötä oli verrata mitattuja reologisia ominaisuuksia aistinvaraisesti arvioituihin rakenneominaisuuksiin. Tuotekehitetty sinappireseptit maistatettiin Turun ruoka- ja kirjamessuilla tavallisilla kuluttajilla. Opinnäytetyössä tutkittiin myös smoothieiden reologian vertaamista aistittuihin rakenneominaisuuksiin. Opinnäytetyössä esiintyvät härkäpapusmoothiet on kehittänyt Outi Lehto Turun ammattikorkeakoulun projektityössään. Smoothieiden aistinvaraiset arvioinnit on järjestänyt Turun yliopiston funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus koulutetun raadin kanssa. Opinnäytetyössä selvitetään, löytyykö korrelaatiota reologian avulla mitattujen ja aistittujen rakenneominaisuuksien välillä.

2 SINAPPI

2.1 Sinappikasvit

Sinapit ovat yksivuotisia ruohoja, joita viljellään niiden siementen vuoksi. Sinappikasvi kuuluu ristikukkaiskasveihin (*Brassicaceae*), joita tavataan kaikkialla maailmassa, varsinkin lauhkeilla alueilla. Sinappikasveja löytyy noin 40 erilaista, mutta kolme päätyyppiä käytetään sinapinsiementen tuotantoon; valkosinappi (*Sinapis alba*), sareptansinappi eli ruskeasinappi (*Brassica juncea*) ja mustasinappi (*Brassica nigra*). (Yrttitarha-info), (Victoria Marshman), (TWH foods)

2.1.1 Sinapin siemenet

Sinappikasvien siemeniä käytetään sinapin valmistuksessa niiden maun ja funktionaalisten ominaisuuksien takia. Siemenet kasvavat hyytelömäisessä aineksessa. Siementen kypsyessä, siemenen kasvilima kuivuu kuoren ulkopinnalle. Kasvilima ei pelkästään anna siemenelle korkeaa kuivuuden kestävyyttä, vaan se on myös syynä siementen erinomaiselle emulgointi- ja suspensio-ominaisuuksille, kun siemenet ovat jauhattuna. Kasvilima on selluloosan kaltainen heterogeeninen polysakkaridi (1,4- β -d-glukaani). Kasvilimakerrosta on noin 5 % koko siemenen massasta ja 25 % kuoriosista. Kun siemenet kastellaan, kasvilima muodostaa hydrogeelin, joka ympäröi siementä. (Balke, D., et al., 2000)

Siemenen kasvilima käyttäytyy samankaltaisesti, kuin suurimolekyyliset polysakkaridit glukomannaanit ja pektiinit. Kasvilima lisää tehokkaasti viskositeettiä jo pienissä määrissä (0,5 – 1 massaprosentteina). Esimerkiksi keltasinapin siemenen kasviliman ja muiden pitkäketjuisten polysakkaridien välillä on yhteisvaikutus. Keltasinapin kasvilimalla on leikkausohentuvaa käyttäytymistä ja sitä sisältävien liuosten viskositeetti laskee lämpötilan noustessa. Keltasinapin kasvilima on erittäin tehokas laskemaan pintajännitystä vesi-öljyemulsioissa. (Balke, D., et al., 2000)

2.2 Sinappi elintarvikkeena

Elintarvikkeena käytettävä sinappi valmistetaan pääosin aina samalla tavalla tekijästä riippumatta. Ensin siemenet murskataan ja sinappityypistä riippuen kuori ja leseet siivilöidään pois. Yleensä siemenet jauhetaan vielä hienoksi jauheeksi, riippuen halutusta koostumuksesta. Tämän jälkeen sinappijauhoon lisätään kuumaa vettä tai niitä keitetään. Keittäminen vaikuttaa makuun lieventämällä tulisuutta, koska väkevyyttä tuovat molekyylit haihtuvat pois nopeammin. Sinapin siemenet eivät itsessään ole väkeviä ja tulisia, vaan tulosuus johtuu entsyymaattisesta (myrosinaasi) reaktiosta, kun siemenen solut hajotetaan ja sekoitetaan veteen. Myrosinaasissa, entsyymi pilkkoo sinapinsiemenen rikkipitoisia komponentteja haihtuviksi ja voimakkaantuoksuisiksi yhdisteiksi. Esimerkiksi keltasinapissa on vain yhtä glukosinolaattia, jonka myrosinaasi-entsyymi pilkkoo sinalbiiniksi. Keittäminen myös osittain inaktivoi entsyymiä. Myös pH:n säätö, sinapin tapauksessa yleensä etikka osittain inaktivoi ja estää myrosinaasin toimimista. Toki etikan tai muun happaman ainesosan lisääminen peittää myös itsessään sinapin siementen ominaismakua. (Van Eyleen, D., et al., 2006), (Hyvärinen, Helena, 2001)

Suomalaiseen perinteiseen sinappiin lisätään yleensä myös sokeria ja siirappia tuomaan makeutta ja taittamaan sinapin voimakasta makua. Teollisesti tuotettuihin sinappeihin voidaan lisätä myös erilaisia emulgointiaineita ja väriaineita kustannus- ja prosessiteknillisistä syistä.

3 HÄRKÄPAPUSMOOTHIE

Smoothieksi kutsutaan elintarviketta, joka on sekoitettu ja yleensä makeutettu juoma. Smoothieissa yleensä sekoitettuna on marjoja, hedelmiä, vihanneksia tai jopa suklaata. Smoothie yleensä on pirtelönkaltainen juoma, mutta yleensä se on paksumpaa rakenteeltaan. Smoothie sai todennäköisesti syntynsä yhdysvalloista, kun sähköiset tehosekoittimet yleistyivät. Sanaa smoothie käytti ensimmäistä kertaa Mabel Stegner artikkelissaan "Let the blender do it for you!". Härkäpapua käytettiin smoothiessa nostamaan proteiinipitoisuutta.

3.1 Härkäpapu

Härkäpapu eli *Vicia faba* kuuluu virnojen sukuun (heimo: hernekasvit *Fabaceae*) ja oli ensimmäinen ja ainut Euroopan alueella käytetty papulajike ennen Amerikan mantereen löytämistä. (McGee, 2004), (Breton, et al., 1999), (Selin 2015)

Pavuissa on korkea proteiinipitoisuus. Symbioosi bakteerien (esim. *Rhizobia*) kanssa tuottaa papuihin proteiinia. Symbioosissa papukasvit käyttävät bakteerien sitomaa typpeä proteiinien valmistukseen. (Lassila, 2007), (McGee, 2004), (Selin 2015)

Ravintosisältö vaihtelee härkäpavun lajikkeesta riippuen. Työssä käytettiin Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskukselta saatuja härkäpapusmoothiejauhetta, jossa härkäpavun ravintosisältö ja koostumus ovat vastaavanlaiset kuin taulukossa 1.

Taulukko 1. Härkäpapujen ja härkäpapujauhojen koostumus. (Vidal-Valverde, *et al.*, 1998), (Joshi, *et al.*, 2013), (Alais & Linden, 1991), (Selin 2015)

	Määrä (per 100 g)	Määrä (per 100 g)
Ainesosa	Härkäpapujauho	Härkäpapu
Proteiinia	30 g	20-41 g
Hiilihydraatti	58,3 g	51-68 g
-amylopektiiniä	ei ilmoitettu	noin 65 %
-amyloosia	ei ilmoitettu	noin 35 %
- tärkkelystä	ei ilmoitettu	41-53 %
Öljy	2,6 g	1 g
Muut ainesosat (mm. vesi, tuhka)	9,1 g	14 g

4 AISTINVARAISEN ARVIONNIN TEORIA

Elintarvikkeen valintaan ja mieltymyksiin vaikuttavat aina oleellisesti haju, ulkonäkö, maku ja muut aistittavat ominaisuudet. Aistinvaraisessa arvioinnissa sovelletaan näitä kaikkia aisteja. Positiiviset aistiärsykkeet rohkaisevat syömistä ja negatiiviset ruokaa torjuvia reaktioita. Mieltymykset johonkin elintarvikkeisiin syntyvät, kun ihminen aistii toistuvasti jonkin elintarvikkeen ominaisuuden hyväksi, kun taas jo yksikin negatiivinen kokemus voi tehdä elintarvikkeesta vältettävän.

Koska elintarvikkeiden valintaan vaikuttavat oleellisesti aistit, ovat aistinvaraiset menetelmät tulleet yhä keskeisemmäksi osaksi elintarvikkeiden tuotekehityksessä, markkinointitutkimuksissa ja laaduntarkkailussa. (Tuorila, et al., 2008)

4.1 Aistit

Ympäristöstä maailmasta saadaan tietoa aistien kautta. Aistien avulla aistittu tieto muuttuu tuntevammaksi tilaksi, joka ohjaa käyttäytymistä. Aistit vaikuttavat elimistön toimintaan ja ovat osa ravintofysiologista järjestelmäämme. Aistit voidaan jakaa kahteen luokkaan – kemiallisiin ja fysikaalisiin aisteihin. Maku- ja hajuaisti ovat kemiallisia aisteja. Maku- ja hajuaistissa aistimus syntyy, kun kemiallinen yhdiste kohtaa aistielimen, jossa se sitoutuu reseptorisolun reseptoreihin. Fysikaalisia aisteja ovat tunto-, näkö- ja kuuloaisti. Fysikaalinen aistimus syntyy, kun aistielimeen kohdistuu fysikaalinen vaikutus, esimerkiksi valon aallonpituus, ilman värähtely ja paine. Esimerkiksi leivän rapeus voidaan tuntea ja kuulla sitä murtaessa. (Tuorila, et al., 2008)

4.1.1 Hajuaisti

Hajuaisti voidaan jakaa kahtia ortonasaaliseen ja retronasaaliseen hajuaistiin. Ortonasaalinen haju muodostuu sierainten kautta hengittämällä havaituista yhdisteistä. Retronasaali haju puolestaan havaitaan, kun ruoan ja juoman haihtuvat

yhdisteet kulkeutuvat nenänielun kautta nenäonteloon. Hengityksen aikana, epiteelin läpi kulkee vain pieni osa sisään hengitetystä ilmasta. Hajuepiteelin kautta kulkevaa ilman määrää voidaan lisätä nuuhkimalla, koska nuuhkiminen aiheuttaa pyörteitä nenäontelossa. (Tuorila, et al., 2008), (Jellinek, G., 1985)

Hajuepiteelissä on tyvi- ja tukisolujen lomassa miljoonia reseptorisoluja. Kyseiset solut ovat hermosoluja, joiden tuojahaarakkeet ulottuvat epiteelin pintaan. Epiteeliä peittää limakerros, joissa reseptorisolujen pitkät värekarvat ovat. Hajuaistimus syntyy, kun epiteelin limaan liuenneet yhdisteet sitoutuvat värekarvojen reseptoreihin. (Tuorila, et al., 2008), (Jellinek, G., 1985)

Maku on pääasiassa retronasaalista hajua. Vaikka Ihminen pystyy erottamaan tuhansia eri hajuja ja niiden voimakkuuksia, niin sanottuja perushajuja ei ole löytynyt. Hajuja tunnistetaan joko miellyttävyyden ja epämiellyttävyyden mukaan tai hajun lähteen mukaan. Elintarvikkeiden aistitut aromit syntyvät useiden kymmenien, jopa satojen hajuyhdisteiden yhteisvaikutuksesta. Aistitut hajut sulautuvat yhdeksi kokonaisuudeksi, mutta ihminen pystyy erottelemaan enimmillään kolme tai neljä erillistä hajua. (Tuorila, et al., 2008), (Jellinek, G., 1985)

4.1.2 Makuaiisti

Ihmiset pystyvät erottamaan ainakin viisi eri perusmakua. Perusmaut ovat makea, hapan, suolainen, karvas ja umami. Kielen osilla on lieviä herkkyseroja maistaa eri perusmakuja, mutta kaikki perusmaut voidaan maistaa kaikilla kielen osilla. Maut aistitaan makusilmujen avulla. Suuri osa makusilmuista on kielen makunystyjen ulkoreunoilla, loput suuontelon muissa osissa. Reseptorisolut sijaitsevat makusilmujen sisällä. Itse reseptorit sijaitsevat mikrovilluksissa, jotka ovat makureseptorisolujen hiusmaisista ulokkeista. Maku aistitaan makuaiivokuoressa, kun ruoan ja juoman kemialliset komponentit sylkeen liuenneina kulkeutuvat makuhuokoseen, jonne mikrovillukset ovat työntyneet. (Tuorila, et al., 2008), (Chirras, D., 2011), (Taylor, et al., 2004)

4.1.3 Näköaisti

Näkeminen tapahtuu näköaistin avulla. Näköaistin avulla voidaan havainnoida ympäristöä silmään saapuvan valon perusteella. Käytännössä se tarkoittaa näköaistinelimen eli silmän kykyä reagoida tiettyyn osaan sähkömagneettista säteilyä. Orbitaaliset alueet otsalohkossa osallistuvat ruokaan liittyvään visuaaliseen informaatioon. (Tuorila, et al., 2008)

Elintarvikkeen ulkonäön perusteella ihminen voi ennakoida laatua. Esimerkiksi tietyt värit yhdistetään tiettyihin aromeihin. Elintarvikkeista voidaan värin lisäksi arvioida näköaistin avulla geometrisia ominaisuuksia: pinnan laatua (kiiltävä, himmeä), kokoa, muotoa sekä määrää. Näköaistilla voidaan havaita myös liikettä: virtausta, poreilua ja vaahtoa, mitkä ovat tärkeitä esimerkiksi nestemäisissä ja puolikiinteissä elintarvikkeissa (Tuorila, et al., 2008)

Esimerkiksi juoksevuus, sakeus ja tasaisuus havaitaan parhaiten visuaalisesti. (Tuorila, et al., 2008)

4.1.4 Tuntoaisti

Tuntoaistimuksia välittäviä aistinreseptoreita on joka puolella kehoa. Rakenteensa perusteella reseptorit voidaan jakaa vapaisiin hermopäätteisiin ja hermopäätteisiin, jotka ovat sidekudoskapselin ympäröimiä. Kemialliset yhdisteet voivat myös aiheuttaa tuntoaistimuksia. Tällöin kyseessä on niin kutsuttu kemosentti (ennen kemiallinen aisti). Koska tuntoaistimus on niin moninainen, voidaan sen katsoa edustavan useampaa aistia. (Tuorila, et al., 2008)

4.1.5 Kemosentti

Vapaat hermopäätteet nenän ja suun limakalvoissa ottavat vastaan kemiallista ärsytystä, joka koetaan pistävänä, polttavana, turruttavana, kirvelynä tai kipuna eli kemosenttona. Kyseiset hermopäätteet ovat osa viidennettä aivohermoa eli kolmoishermaa (*nervus trigeminus*). Tästä syystä kemosenttia voidaan kutsua myös

kolmoishermoärsytykseksi. Samat hermosäikeet ohjaavat myös kosketustunnon, kuuman ja kivun aistimuksia, joten koko järjestelmä reagoi siis sekä fysikaaliseen että kemialliseen ärsytykseen. (Tuorila, et al., 2008)

Eriyisesti mausteet (chili, sinappi, curry) ja esimerkiksi etanoli ja etikka aiheuttavat vasteen kemotunnossa. Esimerkiksi chilin kapsaisiini, sinapin sinalbiini ja mentoli aiheuttavat kemotuntoa. Monet hajuista aktivoivat myös nenäontelon vapaita hermopäätteitä aiheuttaen ärsytystä, polttoa, lämmön ja kylmäntunnetta. Esimerkiksi myös ilmvirta aistitaan kolmoishermon avulla, kun nenän kautta hengitetään tai haistellaan. (Tuorila, et al., 2008)

4.2 Rakenteen havainnointi ja aistiminen

Rakenteen havaitseminen on usein aistipiirin yhteistulos. Havainnointi alkaa visuaalisista aistimuksista, koska useat rakenneominaisuudet havaitaan parhaiten näköaistin avulla, kuten juoksevuus/sakeus, tasaisuus/karkeus, säikeisyys sekä huokoisuus tai sitkoisuus. Havainnointi jatkuu käsin kosketeltaessa kosketukseen ja liikkeeseen ja asentoon reagoivien aistinsolujen avulla. Purentajärjestelmä mukautuu aistitun rakenteen mukaan, esimerkiksi kuinka paljon voimaa ja mitä purentaliikkeitä purentajärjestelmä käyttää. Suussa rakenne aistitaan suuontelossa ja nielukanavassa sijaitsevien reseptorien avulla. (Tuorila, et al., 2008)

Rakennehavainnot muuttuvat syömisprosessin aikana. Muutosta tapahtuu ensimmäisestä puraisusta nielemiseen ja jäännösvaikutelmaan, koska pureskelu ja syljen sekoittuminen sekä lämpötila muuttavat rakennetta. (Tuorila, et al., 2008)

Taulukko 1 Szczesniakin rakenneominaisuuksien luokitus

Mekaaniset	Geometriset	Muut
Kovuus Koossapysyvyys -hauraus -pureskelun tarve -kumimaisuus Viskoottisuus Kimmoisuus Tarttuvuus	Kokoon ja muotoon liittyvät -sileä, tasainen -kokkareinen -karkea -rakeinen Muotoon ja keskinäiseen järjestykseen liittyvät -huokoinen -kiteinen -lehtevä -säikeinen	Vesisisältöön liittyvät -kuiva -kosteaa -vetinen -mehukas Rasvasisältöön liittyvät -öljyinen -rasvainen -vahamainen

Mekaaniset ominaisuudet tulevat ilmi voiman (pureskelu) vaikuttaessa elintarvikkeeseen. Geometriset ominaisuudet liittyvät muotoon ja kokoon ja nämä ominaisuudet aistitaan näköaistin ja kosketuksen avulla. Vesi- ja rasvasisältöön liittyvät rakenneominaisuudet aistitaan ennen kaikkea suutuntuman avulla. (Tuorila, et al., 2008)

4.3 Mittalaitteena Ihminen

Ihminen toimii mittalaitteena aistinvaraisessa arvioinnissa. Aistinvaraiset mittaukset voidaan erotella analyttiseen mittaukseen ja mieltymysmittaukseen. Mieltymysmittauksessa ei haluta tietoa pelkästään elintarvikkeesta, vaan myös ihmisestä, joka reagoi tuotteeseen. Toisin kuin analyttisissä mittauksissa, joissa eri ihmisten tuottamia tuloksia käsitellään rinnakkaisarvoina, mielenkiinto kohdistuu arvioijien aistimusten eroihin. Arvioijien kouluttamisella pyritään vähentämään arvioinneista saatujen aistittujen reaktioiden syntyvää hajontaa. Analyttisessä mittauksessa arvioitavalle ominaisuudelle annetaan voimakkuutta kuvaava arvo tai

erotus siitä, että poikkeako arvioitavat näytteet keskenään. Analyttisellä menetelmällä voidaan selvittää esimerkiksi sitä, miten arvioitavan tuotteen valmistusprosessin muutos vaikuttaa tuotteen aistittaviin ominaisuuksiin. Ihmisen käyttäminen analyysimenetelmässä on erilaista, kuin esimerkiksi viskosimetrin tai reometrinen käyttäminen, koska määrytykset perustuvat yleensä ihmisen aistittuihin ominaisuuksiin eivätkä laitteen antamiin kemiallisiin tai fysikaalisiin muutoksiin. (Tuorila, et al., 2008)

Ihminen arvioi yleensä aina enemmän kokonaiskuvaa, kuin yksittäisiä ominaisuuksia. Tällöin absoluuttisen arvion sijaan arvioinneista tulee vertailevia. Useita häiritseviä tekijöitä voi vaikuttaa käytetyn mitta-asteikon toistettavaan käyttöön: arvioijan mielentila voi vaihdella, fyysinen tila ja sen hetkinen vireys muuttuvat, varsinkin jos arviointi pitkittyy. Myös ennakkoluulot, vastenmielisyydet sekä mielitykset vaikuttavat arviointiin, varsinkin jos arvioija on kokematon. (Tuorila, et al., 2008)

4.4 Aistinvaraiset mittausmenetelmät

Aistinvaraisten erojen selvittämiseksi on kehitetty useita erilaisia menetelmiä. Erilaisia aistinvaraisia testejä ovat erotustestit ja ominaisuuksia esittävät, kuvailevat menetelmät. Testeissä arvioitsijalle annetaan etukäteen suunniteltu paperi, joka sisältää ohjeet aistinvaraisesta suorituksesta. Arvioitavat näytteet koodataan (yleensä kolminumeroisin luvuin) arvioijan ennakkoluulojen ja –ajatusten välttämiseksi. (Tuorila, et al., 2008)

4.4.1 Järjestystesti

Näytteet asetetaan järjestykseen tietyn ominaisuuden mukaan. Järjestystestissä tarkoituksena on selvittää näytteiden erojen määrä. Arvioitsijan on vastattava, vaikka hän ei osaisi tunnistaa eroja näytteissä. Esimerkkinä järjestystestistä voidaan pitää näytteiden järjestämistä makeuden voimakkuuden mukaan järjestykseen. (Tuorila, et al., 2008)

4.4.2 Kuvailevat välimatka-asteikot

Aistinvaraisessa arvioinnissa erilaisilla välimatka-asteikoilla voidaan arvioida esimerkiksi laatua tai jonkin ominaisuuden voimakkuutta. Elintarvikkeen miellyttävyyttä mitataan esimerkiksi siten, että arvioijaa ohjataan merkitsemään mieltymyksensä arviointipaperilla olevaan asteikkoon. Kyseessä oleva asteikko voi olla strukturoitu, osittain strukturoitu tai täysin strukturoitu. Strukturoimattomassa asteissa sanallinen määrittely (ankkurointi) on rajattu asteikon ääripäihin, esimerkiksi makea – ei lainkaan makea. Osittain strukturoidussa asteikossa sanallinen ankkurointi on rajattu ääripäihin ja keskelle. Täysin strukturoidussa asteikossa on täydellinen sanallinen ankkurointi. Arvioitavan ominaisuuden voimakkuus kasvaa yleensä vasemmalta oikealle asteikoissa. Täysin strukturoiduissa asteikoissa on yleensä 5-9 porrasta riippuen tutkittavasta suureesta. (Tuorila, et al., 2008)

5 REOLOGIA

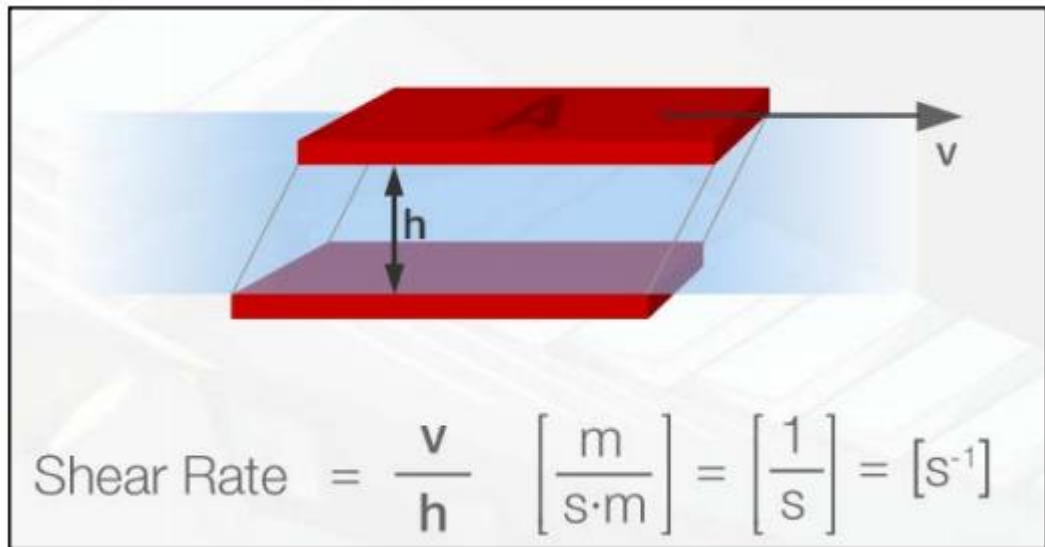
Reologia on eri materiaalien muodonmuutoksia ja virtauksia käsittelevä tieteenala. Reologia pyrkii määrittelemään aineiden käyttäytymistä, kun ne eritoten käyttäytyvät viskoelastisesti. Viskoelastinen aine puolestaan on aine, jossa esiintyy sekä nesteen että kiinteän aineen rakenneominaisuuksia. Reologia on fysiikan ja fysikaalisen kemian tieteenhaara, koska moni sen tärkeä suure tulee perinteisestä mekaniikasta: voimista, taipumisesta ja nopeudesta. Vaikka reologia kirjaimellisesti tarkoittaakin virtaustiedettä, se ei pelkästään kerro nesteiden virtausominaisuuksista, vaan myös kiinteiden materiaalien deformaatiosta eli muodonmuutoksesta. Esimerkiksi leikkausvoimien aiheuttama suuri deformaatioenergia aiheuttaa monien aineiden virtaamisen. (Picout & Ross-Murphy, 2003), (Mezger, 2011)

Materiaalit jaetaan perinteisesti kahteen ryhmään; nesteisiin ja kiinteisiin aineisiin. Reologiassa aineet jaetaan perinteisestä luokittelusta poiketen kolmeen eri ryhmään: koviksi kiinteiksi aineiksi, pehmeiksi kiinteiksi aineiksi ja nesteiksi. (Gallegos, et al., 2004), (Mezger, 2011)

Nesteet puolestaan voidaan jakaa viskositeetin mukaisesti newtonisiin nesteisiin ja ei-newtonisiin nesteisiin. (Mezger, 2011)

Leikkausnopeus $\dot{\gamma}$ (shear rate) kuvaa tutkittavan näytteen nopeuden muutosta tasojen välissä. Se saadaan ylemmän levyn nopeuden ja levyjen etäisyyden suhteesta. (Mezger, 2011)

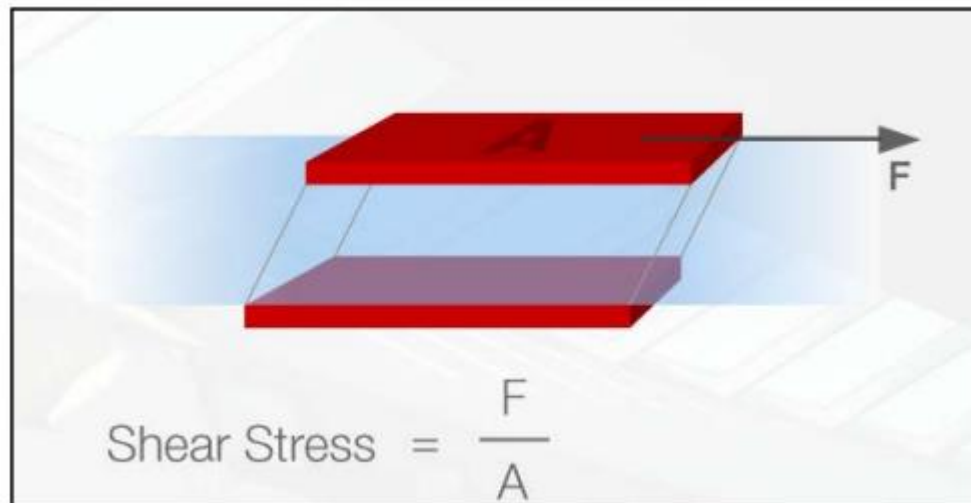
$$\dot{\gamma} = v/h \text{ (s}^{-1}\text{)}$$



Kuva 1 Leikkausnopeus

Leikkausrasitukseksi τ (shear stress) kutsutaan voimaa, joka pyrkii tasoittamaan ylemmän levyn liikkeestä syntyvää leikkausvoimaa. (Mezger, 2011)

$$\tau = F/A \text{ (N)}$$



Kuva 2 Leikkausrasitus

5.1 Viskositeetti

Viskositeetti suurena voidaan jakaa tyypistetysti dynaamiseen ja kinemaattiseen viskositeettiin. Kinemaattinen viskositeetti on dynaamisen viskositeetin ja tiheyden suhde. Viskositeetti on tutkittavan aineen virtausvastustusta määritetyissä olosuhteissa. Dynaaminen viskositeetti kuvaa tutkittavan aineen sisäistä ominaisuutta vastustaa virtausta. Dynaaminen viskositeetti lasketaan leikkausnopeuden ja leikkausjännityksen avulla. (Mezger, 2011)

$$\eta = \tau / \dot{\gamma} \text{ (Pa} \cdot \text{s)}$$

Lämpötila vaikuttaa aineen viskositeettiin. Esimerkiksi nostettaessa lämpötilaa nesteen sisällä olevien molekyylien väliset etäisyydet kasvavat ja molekyylien väliset vetovoimat heikkenevät eli neste laajenee ja viskositeetti laskee. Myös aika voi vaikuttaa viskositeettiin; jos aine on viskositeetiltaan aikariippuvainen, viskositeetti laskee tai nousee ajan myötä. (Mezger, 2011)

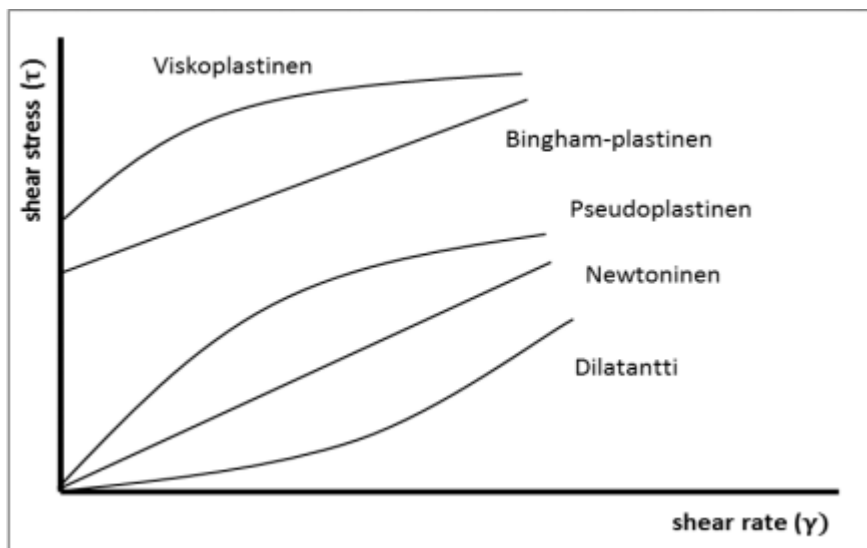
5.2 Aineiden virtauskäyttäytyminen

Materiaaleja, jotka selvästi osoittavat virtauskäyttäytymistä kutsutaan fluideiksi. Fluidit voidaan jakaa virtauskäyttäytymisensä johdosta newtonisiin ja ei-newtonisiin fluideihin. Newtoniseen fluidin viskositeettiin ei vaikuta leikkausnopeus eikä aika eli newtonisille fluideille voidaan määrittää yksi viskositeetin arvo tietyssä lämpötilassa. Ei-newtonisiksi fluideiksi kutsutaan puolestaan aineita, joiden viskositeettia ei voida määrittää tietyssä lämpötilassa yhdellä arvolla. Ei-newtonisiin fluideihin vaikuttaa siis lämpötilan lisäksi aineeseen kohdistuva leikkausvoima. Useat elintarvikkeet ovat ei-newtonisia fluideja. Esimerkiksi emulsiot ja suspensiot käyttäytyvät ei-newtonisesti. Käyttäytymisensä ajasta riippumattomat ei-newtoniset fluidit voidaan jakaa pseudoplastisiksi, dilatanteiksi ja viskoplastisiksi nesteiksi. Pseudoplastisen fluidin viskositeetti laskee leikkausnopeuden kasvaessa eli pseudoplastinen fluidi on leikkausoheneva. Leikkausohenevia elintarvikkeita ovat esimerkiksi sinapit ja majoneesit. Leikkausohenevissa aineissa suurissa

leikkausnopeuksissa seoksen partikkelit alkavat vaihtamaan muotoa tai partikkeliryppäät irtoavat toisistaan, jolloin leikkausjännitystä ei tarvita niin paljoa, joten viskositeetti pienenee. (Bourne, 2002), (Mezger, 2011)

Dilatantit eli leikkauspaksuuntuvat materiaalit käyttäytyvät päinvastoin, kuin pseudoplastiset materiaalit. Dilatanttien aineiden viskositeetti kasvaa leikkausrasituksen noustessa. Dilatantit dispersiot sisältävät usein suuren konsentraation kiintoainepartikkeleita. (Mezger, 2011)

Aikariippuvaiset ei-newtoniset materiaalit voidaan jakaa kahteen; reopektiset ja tiksotrooppiset materiaalit. Tiksotrooppisessa käyttäytymisessä materiaalin viskositeetti laskee rasituksen aikana, ja kun rasitus (leikkausvoima) lopetetaan, viskositeetti palautuu alkuperäiselle tasolle tai lähelle sitä. Esimerkiksi ravistettaessa ketsuppipulloa, ketsupin viskositeetti laskee ja kun ravistelu lopetetaan, ketsupin viskositeetti palautuu aiemmalle tasolle eli ketsuppi ”jäähmetty” uudelleen. Reopektinen käyttäytyminen on päinvastaista kuin tiksotrooppinen käyttäytyminen. (Mezger, 2011)



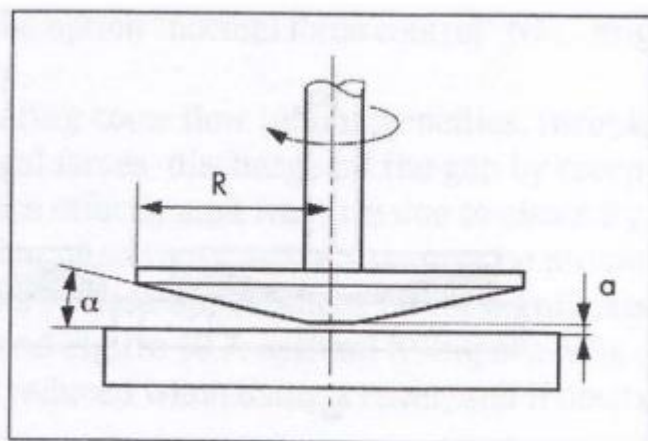
Kuva 3 Virtauskäyttäytyminen

5.3 Reologiset mittaukset

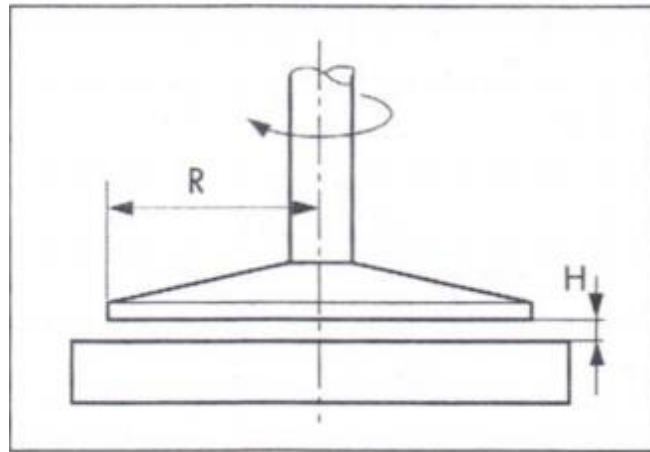
Opinnäytetyössä reologiset mittaukset tehtiin Anton Paarin MCR (Modular compact Rheometer) 102 modulaarisella reometrillä. Reometri on laite, jolla mitataan reologisia parametreja näytteestä. Anton Paar MCR 102-reometrillä voidaan mitata sekä rotaatio- ja oskillaatiomittauksia. MCR 102 reometrillä voidaan mitata laajalla lämpötila-alueella, koska lämpölevy voidaan säätää käytetyn lämpötiläsäädinmoduulin mukaan välille $-150 - 1000$ °C. Reologisten ominaisuuksien määrittämiseen voidaan käyttää myös erilaisia viskosimetrejä, mutta niillä mitataan pääasiassa vain viskositeettia. (Anton Paar, 2011),

Reologisissa mittauksissa kaksi yleisintä mittauserometriä ovat kartio-levy- ja levy-levygeometriat. (Mezger, 2011)

Kartio-levygeometria koostuu kartiosta ja levystä, jossa levy on paikallaan kartion alla ja kartio on kiinnitetty reometrin moottoriin. Kartion sädettä, kartion kulmaa α ja kartion ja paikallaan olevan levyn välistä etäisyyttä voidaan muuttaa säätämällä tai käyttämällä erikokoisia ja -muotoisia kartioita. Tutkittavan näytteen suurimpien partikkelien tulee olla kooltaan alle 20 % kartion ja levyn välisestä etäisyydestä, tämän takia kartio-levymittausgeometria ei sovellu hyvin kolmiulotteisille näytteille, kuten esimerkiksi geeleille. Kartio-levygeometria esitetty kuvassa 4. (Mezger, 2011)



Kuva 4 Kartio-levymittausgeometria (Mezger, 2011)



Kuva 5 Levy-levymittausgeometria (Mezger, 2011)

Levy-levygeometria koostuu kahdesta levystä ja kartio-levygeometrian tapaan alempi levy on yleensä paikallaan ja ylempi liikkuva osa, joka on kiinnitetty reometrinen moottoriin. Mittapään eli ylemmän levyn sädettä (r) ja levyjen välistä etäisyyttä voidaan muuttaa eri kokoisilla mittapäillä ja säätämällä levyjen välistä etäisyyttä. (Mezger, 2011)

5.3.1 Oskillaatiomittaukset

Oskillaatiomittauksilla tutkitaan aineen viskoelastisia ominaisuuksia. Oskillaatiossa tutkittavaan aineeseen kohdistetaan värähtelevää liikettä eli voimaa ja aineen käyttäytymistä (muutoksen vastustamista) tutkitaan. Kuten viskositeettimittauksissa, oskillaatiossa materiaalin muoto voi muuttua siihen kohdistuvien voimien takia. (Mezger, 2011)

Kompleksinen leikkausmoduuli G^* (complex shear modulus) saadaan oskillaatiomittauksissa leikkausrasituksen suhteesta leikkausnopeuteen. (Mezger, 2011)

$$G^* = \tau(t) / \gamma(t)$$

Kompleksinen leikkausmoduuli kertoo materiaalin kokonaisvastustuksen muodonmuutokselle, oli muodonmuutos palautuvaa tai palautumatonta. Kompleksinen moduuli on hyvä indikaattori tutkittavan materiaalin visuaalisille ominaisuuksille; se kertoo materiaalin joustavuudesta tai jäykkyydestä. (Mezger, 2011)

Vaihe-erolla tarkoitetaan leikkausrasituksen $\tau(t)$ ja leikkausnopeuden $\gamma(t)$ välistä kulmaa. Ideaalisti elastisilla aineilla $\delta = 0^\circ$, newtonisilla nesteillä $\delta = 90^\circ$ ja viskoelastisilla materiaaleilla $0^\circ < \delta < 90^\circ$. (Mezger, 2011)

Elastinen moduuli G' (storage modulus) on suure, joka kertoo aineeseen rasituksen aikana siirtynyttä deformaatio- eli muodonmuutosenergiaa. Varastoitunut deformaatioenergia on rasituksen poistuttua käytettävissä. Tämän takia elastista moduulia kutsutaan myös varastomoduliiksi. Elastinen moduuli kuvaa tutkittavan aineen elastisia ominaisuuksia. (Mezger, 2011)

Viskoottinen moduuli G'' (loss modulus) tai häviömoduuli kuvaa energiaa, jonka aineen muodonmuutos kuluttaa ja energiaa häviää muodonmuutoksessa rasituksen aikana. Energia muuttuu mm. lämmöksi. Viskoottinen moduuli kuvaa materiaalin viskoottisia eli juoksevia ominaisuuksia. (Mezger, 2011)

Jos $G'' > G'$, aineella on enemmän virtaavia ominaisuuksia kuin elastisia ominaisuuksia. Kun $G' > G''$, on aineella enemmän elastisia ominaisuuksia kuin virtaavia ominaisuuksia. Kun $G' = G''$ aine on geelitympisteessä, esimerkiksi juustot muuttuvat kiinteäksi proteiinien denaturoitumisen johdosta. (Mezger, 2011)

Häviötekijä (loss factor, damping factor, loss tangent, $\tan \delta$) kertoo viskoottisen ja elastisen arvojen suhteen. Häviötekijä kertoo onko tutkittava materiaali elastisesti tai viskoottisesti dominantti. Ei-juoksevilla aineilla $\tan \delta < 1$ ja fluideilla $\delta > 1$.

$$\tan \delta = G'' / G'$$

5.3.2 Amplitudipyyhkäisy (amplitude sweep)

Amplitudipyyhkäisymittauksessa (AS) amplitudi muuttuu taajuuden ollessa vakio. AS-mittauksen pääasiallisena tarkoituksena on selvittää tutkittavan näytteen lineaarinen viskoelastinen alue eli LVE-alue. Opinnäytetyössä käytetyssä AS-mittauksessa mittapään kääntökulma tai venymäamplitudi (strain) kasvaa logaritmisesti ja kulmataajuus eli frekvenssi ω (rad/s) on vakio. LVE-alueelta määritetään kääntökulman suuruus, joka ei hajota tutkittavan aineen rakennetta. LVE-alueen arvoa (strain %) käytetään muissa oskillaatiomittauksissa. Oikean arvon valitseminen on tärkeää, koska liian suuri kääntökulman arvo voi vääristää tai haitata muiden oskillaatiomittausten tuloksia. (Mezger, 2011)

5.3.3 Frekvenssipyyhkäisy (frequency sweep)

Frekvenssipyyhkäisymittauksessa amplitudipyyhkäisyssä määritetty LVE-alueen arvo on vakio, mutta taajuus (värähtelynopeus) muuttuu logaritmisesti. Frekvenssimittauksella voidaan tutkia, onko aineen elastiset vai viskoottiset ominaisuudet vallitsevia. Frekvenssimittaus kertoo myös tutkittavan aineen aikariippuvaisesta muodonmuutoskäytöksestä, koska taajuus on ajan käänteisarvo. Mitä paremmin tutkittavan aineen rakenne on muodostettu, sitä epätodennäköisemmin siinä tapahtuu faasien separoitumista esim. varastoinnin aikana. Tämä puolestaan näkyy frekvenssimittausten kuvaajissa siinä, että elastisen moduulin ja viskoottisen moduulin käyrät kulkevat horisontaalisesti. (Mezger, 2011)

5.3.4 Rotaatiomittaukset

Rotaatiomittauksilla saadaan selville tutkittavan aineen dynaaminen viskositeetti. Rotaatiomittauksista yleisin on virtauskäyrä, joka kertoo tutkittavan aineen virtauskäyttäytymisen, esimerkiksi onko aine newtoninen, ei-newtoninen, vaikka

leikkausohentuva. Opinnäytetyössä käytetyssä virtausominaisuusmittauksessa tutkittavan aineen viskositeettia tutkitaan eri rasituspisteissä. Toinen opinnäytetyössä käytetty rotaatiomittaus on tiksotropiamittaus. Tiksotropiamittauksessa tasisen (matalan) leikkausnopeuden jälkeen, näytteeseen kohdistetaan suuri hetkellinen leikkausvoima, jonka jälkeen leikkausvoima lasketaan alun mukaiselle tasolle. (Mezger, 2011)

6 REOLOGIAAN VAIKUTTAVAT AINESOSAT SINAPISSA JA SMOOTHIEISSA

6.1 Reologia elintarviketeollisuudessa

Monilla elintarvikkeilla on usein nestemäisiä, kiinteitä tai molempia rakenneominaisuuksia. Useat molempia rakenneominaisuuksia sisältävät elintarvikkeet ovat geelejä eli hyytelöitä, suspensioita, emulsioita tai niiden yhdistelmiä. Esimerkiksi sinappi on geeli tai geelin ja emulsion yhdistelmä. Sinapissa kiintoaine faasi muodostaa huokoisen verkoston, johon vesi ja öljy ovat dispergoituneet. Kiintoainefaasissa polysakkaridit (sinappijauho, sokeri, mahdolliset emulgointiaineet) muodostavat proteiinien kanssa huokoisen verkoston. Emulsiossa eli neste-nestedispersiossa toinen nesteistä on dispergoitunut pisaroiksi toiseen nesteeseen. (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2005)

Elintarviketeollisuudessa reologisten ominaisuuksien ymmärtäminen on tärkeää, koska reologia on mukana koko prosessissa: valmistusvaiheissa, pakkauksessa ja itse nauttimisessa. Reologian avulla voidaan esimerkiksi tutkia, miten tuotettava elintarvike käyttäytyy pumpatessa ja sekoittaessa.

Reologia on mukana myös elintarviketuotekehityksessä. Esimerkiksi kevytmaajoneesin kehityksessä öljyn vähentämisestä johtuva rakenteellinen muutos voidaan tutkia reologian avulla ja rakennemuutos korjata lisäämällä tuotteen rakennetta muuttavilla ainesosilla. (Peressini, et al., 1998)

Aistinvaraisessa arvioinnissa reologia on mukana tuotteen ulkonäössä, suutuntumassa ja maussa.

6.2 Hiilihydraatit

Mono-, di- ja polysakkarideja kutsutaan sokereiksi. Erilaiset elävät olennot (mm. kasvit ja eliöt) käyttävät hiilihydraatteja varastoenergiana. Kasvit käyttävät eri pi-

tuisia hiilihydraattiketjuja uusien solujen muodostamiseen. Polysakkaridit koostuvat yleensä vähintään 20 monosakkaridiyksiköstä, ja monosakkaridien lukumäärä voi vaihdella useista kymmenistä muutamiin tuhansiin. Yleisimpiä polysakkarideja ovat esimerkiksi selluloosa, glykogeeni, tärkkelys, pektiinit ja kasvikumit. (McGee, 2004) (Demodaran, et al., 2008)

Taulukossa 1 esitetyn härkävavun koostumuksen mukaan härkävavu sisältää tärkkelystä 41-50 %.

6.2.1 Tärkkelys

Tärkkelys on kasvien pääasiallinen varastopolysakkaridi, jota kasvit valmistavat yksinkertaisempien monosakkaridien kautta fotosynteesillä. Tärkkelys on erityinen siitä, että se eroaa monista muista hiilihydraateista sen sisältämän jaksoittaisten osien takia. Tärkkelys liukenee huonosti kylmään veteen, mutta se on helppo dispergoida siihen. Vesi-tärkkelysdispersiot muodostavat alhaisen viskositeetin suspension, jota voidaan helposti sekoittaa ja pumpata. Viskositeettia kasvattava vaikutus tulee ilmi vasta kun suspensiota lämmitetään: kuumennus 80 °C:seen aiheuttaa erittäin korkean viskositeetin kasvun. Tärkkelys koostuu puolestaan amylopektiinistä ja amyloosista. (Demodaran, et al., 2008)

Amyloosi on pääasiassa lineaarinen ketju, joka koostuu α -(1→4)-glykosididoksin sitoutuneista α -D-glukoosimolekyyleistä. Moni amyloosimolekyyli sisältää yleensä muutaman haaran, jotka ovat sidoksissa α -D-(1→6)-sidoksin. Haarautuneissa amyloosimolekyyleissä haarat ovat joko erittäin pitkiä tai lyhyitä, ja yleensä haarautumat sijaitsevat kaukana toisistaan. Haarautumien välimatkat aiheuttavat sen, että haarautuneet amyloosimolekyylit käyttäytyvät ominaisuuksiltaan lineaarisen amyloosimolekyylien kanssa samankaltaisesti. Useimmat tärkkelykset sisältävät 25 % amyloosia, mutta osa tärkkelyksistä sisältää huomattavasti enemmän, noin 52 – 72 %. (Demodaran, et al., 2008)

Amylopektiini on huomattavasti amyloosia haarautuneempi ja suurempi molekyyli. Amyloosin tapaan glukoosiketjut ovat linkittyneet α -(1→4)-glykosididoksin, mutta 4-5 % amylopektiinistä on haarautunut α -D-(1→6)-sidoksin. (Demodaran, et al., 2008)

6.2.2 Guarkumi

Guarkumi saadaan guar-kasvin (*Cyamopsis tetragonoloba*) siemenistä. Guarkumilla on suurempi viskositeettia kasvattava ominaisuus kuin millään muulla kaupallisesti käytettävällä luonnonkumilla. Guarkumin hydrokolloidinen polysakkaridi koostuu pääasiallisesti galaktomannaanista. Galaktomannaani koostuu D-mannopyranoosista ja D-galaktopyranosyylistä. β -(1→4)-D-mannopyranosiketju toimii galaktomannaanin pääketjuna, johon on haarautunut 1,6-linkein haarautuneita D-galaktopyranosyylisivuketjuja. Guarkumin galaktopyranosyyliyksiköt ovat liittyneet melko tasaisesti pääketjuun, joten siinä ei ole muiden luonnonkumien tapaan tilaa liittymäkohtien muodostumiselle. Koska guarkumi kasvattaa merkittävästi viskositeettiä jo pieninä kuiva-ainepitoisuuksina, se on halpa vaihtoehto sakeuttamisaineeksi. Pääsyyinä viskositeetin korkeaan ja nopeaan kasvuun on partikkelikoko ja molekyylipaino, joka on suuri suhteessa partikkelikokoon. (Demodaran, et al., 2008)

6.2.3 Ksantaanikumi

Xanthomas campestris-suvun bakteerit tuottavat fermentaation avulla polysakkaridia nimeltään ksantaanikumi. Ksantaanikumia käytetään yleisesti elintarviketeollisuudessa, koska se liukenee sekä kuumaan että kylmään veteen. Guarkumin tapaan se nostaa viskositeettia jo pienissä konsentraatioissa. Sillä on myös synerginen vaikutus guarkumin kanssa viskositeetin kasvatuksessa. Ksantaanikumi on liukeneva ja stabiili myös happamissa olosuhteissa. Ksantaanikumilla on viskositeettia stabiloiva vaikutus, koska se vähentää lämpötilamuutoksesta johtuvaa viskositeetin muutosta ja sitä käytetäänkin emulgointi- ja sakeutumis-

ominaisuuksien lisäksi muiden emulgointi- ja sakeuttamisaineiden stabilointiaineena. Rakenteeltaan ksantaanikumi on selluloosan kaltainen. (Demodaran, et al., 2008)

6.3 Proteiinit

Proteiinit koostuvat 21 erilaisesta aminohaposta, jotka ovat monimutkaisia polymeerejä. Kun aminohapot linkittyvät lineaarisesti toisiinsa kovalenttisin peptidisidoksin, kyseessä on proteiinin primäärirakenne. Ketjussa yhden aminohapon aminoryhmä reagoi toisen aminohapon karboksyyliiryhmän kanssa, muodostaen kovalenttisen peptidisidoksen. Aminohappoketjun pituus ja ketjusekvenssit määrittävät proteiinin fysikaalis-kemialliset, rakenteelliset ja biologiset ominaisuudet. Aminohappojen sekvenssi eli järjestys toimii ns. koodina sille, miten proteiini muodostaa sekundaari- ja tertiäärirakenteensa. (Demodaran, et al., 2008)

Sekundaarirakenne muodostuu, kun aminohappojen sivuketjut liittyvät toisiinsa vetysidoksin ja muoto poimuttuu ja muodostaa erilaisia rakenteita. Nämä sekundaarirakenteet muodostuvat vetysidosten sisäisten vuorovaikutusten johdosta. Yleisimmät näistä sekundaarirakenteista ovat α -heliksi ja β -laskos. α -heliksi on muodoltaan spiraalimainen ja β -laskoksessa aminohappoketjut ovat poimuttuneet tasomaisesti levymäiseksi. (Demodaran, et al., 2008)

Proteiinin tertiäärirakenteessa proteiini on kolmiulotteisessa muodossaan, jossa primaari- ja sekundaarirakenteet yhdistyvät. (Demodaran, et al., 2008)

6.3.1 Denaturaatio

Denaturaatiolla tarkoitetaan proteiinien kolmiulotteisen rakenteen muutosta peptidisidosten ja primaarirakenteen pysyessä ehjinä. Proteiinin denaturaatio voi tapahtua monen eri syyn seurauksena. Denaturaation voi aiheuttaa liiallinen kuumuus, pitkäkestoinen räsitus ja UV-säteily. Denaturaation voi aiheuttaa myös pH:n muutos (liian happamat tai emäksiset olosuhteet, myös liuottimien tai pintaaktiiviset aineiden lisäys voi aiheuttaa denaturaation. Denaturaation seurauksia

ovat biologisen aktiivisuuden menetys ja muun muassa liukoisuuden menetys. Denaturaatiossa polypeptidiketjut avautuvat tai suoristuvat. Jos polypeptidiketjut suoristuvat, ne menettävät toimintakykynsä. Vain pelkästään avautuneet polypeptidiketjut voivat mahdollisesti poimuttua uudelleen ja palauttaa proteiinin toimintakyvyn. (Demodaran, et al., 2008)

6.3.2 Proteiinien ominaisuudet

Proteiinit nostavat viskositeettia varsinkin, kun proteiinin molekyylipaino on suuri. Proteiinia sisältävät elintarvikkeet ovat yleensä leikkausohenevia, koska proteiinimolekyylit orientoituvat rasitukseen; muovautuvat rasituksen mukaan tai rasituksen mukaisesti esim. sekoitettaessa. Denaturoituneiden proteiinien on osoitettu nostavan enemmän viskositeettia kuin alkuperäisessä rakenteessaan olevien, koska denaturoituneet proteiinit ovat muodostuneet satunnaisia rakenteita. Myös eroja viskositeetin nostamisessa voi olla kahden eri tertiäärirakenteen omaavan proteiinin välillä; koko ja muoto ratkaisevat esimerkiksi onko tertiäärirakenne kompakti tai pitkä. (Demodaran, et al., 2008)

7 SMOOTHIE-VALMISTUS

Opinnäytetyössä tutkittiin viiden eri smoothien reologiaa ja verrattiin mitattuja tuloksia Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksen aistinvaraisen arvioinnin tuloksiin. Aistinvaraisen arvioinnin kohteena oli pääasiassa kaksi erilaista härkäpapusmoothieta (Outi Lehdon tyotekehitysprojekti Turun ammattikorkeakoulussa) ja verrokkeina käytettiin arvioinnissa Raisio Oy:n Elovena Metsämarja välipalajuomaa, Roberts Oy:n Mustikka-vadelma marjajuomaa ja Bioferme Oy:n Yosa vadelma-punaherukkasmoothieta.

7.1 Härkäpapusmoothieiden koostumus

Opinnäytetyössä tutkitut härkäpapusmoothiejauheet on kehittänyt Outi Lehto Turun ammattikorkeakoulun projektissa. Koostumukset taulukossa 3.

Taulukko 3 Härkäpapusmoothiejauheiden koostumukset

Härkäpapusmoothie 1	Härkäpapusmoothie 2
härkäpapujauhe 20 %	härkäpapujauhe 45 %
herneproteeini 35 %	sokeri 10 %
kvinoa 8 %	Vanilliinisokeri 9 %
sokeri 17 %	mustaherukkajauhe 5,5 %
mustikkajauhe 20 %	mustikkajauhe 14,5 %
cmc 3,5 %	kvinoa 6 %
sitruunahappo 1,5 g / kg	C-vitamiini 1 g / kg
	sitruunahappo 2 g / kg

Härkäpapusmoothiejauhetta sekoitettiin 12 g 100 millilitraan vettä.

7.2 Vertailusmoothieiden koostumus

Vertailusmoothieiden ainesosat ja ravintosisällöt löytyvät liitteestä 2.

8 SINAPIN TUOTEKEHITYS

8.1 Mausta liiketoimintaa - tuotekehitysklinikka

Sinapin tuotekehitys tapahtui osana Turun ammattikorkeakoulun Mausta liiketoimintaa – tuotekehitysklinikkaa, jonka kautta pienet ja keskisuuret elintarvikeyritykset pystyivät tilaamaan tuotekehityksen tuotekehitysklinikalta. Tuotekehitysklinikan tavoitteena on luoda pk-elintarvikeyritysten kanssa tuotteita, jotka vastaavat kuluttajien tarpeeseen, tukea yritysten tuotekehitystä sekä edistää yrittäjien tuotekehitysprosessin hallinta-, markkinointi- ja viestintäosaamista sekä asiakasymmärrystä.

8.2 Tavoite

Opinnäytetyön tuotekehityksen tavoitteena oli kehittää sokeriton, vähäsokerinen tai ”diabeetikolle sopivampi” sinappi käyttäen steviaa tai fruktoosia makeutusaineena. Sinappi kehitettiin Vaskion mauste Oy:lle.

8.3 Sinapin tuotekehityspolku

Sinapin reseptikokeiluiden aistinvaraiset arvioinnit ja testaus suoritettiin opinnäytetyön tekijän, Vaskion Mauste Oy:n tai satunnaisten opiskelijoiden toimesta.

8.3.1 Ensimmäiset koe-erät

Tuotekehitys aloitettiin tekemällä ensin Vaskion mauste Oy:n Matin Mainio -tuotesarjan perinteistä sinappia kehityskeittiössä, jotta opittiin ymmärtämään prosessiteknillisiä haasteita ja miten pienemmässä keittiömittakaavassa kehitetty perinteinen sinappi eroaa kaupassa myytävästä verrokista. Huomiona oli se, että keittiössä valmistettu sinappi oli maultaan tulisempaa ja väkevämpää, mutta muut ominaispiirteet olivat samankaltaisia.

Reseptit 1,2,3 valmistettiin kuten perinteinenkin, mutta siirapin ja sokerin sijaan resepteissä käytettiin fruktoosia. Ensimmäiset kolme reseptiä sisälsivät fruktoosia eri määriä. Valmistuksessa käytettiin 85-asteista vettä. Ksantaani- ja guarkumia käytettiin alkuperäisen reseptin mukaiset suhteelliset määrät. Huomiona oli se, että makeus oli kohtalaisen samalla tasolla, kuin perinteisessä mutta se maistui erilaiselta. Myös rakenne oli selkeästi paksumpi kuin alkuperäisessä sinapissa. Maultaan sinapit olivat selvästi väkevempiä kuin alkuperäinen sinappi.

8.3.2 Reseptit 4 ja 5

Resepteissä 4 ja 5 keskityttiin makeuden sijaan rakenteeseen ja väkevyyteen. Resepteissä testattiin veden lämpötilan vaikutusta väkevyyteen ja tulisuteen. Reseptissä 4 käytetyn veden lämpötila säädettiin 70-asteiseksi ja reseptissä 5 75-asteiseksi. Molemmissa resepteissä pienennettiin ksantaanikumin ja guarkumin määrää noin puoleen ensimmäisistä koe-eristä. Väkevyyys ja tulisuus olivat veden lämpötilan säädöstä huolimatta läsnä ja rakenne oli selkeästi alkuperäistä jämäkempi ja paakkuisempi. Reseptin makeus todettiin olevan hyvällä tasolla ja maku liiallista tulisuuutta ja väkevyyttä lukuun ottamatta hyvä.

8.3.3 Reseptit 5,6 ja 7

Resepteissä 5,6 ja 7 pyrittiin pienentämään fruktoosin määrä siten, että makeus oli selkeästi vielä havaittavissa ja sinappia voitaisiin luonnehtia ”makeaksi sinapiksi”. Myös veden lämpötiloja pienennettiin 65-asteeseen resepteissä. Sinapveja sekoitettiin jäähtymisvaiheessa enemmän (20 minuuttia) kuin aiemmissa resepteissä tulisisuuden ja väkevyyden vähentämiseksi sekä guarkumin ja ksantaanikumin määrää pienennettiin. Rakenteesta tuli sopivan juokseva, jopa vähän löysempi kuin alkuperäisessä sinapissa. Reseptit 6 ja 7 eivät enää olleet makeita. Veden lämpötilalla ja sekoituksella ei ollut suurta havaittavaa vaikutusta väkevyyteen ja tulisuteen.

8.3.4 Reseptit 8 ja 9

Resepteissä käytettiin ensimmäistä kertaa steviaa (stevioliglykosidi >95%, Reb-A-pitoisuus 40%, muut steviaperäiset ainekset). Reseptit tehtiin reseptien 5 ja 6 kaltaisesti, mutta fruktoosin tilalla käytettiin yksi teelusikka ja yksi maustemitta steviaa. Yksi teelusikka määränä toimi reseptissä kokeiluna. Tarkoituksena oli testata stevian makua. Rakenne ja juoksevuus olivat löysemiä kuin aiemmissa koe-erissä ja maku metallisen lakritsimainen. Maku johtui stevian liiallisesta määrästä. Lisäksi stevia sekoitettiin kuiva-aineisiin ennen nestemäisten ainesosien lisäämistä. Veden lämpötilaksi valittiin 85-astetta. Tulisuus ja väkevyys olivat voimakkaita.

8.3.5 Resepti 10

Resepti 10 tehtiin aiemmin hyväksi koetulla tavalla (reseptin 8 pohjaa käyttäen), mutta stevian määrää pienennettiin merkittävästi. Stevian mitatuksi painoksi tuli 150 mg ja se liuotettiin sinappiin lisättävään veteen. Maku oli makeahko, stevian haittamakua ei ollut niin paljoa havaittavissa. Maku oli voimakkaan väkevä ja tu-
linen. Rakenne oli löysähkö alkuperäiseen sinappiin verrattuna.

8.3.6 Resepti 11

Resepti 11 oli samanlainen kuin resepti 10, mutta stevian lisäksi käytettiin fruktoosia 10 m-%. Stevian määrää laskettiin ja guargumin määrää lisättiin. Myös etikan ja öljyn suhteellista määrää lisättiin. Tulisuus ja väkevyys olivat edelleen läsnä ja etikka peitti osittain stevian haittamakeutta.

8.3.7 Resepti 12

Reseptissä 12 muutettiin valmistusmetodeja siten, että sinappijauhoa kiehautettiin osan reseptissä käytetyn vesimäärän kanssa 5 minuutin ajan. Reseptissä sakeutumisaineet, stevia ja muut nestemäiset ainesosat lisättiin massaan kiehauksen jälkeen. Rakenteesta tuli paakkuinen aluksi ja se vaati paljon sekoitusta. Tulisuus ja väkevyys uuttuivat mausta pois.

8.3.8 Reseptit 13,14,15

Tehtiin kolme erilaista sinappia maistettavaksi Turun Ruoka- ja kirjamesseille. Resepti 13 sisälsi makeutusaineena pelkkää steviaa (stevian määrä milligrammoina), resepti 14 steviaa vähemmän kuin resepti 13 ja vähemmän fruktoosia suhteessa reseptiin 15. Resepti 15 sisälsi pelkkää fruktoosia makeutusaineena. Sinappijauhot kiehautettiin valmistuksessa. Etikan, öljyn ja sakeutumisaineiden määrä pidettiin kaikissa samana.

8.4 Ruokamessut ja aistinvarainen arviointi

Kolme valittua valmista sinappia maistatettiin messukävijöille Turun Ruoka- ja kirjamesseilla. Aistinvaraiset arvioinnit suoritettiin kaikkien halukkaiden kesken, kohderyhmänä oli täysi-ikäiset ostopäätöksiä tekevät ihmiset. Saatu arviointien lukumäärä oli 71, joka todettiin riittäväksi otannaksi. Arviointilomakkeet toimitti Turun yliopiston funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus. Arvioinnin tuloksista löytyy lisää kappaleessa 8. Sinapit koodattiin taulukon 4 mukaisesti. Sinapit arvioitiin savupalvikinkun ja coctail-keksien kera. Arviointilomakkeessa arvioijaa ohjeistettiin maistamaan sinappia kinkun kanssa ja maistatusten välissä arvioijaa neuvottiin nollaamaan makunsa vedellä ja keksillä.

Taulukko 4 Sinappien koodaus

Sinappi	Koodi
Stevialla makeutettu sinappi	125
Stevialla ja fruktoosilla makeutettu	553
Fruktoosilla makeutettu sinappi	706

9 SINAPIN MAISTATUKSEN TULOKSET

9.1 Arviointilomake

Arviointilomakkeessa kysyttiin alla olevien taulukoiden mukaisesti strukturoituja kysymyksiä. Lisäksi lomakkeessa oli kohta, jossa arvioija pystyi valitsemaan si-nappia kuvaavia sanoja. Ulkonäön, tuoksun, rakenteen ja maun miellyttävyyttä kysyttiin alla olevan taulukon 5 mukaisesti. Taulukossa on annettu vastaukselle arvo tulosten tarkastelua varten.

Taulukko 5 Miellyttävyyksien arviointi

9	Erittäin miellyttävä
8	Hyvin miellyttävä
7	Melko miellyttävä
6	Hieman miellyttävä
5	Ei miellyttävä eikä epämiellyttävä
4	Hieman epämiellyttävä
3	Melko epämiellyttävä
2	Hyvin epämiellyttävä
1	Erittäin epämiellyttävä

Rakennetta kysyttiin alla olevan taulukon 6 mukaisesti. Taulukossa on annettu vastaukselle arvo tulosten tarkastelua varten.

Taulukko 6 Rakenteen arvioinnin vaihtoehdot

1	Aivan liian löysä
2	Hieman liian löysä
3	Sopivan löysä / paksu
4	Hieman liian paksu
5	Aivan liian paksu

Makeuden ja tulisuuden voimakkuutta kysyttiin alla olevan taulukon 7 mukaisesti. Taulukossa on annettu vastauksille arvot tulosten tarkastelua varten.

Taulukko 7 Makeuden ja tulisuuden voimakkuuden arviointi

1	Ei lainkaan voimakas
2	Hieman voimakas
3	Melko voimakas
4	Voimakas
5	Erittäin voimakas

Ostohalukkuutta kysyttiin alla olevan taulukon mukaisesti strukturoiduin kysymyksin. Vastauksille on annettu arvot.

Taulukko 1 Ostohalukkuus

5	Ehdottomasti
4	Mahdollisesti
3	Tuskin
2	Ei ikinä
1	Ei osaa sanoa

Sinapin käyttöastetta kysyttiin alla olevan taulukon 9 mukaisesti. Vastaukselle on annettu arvo. Kysymys oli ”Kuinka usein käytät sinappia?”

Taulukko 9 Sinapin käyttöasteen kysyminen

5	Päivittäin
4	Muutaman kerran viikossa
3	Muutaman kerran kuukaudessa
2	Kausittain
1	Harvemmin

Vastaajan ikää kysyttiin alla olevan taulukon 10 mukaisesti. Vastauksille on annettu pistearvo tulosten tarkastelua varten.

Taulukko 10 Ikä

1	25 vuotta tai alle
2	26 – 35 vuotta
3	36 – 45 vuotta
4	46 – 55 vuotta
5	56 – 65 vuotta
6	yli 65 vuotias

Myös sukupuolta kysyttiin. Alla olevassa taulukossa 11 löytyy ominaisuuskuvailussa mukana olleet vaihtoehdot.

Taulukko 11 Sinapin ominaisuuksien kuvailu

makea	paksu
suolainen	polttava
juokseva	tulinen
jauhoinen	pistävä
samettisen sileä	voimakas
sopii makkaralle	mausteinen
sopii kinkun kanssa	vieras sivumaku
sopii liharuokiin	löysä
sopii hernekeittoon	sopii makkaraperunoihin
sopii lihapiirakkaan	en käyttäisi
sopii ruuanlaittoon	jokin muu, mikä?

9.2 Aistinvaraisen arvioinnin tulosten tarkastelu

Kolmen sinapin välillä ero ostohalukkuudessa oli marginaalinen. Arvioinnin perusteella halutuin sinappi olisi fruktoosilla makeutettu sinappi. Maun miellyttävyydessä erot olivat myös marginaalisia. Miellyttävin maultaan oli stevialla ja fruktoosilla makeutettu sinappi. Arvioinnin perusteella mikään sinapeista ei ole kovin makea ja maun voimakkuutta kysyttäessä vastaukset jakaantuivat pääasiassa tasan. Tarkempi tulosten tarkastelu löytyy kappaleesta 10.

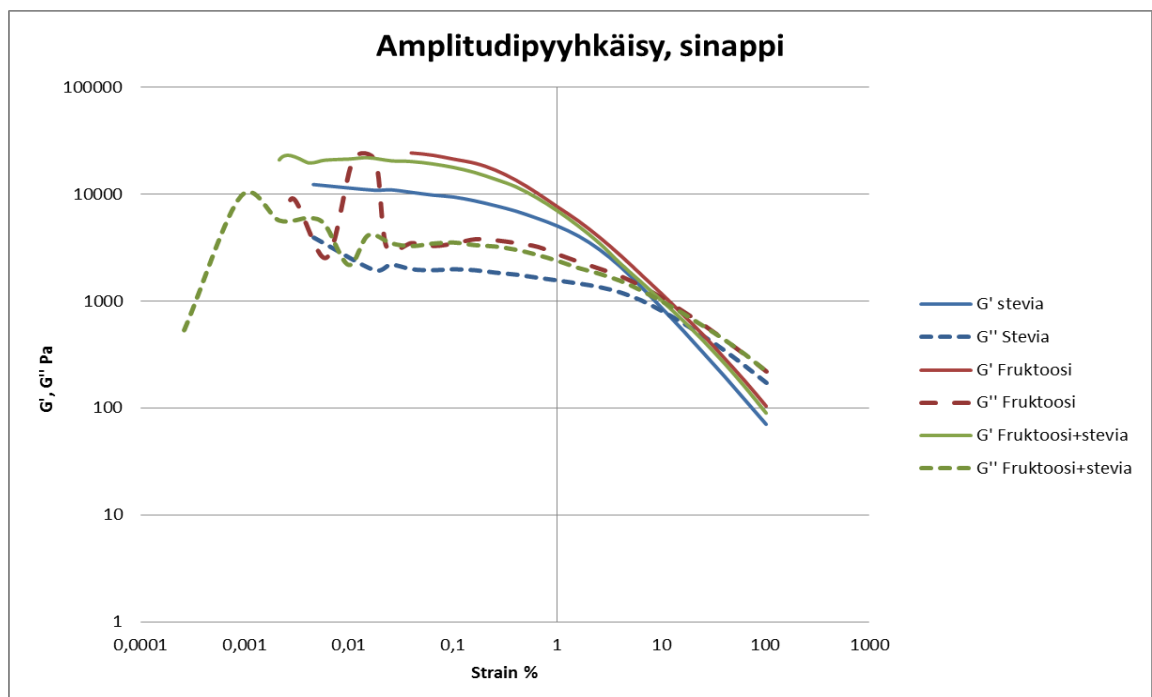
10 SINAPIN JA SMOOTHIEIDEN REOLOGISTEN MITTAUSTEN TULOKSET

10.1 Reologiset mittaukset

Kaikista kolmesta Turun Ruoka- ja kirjamesuille valituista sinapeista mitattiin amplitudipyyhkäisy, frekvenssipyyhkäisy, tiksotropia- ja virtauskäyrämittaukset. Smoothieista mitattiin samat mittaukset kuin sinapeistakin. Reologiset mittaukset suoritettiin Anton Paar MCR 102-reometrillä.

10.2 Sinappien amplitudipyyhkäisymittaukset

Amplitudimittauksilla määritettiin sinappien lineaariset viskoelastiset alueet. Määritettyä LVE-aluetta käytettiin frekvenssimittauksissa. Amplitudimittauksissa strainin eli venymäamplitudin arvo kasvaa logaritmisesti 0,01 – 100 %. Vakiofrekvenssinä käytettiin 10 rad/s.

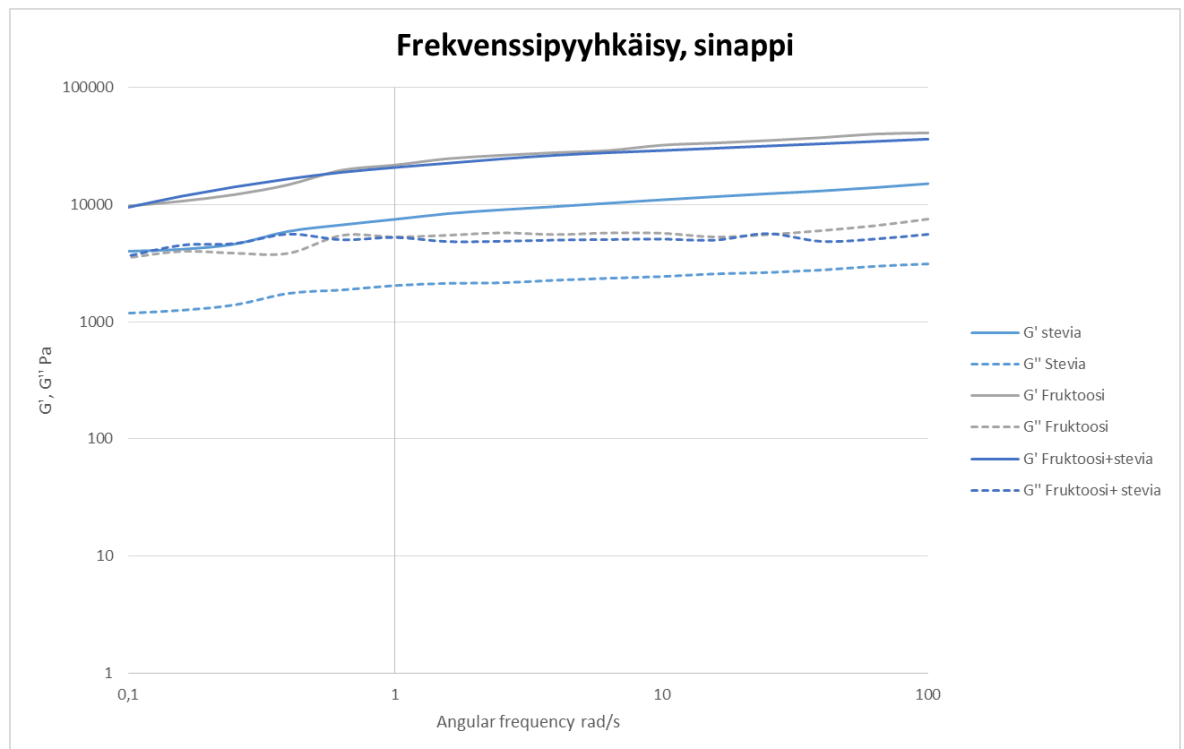


Kuvio 1 Sinapin amplitudimittaukset

Kuviosta 1 nähdään, että käyrät kulkevat melko lineaarisesti 0,02 % kohdalle. LVE-alueeksi määritettiin venymän arvo 0,02 %. Sinappien rakenne alkaa hajota välittömästi, kun venymän arvot ylittävät 0,03 %.

10.3 Sinapin frekvenssipyyhkäisymittaus

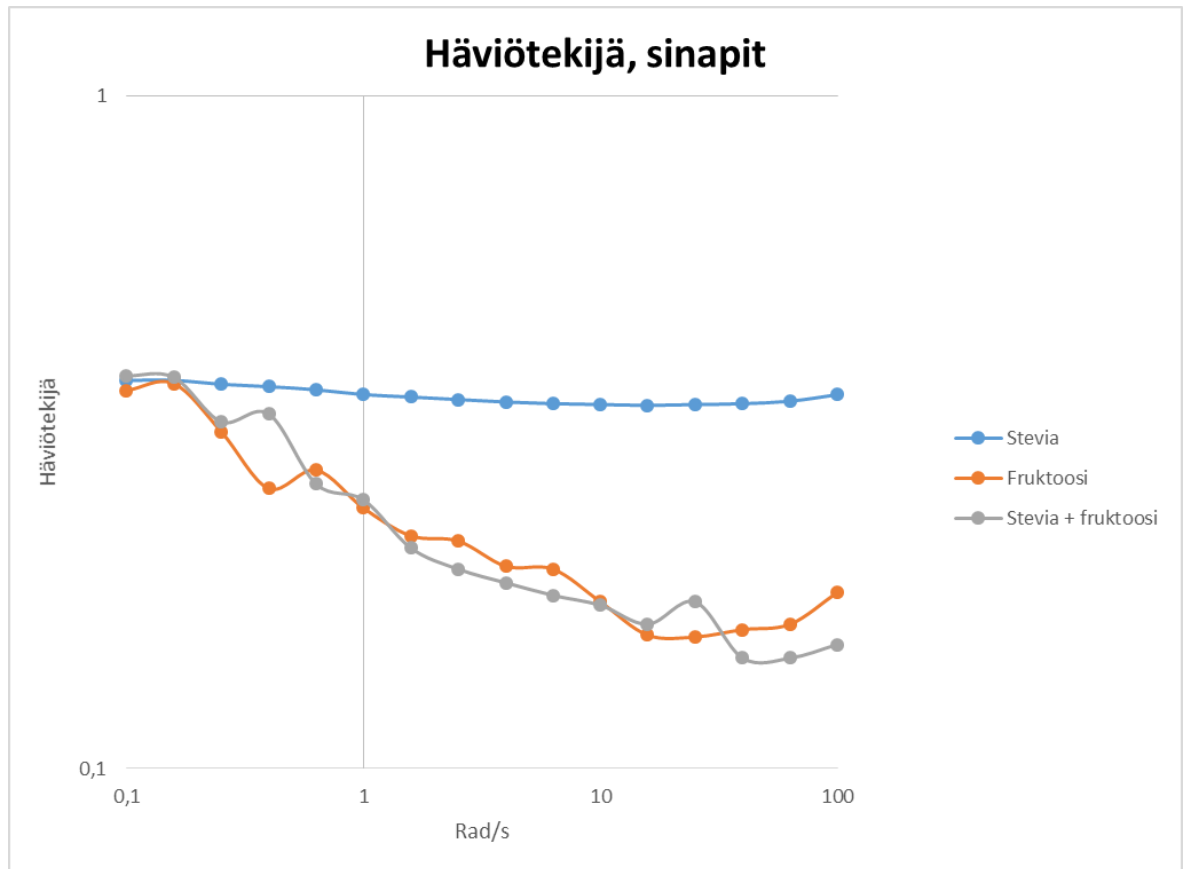
Frekvenssipyyhkäisyllä määritettiin sinappien moduulit ja häviötekijä LVE-alueella. Frekvenssipyyhkäisy kuvaa sinapin olemusta normaalitilassa, esimerkiksi miltä se tuntuu suussa ilman, että suu jauhaa tai nielee sinappia. Frekvenssimittauksissa kulmanopeus nousee logaritmisesti 0,1 – 100 rad/s.



Kuvio 2 Sinapin moduulit frekvenssimittauksessa

Kuviosta 2 nähdään että sinapit, joiden makeutusaineena on käytetty fruktoosia tai sekä fruktoosia ja steviaa, ovat käyrien perusteella rakenteeltaan vähän jämmämpiä kuin pelkkää steviaa sisältävä sinappi. Erot selittyvät fruktoosin määrällä, koska fruktoosin määrä muuttaa muiden vakiona olevien ainesosien (sinappijauho, guarkumi, ksantaanikumi, vesi, öljy ja etikka) tilavuuksien suhdetta. Myös

fruktoosin lisääminen itsessään kasvattaa sinapin jämäkkyyttä, koska liuenneen fruktoosin kemiallis-fysikaaliset ominaisuudet nostavat sinapin jämäkkyyttä.

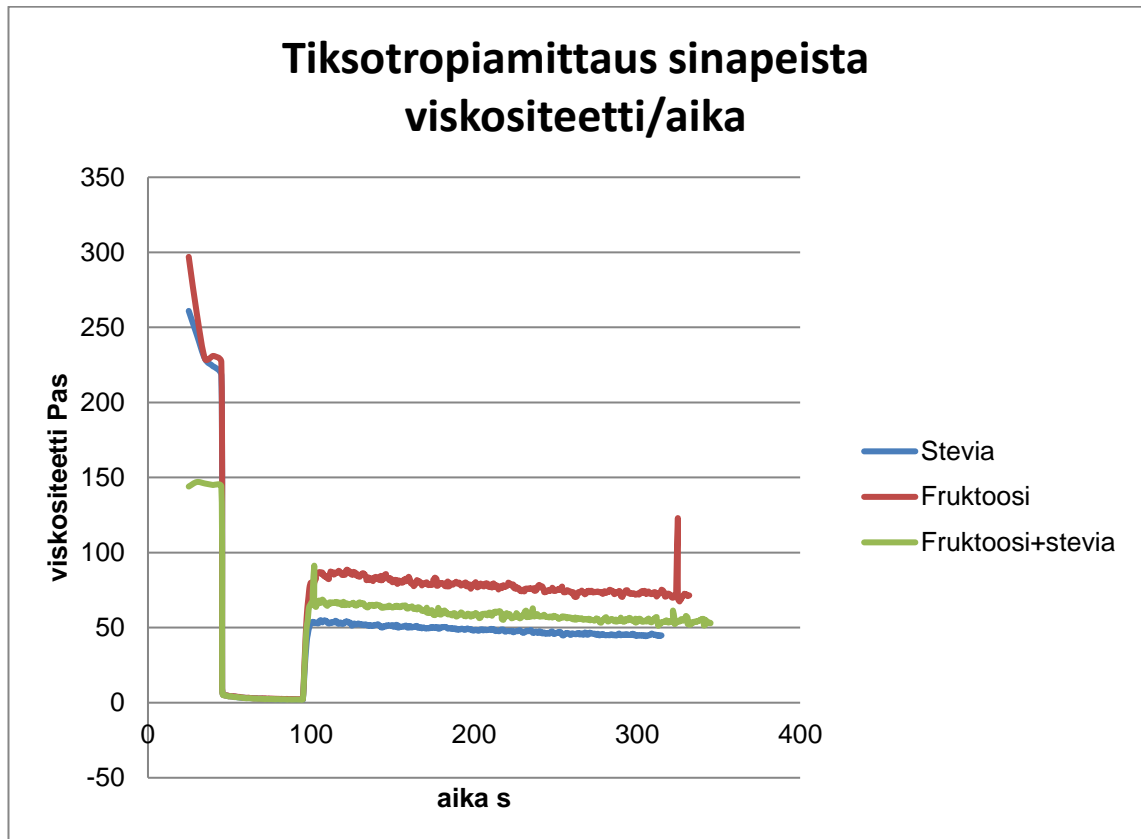


Kuvio 3 Sinapin häviötekijät

Kun häviötekijän arvo frekvenssimittauksessa on alle 1, aineessa on enemmän kiinteän kaltaisia rakenneominaisuuksia, ja kun häviötekijä on arvoltaan suurempi kuin 1, aine sisältää enemmän nestemäisiä rakenneominaisuuksia. Toisin sanoen, mitä matalampi häviötekijän arvo on, sitä enemmän se muistuttaa kiinteää ainetta ja mitä suurempi häviötekijä on, sitä enemmän se muistuttaa nestettä. Kuviossa 3 stevialla makeutetulla sinapilla on suurin häviötekijä mittauksen aikana, joten se on ominaisuuksiltaan juoksevampaa kuin kaksi muuta sinappia.

10.4 Sinapin tiksotropiamittaukset

Tiksotropiamittauksessa sinappiin kohdistetaan moninkertainen leikkausvoima (100 1/s) alkuperäiseen rasitukseen (1 1/s) nähden. Tiksotropiamittauksen avulla selvitettiin, miten sinapit käyttäytyvät yllättävän rasituksen jälkeen, esimerkiksi puristettaessa sinappia ulos pakkauksesta.

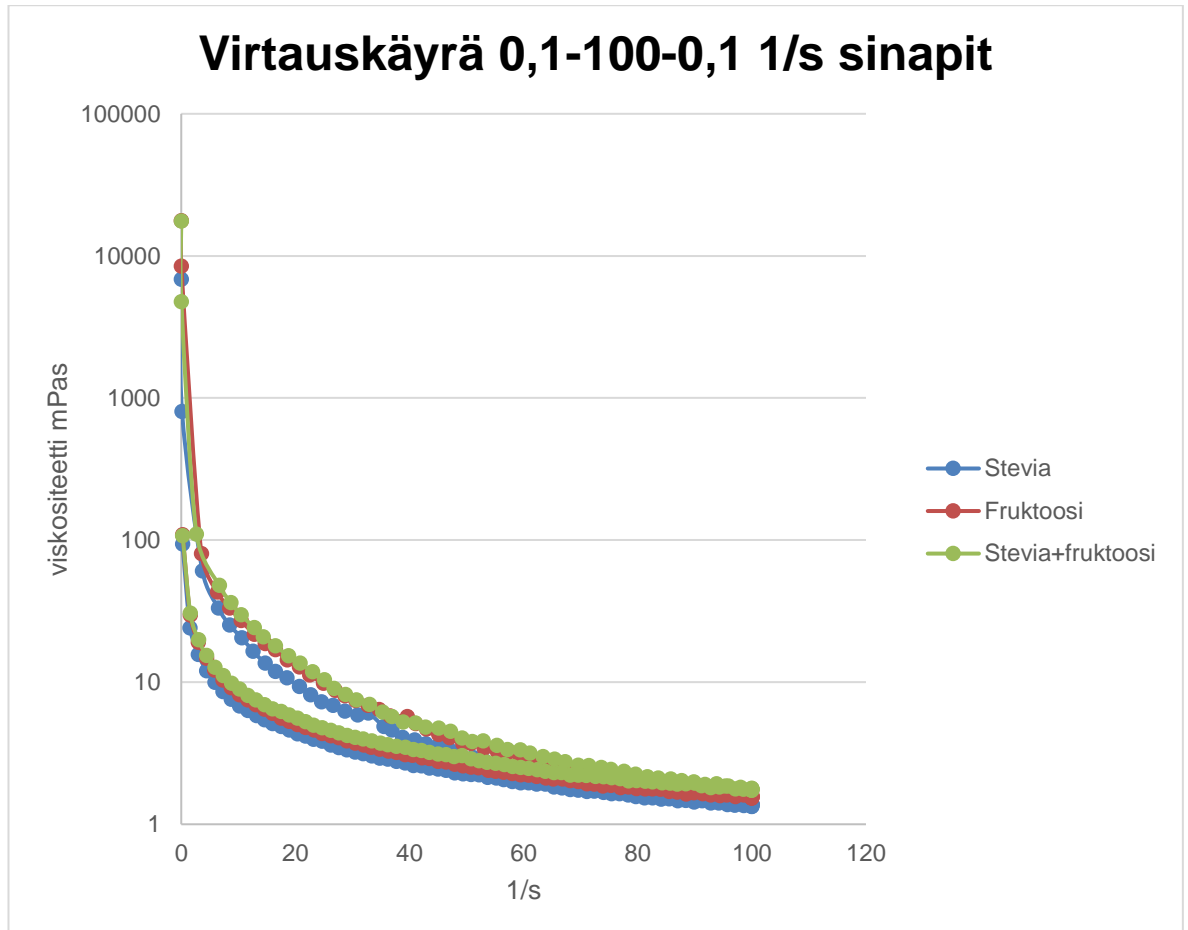


Kuvio 4 Sinapin tiksotropiamittaus

Kuvion 4 perusteella voidaan todeta, että sinapit palautuvat samankaltaisesti, mutta eivät täysin lähtötasolle. Rakenteen palautumattomuus kertoo siitä, että sinappien rakenne hajoaa osittain rasituksen takia. Hajotessaan rakenteet eivät enää vastusta niin paljoa virtausta. Kyseessä voi olla myös suuresta leikkausvoimasta johtuva ainesosien uudelleenorientaatio, eli ainesosat järjestäytyvät leikkausvoiman mukaisesti alentaen viskositeetin arvoja.

10.5 Sinapin virtauskäyrät

Virtauskäyrässä eli virtausominaisuusmittauksessa leikkausnopeus kasvaa lineaarisesti 0 – 100 1/s, pysyy hetken 100 1/s ja laskee lineaarisesti lähtötasoon.



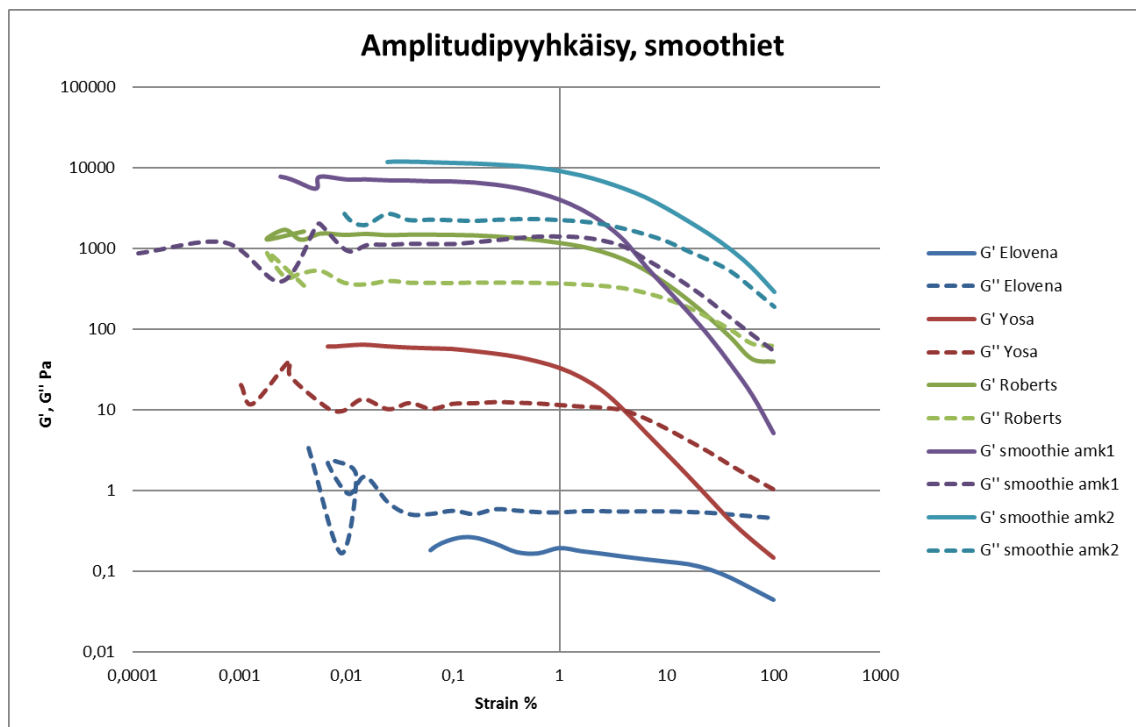
Kuvio 5 Sinapin virtauskäyrät

Virtausominaisuusmittauksissa sinapit käyttäytyivät samankaltaisesti. Sinapit osoittavat leikkausohenevaa käyttäytymistä. Sinappien viskositeetin lähtötasot eroavat toisistaan. Stevialla makeutetun sinapin viskositeetti oli leikkausnopeuden alussa (0,1 1/s) 6820 mPas, kun taas fruktoosia sisältävien sinappien 17700 mPas (pelkkä fruktoosi) ja 17600 mPas (steviaa ja fruktoosia sisältävä). Vaikka lähtötasot eroavatkin toisistaan merkittävästi, tiettyyn leikkausnopeuteen päästäessä sinappien viskositeetit ovat laskeneet samalle tasolle. Virtauskäyrällä voi-

daan kuvata tilannetta, jossa sinappia jauhetaan suussa tai niellä. Korkeamman viskositeetin lähtöarvon sisältävät sinapit tuntuvat suussa aluksi vähän paksummilta. Virtauskäyrä kertoo osittain saman kuin tiksotropiamittaus, viskositeetit eivät palaudu täysin lähtötasolle.

10.6 Smoothieiden amplitudipyyhkäisymittaukset

Smoothieista mitattiin amplitudipyyhkäisymittaukset LVE-alueen selvittämiseksi frekvenssimittausta varten.

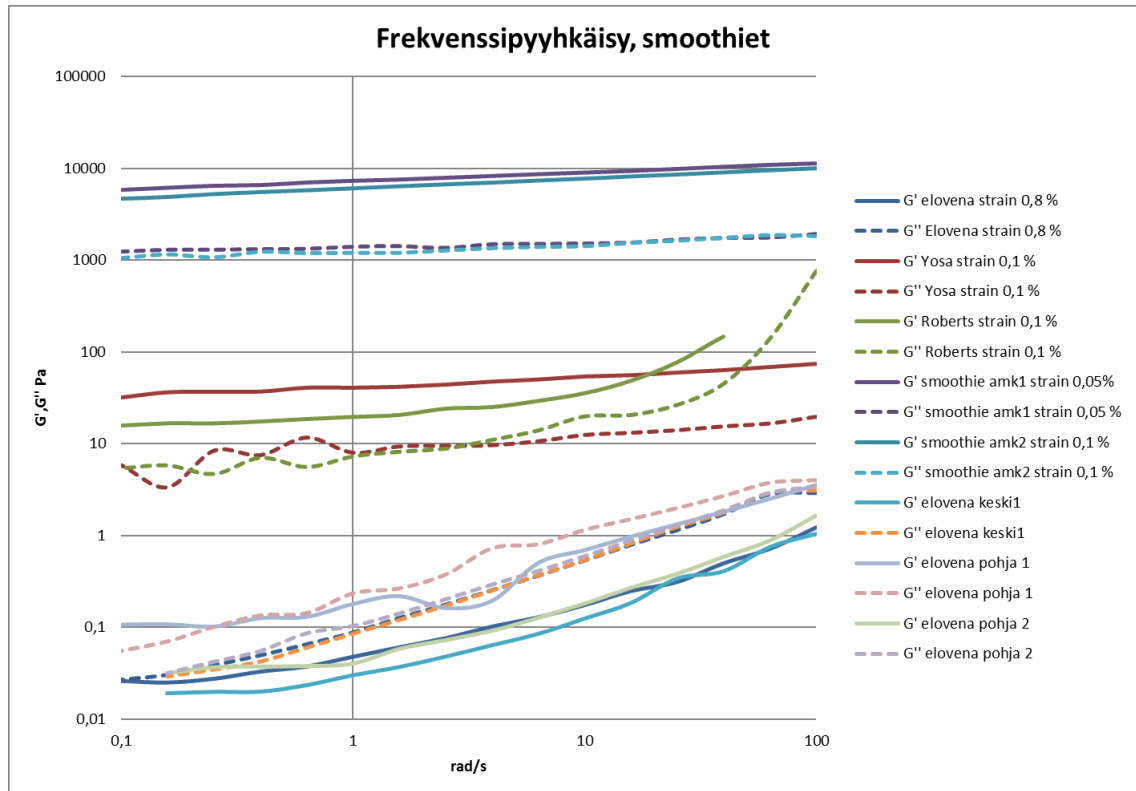


Kuvio 6 Smoothieiden amplitudipyyhkäisymittaus

Käyrien perusteella määritettiin smoothieiden venymän arvoiksi smoothiasta riippuen 0,05 % - 0,1 %.

10.7 Smoothieiden frekvenssipyyhkäisymittaukset

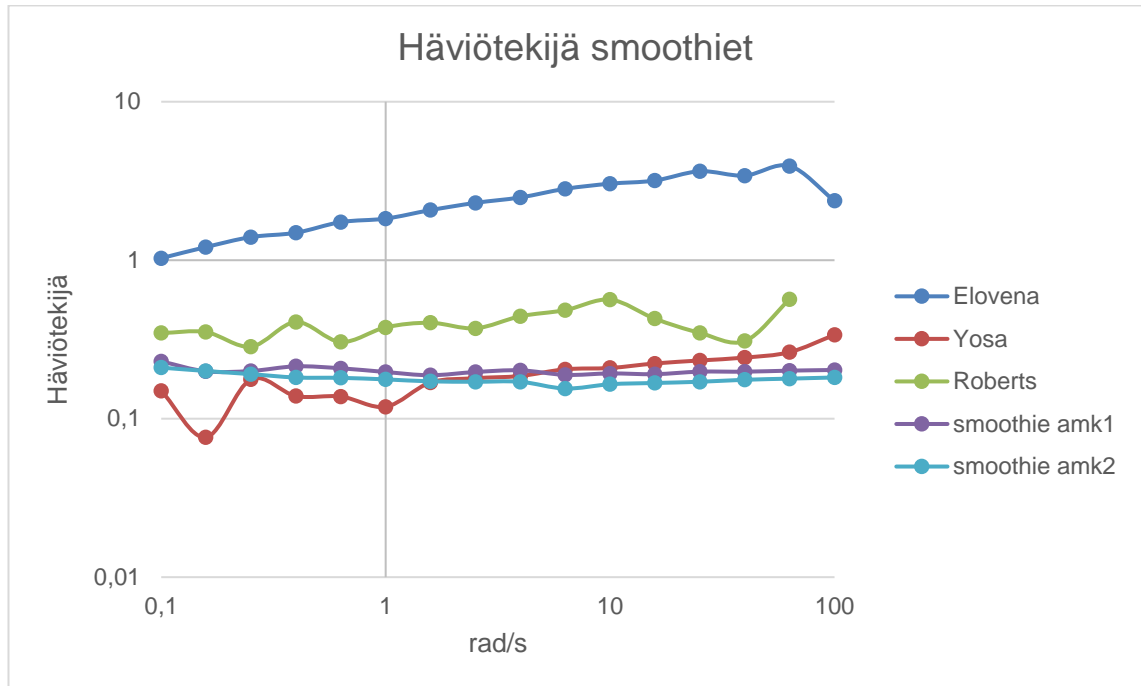
Smoothieiden frekvenssimittaukset suoritettiin venymän (%) ollessa LVE-alueella. Kulmanopeus rad/s nousee logaritmisesti 0,1 – 100 rad/s.



Kuvio 7 Smoothieiden frekvenssipyyhkäisymittaus

Kuvion 7 perusteella voidaan todeta, että härkäpapusmoothiet ovat viskoelastiselta rakenteeltaan jämekämpiä kuin muut smoothiet. Tämä voi selittyä käytetyn härkäpapusmoothieiden sisältämän härkäpapujauheen ja marjajauheiden suuremmalla hiukkaskoollla, joka aiheuttaa jämekämmän kolmiulotteisen rakenteen. Elovena on juoksevinta pelkästään sillä perusteella, että sen viskoottinen moduuli G'' on dominantti eli sen arvot ovat suuremmat kuin elastisella moduulilla G' . Myös erot moduulien arvoissa kertovat sen seikan, esimerkiksi elovenan moduulien arvot ovat noin 10000-kertaisesti pienemmät kuin härkäpapusmoothieiden. Frekvenssimittauksen moduulien arvot eivät silti kerro koko totuutta, koska se kuvaa tutkittua ainetta lepotilassa, esimerkiksi miltä se tuntuu kielen päällä ja

suussa jauhamatta tai nielemättä. Moduulien arvot eivät pelkästään kerro rakenteellisista eroista, vaan elastisen moduulin ja viskoottisen moduulin suhde eli häviötekijä kertoo onko tutkittu näyte enemmän virtaava tai kiinteä ominaisuuksiltaan.

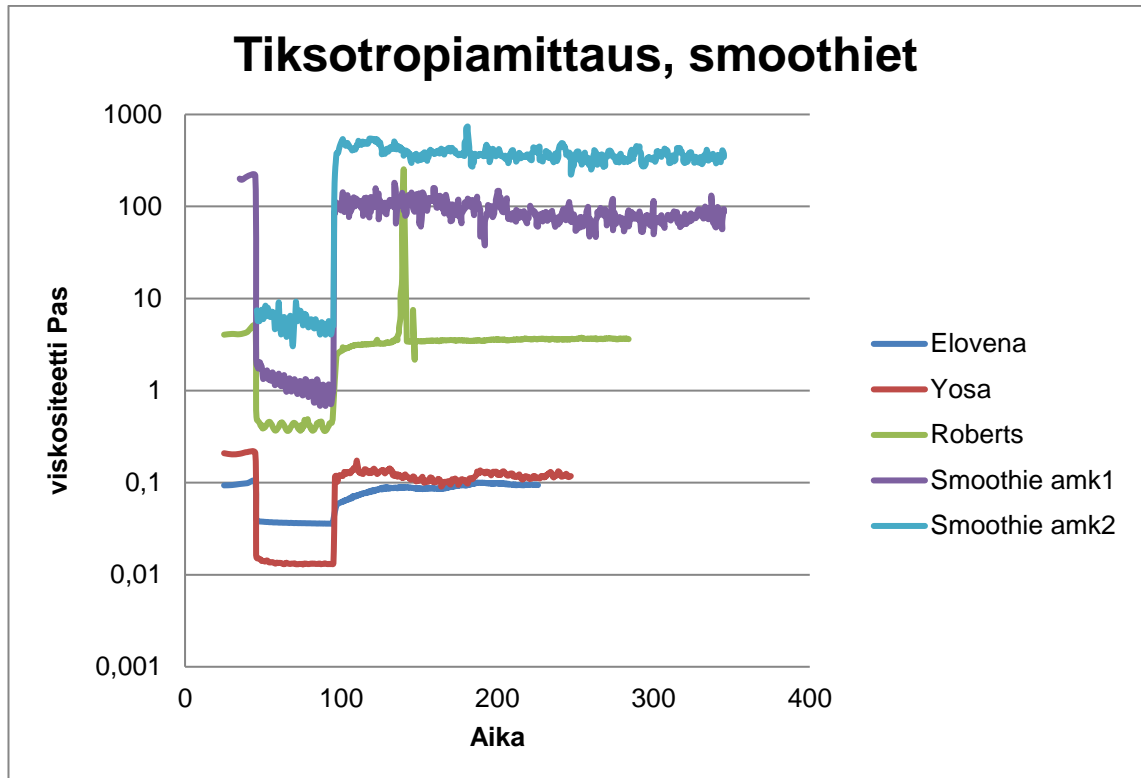


Kuvio 8 Häviötekijä smoothiet

Smoothieiden häviötekijöitä tarkasteltaessa Elovena on juoksevinta. Häviötekijän perusteella tarkasteltuna rakenteelliset erot härkäpapusmoothieiden, Yosan ja Robertsin välillä eivät ole enää niin suuria, ainakaan juoksevuuden ja kiinteyden suhteen tarkasteltuna.

10.8 Smoothieiden tiksotropiamittaus

Smoothieista mitattiin vastaavanlaisella tavalla tiksotropiamittaukset kuin sinapeis-takin.

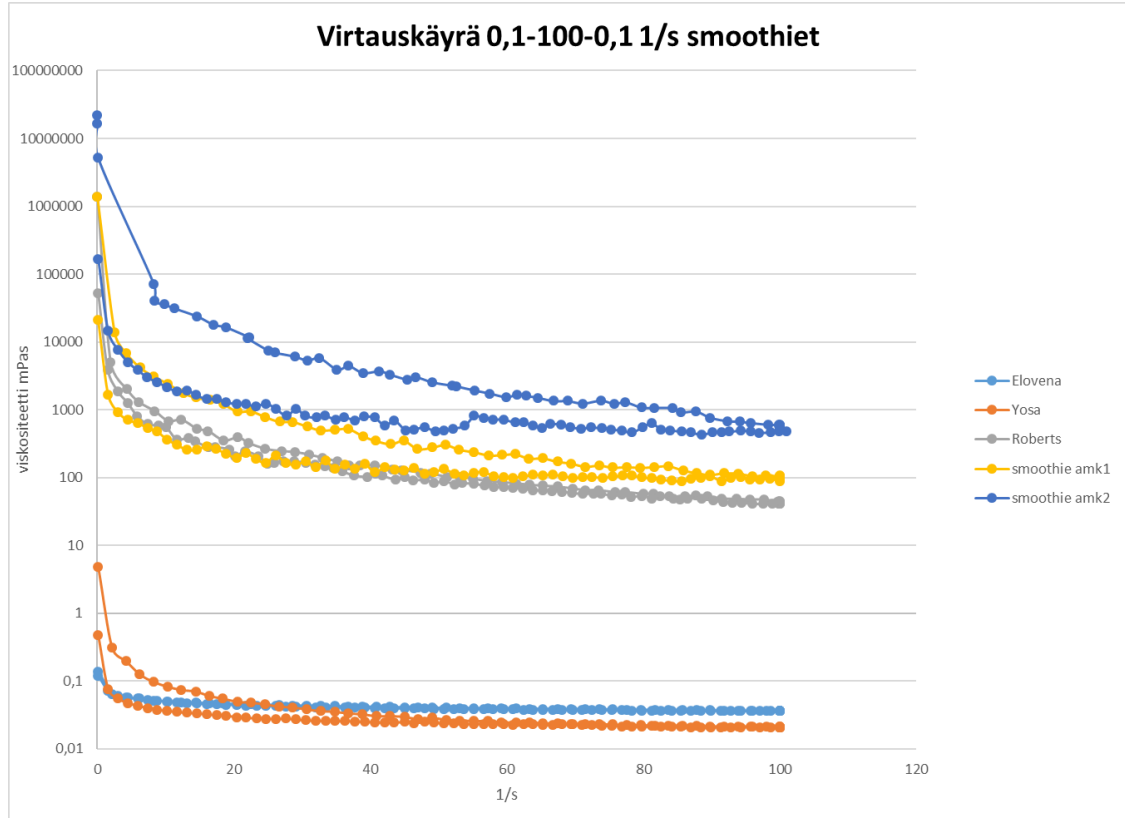


Kuvio 9 Smoothieiden tiksotropiamittaukset

Smoothiet palautuvat kuvion 9 mukaan samankaltaisesti lähes lähtötasolle. Tiksotropiamittauksessa kova hetkellinen rasitus (100 1/s) kesti 49 sekuntia. Smoothieissa tapahtuva värähtely viskositeetin arvoissa johtuu siitä, että rakenne pyrkii palautumaan alkuperäiselle tasolle, mutta samalla tapahtuu pientä hajomista rakenteessa tai smoothien kiintoainefaasin hiukkaset ja muut polymeeriketjut pyrkivät orientoitumaan hetkellisen rasituksen mukaisesti sen päätyttyä. Piikki Robertsin käyrässä johtuu kiintoainehiukkasesta, joka on joutunut jumiin mittauslevyn väliin aiheuttaen hetkellisen nousun viskositeetin arvossa.

10.9 Smoothieiden virtauskäyrät

Smoothieista mitattiin sinappien tapaan virtauskäyrä, jossa leikkausnopeus nousee lineaarisesti välillä 1-100 1/s, pysyy hetken vakiona 100 1/s ja laskee lineaarisesti 100 1/s - 1 1/s.



Kuvio 10 Smoothieiden virtauskäyrät

Virtausominaisuuskäyrien perusteella voidaan todeta, että kaikki viisi smoothieta käyttäytyvät leikkausohenteisesti. Elovena käyttäytyy lähes newtonisesti. Suurin viskositeetti on härkäpapusmoothieilla. Härkäpapusmoothieiden viskositeetin erot Robertsinkin marjajuomaan johtuvat todennäköisesti siitä, että ne sisältävät viskositeettia nostavia pitkiä polymeerejä: sokeria, proteiinia, tärkkelystä ja muita hiilihydraatteja. Myös härkäpapusmoothieissa käytettyjen marjajauheiden partikkelikoko voi vaikuttaa viskositeettiin nostavasti ja pienempi partikkelikoko helpottaa aineiden liukenemistä nestefaasiin. Vaikka Robertsinkin marjajuoma sisältääkin silmin havaittavasti myös karkeita hiukkasia härkäpapusmoothieiden tapaan, viskositeetin ero voi selittyä myös väliaineen viskositeetista eli siihen jo liuenneista ainesosista. Liukenemattomat kiintoainepartikkelit orientoituvat rasituksen ja vir-

tauksen mukaan alentaen viskositeettia. Näiden kahden erot kuiva-ainepitoisuuksissa voivat myös selittää eroa tai Robertsin marjajuoman kuiva-aineiden partikkelit orientoituvat nopeammin rasitukseen.

Härkäpapusmoothieiden viskositeettien väliset erot selittyvät ainesosien erolla: Härkäpapusmoothie 2 (kuvioissa smoothie amk2) sisältää enemmän härkäpapujauhetta 45 % 20 % sijaan. Myös liuenneiden sokerien määrä selittää viskositeetin eroa; härkäpapusmoothie 2:ssa on 10 g sokeria ja 9 g vanilliinisokeria, kun härkäpapusmoothie 1:ssä (kuvioissa smoothie amk1) on 17 g taloussokeria. Vanilliinisokerin partikkelikoko on pienempi kuin taloussokerin, joten se liukenee helpommin nestefaasiin. Elovenassa käytetty liukenematon kuitu, polydekstroosi nostaa vähän kaurahiutaleiden polymeeriketjujen kanssa elovenan viskositeettiä, mutta niiden orientoituminen virtauksen ja rasituksen mukaisesti alentaa viskositeettiä. Lisäksi liukenemattomuus voi olla syynä alhaiseen viskositeettiin. Kun smoothieita verrataan tiksotropiamittausten ja virtausominaisuuskäyrien välillä, kaikkien smoothieiden viskositeetit osoittavat samankaltaista käyttäytymistä kummassakin mittauksessa.

Taulukko 12 Smoothieiden viskositeetin lähtöarvot mPas 0,1/s leikkausnopeudessa

Elovena	0,139
Yosa	6,21
Roberts	1400000
Härkäpapu 1	1370000
Härkäpapu 2	11300000

11 REOLOGISTEN TULOSTEN VERTAILU AISTINVARAISEEN ARVIONTIIN

11.1 Sinapin tulosten tarkastelu

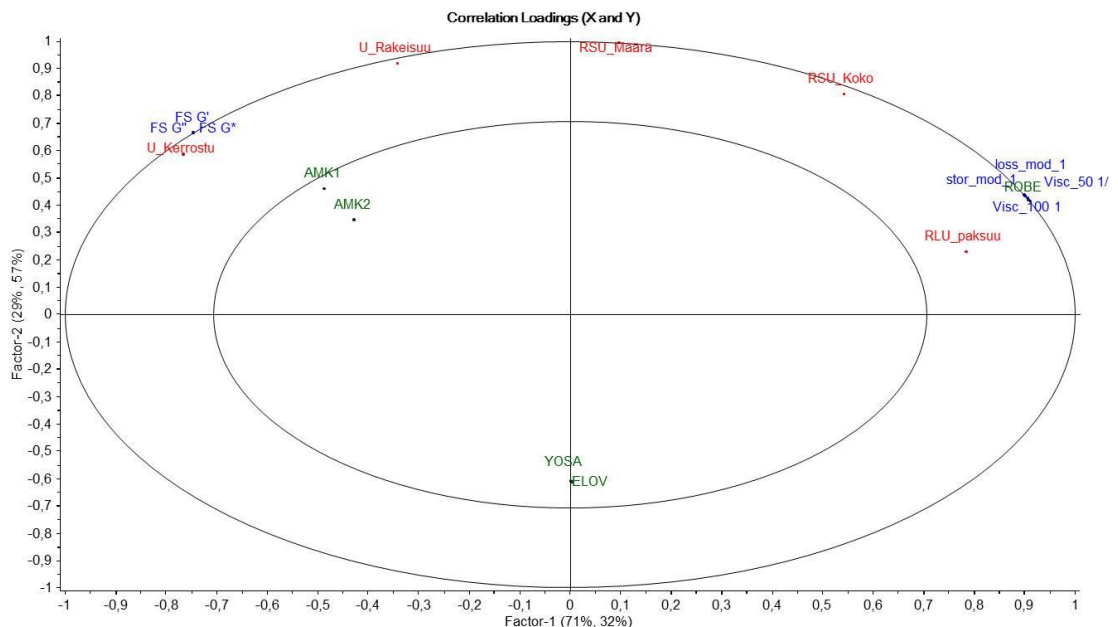
Sinapeissa reologisten tulosten ja aistinvaraisen arvioinnin välillä oli ristiriitoja. Fruktoosia sisältävä sinappi sai eniten juoksevuutta kuvaavia ominaisuuskuvia aistinvaraisessa arvioinnissa, kun reologisesti mitattuna steviaa sisältävä sinappi oli juoksevinta. Fruktoosin puuttuminen pelkkää steviaa sisältävästä sinapista näkyy todennäköisesti vastauksissa valinnoissa kuvailla sinappia jauhoisempana ja sekä kuvailtaessa rakenteen sileyttä; pelkkää steviaa sisältävä sinappi sai vähiten valintoja kyseiselle ominaisuudelle. Tämä voi selittyä sillä, että liuennut fruktoosi parantaa sinapin koostumusta ja tekee siitä sileämpää. Aistinvaraisen arvioinnin tuloksiin voi myös vaikuttaa arvioijien kokemattomuus arvioida elintarvikkeita aistinvaraisesti, koska pääasiassa kaikki arvioijat olivat tavallisia kuluttajia. Ylipäätään erot sinappien välillä olivat pieniä. Pelkkää steviaa sisältävä sinappi sai eniten valintoja vastaukselle ”hieman liian löysä”. Koska aistitut ja mitatut erot olivat vähäisiä sinappien välillä, tämä korreloi lievästi mitatun juoksevuuden kanssa. Sinapin aistinvaraisen arvioinnin tarkat tulokset ovat liitteessä 2.

11.2 Smoothieiden tulosten tarkastelu

Smoothieiden välillä löytyi korrelaatiota reologisten tulosten ja Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksen järjestämän aistinvaraisen arvioinnin välillä. Esimerkiksi Roberts sin marjajuomassa löytyy korrelaatiota aistittaessa lusikoitavaa paksuutta. Lusikoitavan paksuuden ja smoothieiden virtauskäyrien välinen korrelaatio selittyy sillä, että Roberts sin marjajuoman suurempi viskositeetti johtuu siitä, että siinä on enemmän liuenneita aineita nestefaasissa; sokereita (11,2g /100g), pektiiniä ja soija-isolaattia. Härkäpapusmoothieissa (smoothiejauhetta 12 g per 100 ml vettä), smoothiesta riippuen pelkkiä lisättyjä sokereita

2,08g/100g tai 2,28g/100g. Myös marjajauheiden määrät eroavat: Robertsin marjajuoma sisältää marja- ja hedelmäjauhetta 50g/100g, kun taas smoothiet 4g/100g.

Kuviossa 12 x-akselin arvoina on reologisten mittausten (frekvenssipyyhkäisy) keskiarvot ja y-akselilla rakenneominaisuuksien aistinvaraiset ominaisuudet. Kuvaaajassa Robertsin marjajuoman ominaisuudet korreloivat voimakkaasti lusikoitavan paksuuden määrittämisessä. Härkäpapusmoothiet korreloivat kerrostuneisuuden arvioinnin kanssa. Tämä voi selittyä arvioijan havaintona härkäpapusmoothieiden kerrostuneisuudella, joka johtuu suuremmasta partikkelikoosta. Tämä korreloi smoothieiden eroa frekvenssipyyhkäisymittauksissa. Härkäpapusmoothieiden suuremmat moduulien arvot selittyvät härkäpapusmoothiejauheen ainesosien suurena hiukkaskokona, koska esimerkiksi härkäpapusmoothiejauheen marjajauhemäärät olivat pienemmät kuin Robertsin marjajuomassa. Suurempi hiukkaskoko aiheuttaa moduulien suuruuden luoden ”hiekkaisen” suutuntuman paksuuden sijaan. Arvioija on mahdollisesti arvioinnut kerrostuneisuuden visuaalisesti, joka näkyi härkäpapusmoothieissa suuresta hiukkaskoosta johtuen separoitumisena.



Kuvio 11 PLS-regressioanalyysi

12 JOHTOPÄÄTÖKSET JA LOPPUPÄÄTELMÄT

Alkuperäinen tavoite oli tuotekehittää sokeriton tai vähäsokerinen, mutta makea sinappi. Turun ruoka- ja kirjamessuissa järjestetyn arvioinnin perusteella ja toimeksiantajayrityksen päätöksellä steviolalla makeutettu sinappi valikoitui parhaimmaksi reseptiksi jatkokehitykseen. Steviolalla makeutettu sinappi ei arvioinnin perusteella ollut sinapeista pidetyin eikä ostohalutuin, mutta tuloksissa olevien erojen ollessa marginaaliset, tutkittujen kolmen sinapin välillä ei ollut merkittävää eroa. Lisäksi sokeroimattomuus oli suurena syynä päätöstä. Tarkasteltaessa sinappeja ostohalukkuuden suhteen maun miellyttävyyteen parhaiten selviytyi fruktoosilla makeutettu sinappi laskennallisella tuloksella (maun miellyttävyyden pisteet jaettuna ostohalukkuuden pistearvoilla) 0,579, seuraavana seurasi fruktoosilla ja steviolalla makeutettu sinappi 0,558 ja viimeisenä pelkällä steviolalla makeutettu sinappi 0,555. Koska sinappijauho pitää sisällään luonnollisesti sokeria, jouduttiin sokeriton väite vaihtamaan sokeroimaton-väitteeseen.

Sinapeissa reologisten tulosten ja aistinvaraisen arvioinnin välillä löytyi vähäistä korrelaatiota. Korrelaatioita löytyi viskositeettimittausten, frekvenssipyyhkäisymittausten ja juoksevuuden aistinvaraisen arvioinnin välillä. Osittainen korrelaatio voi selittyä todennäköisemmin arvioijien kokemattomuudella, koska arvioijina oli pääasiallisesti tavallisia kuluttajia. Myös tapa aistia juoksevuutta voi olla syynä, arvioija on todennäköisesti arvioinnut juoksevuutta näköaistilla. Jos kyseessä olisi ollut koulutettu arviointiraati, tulokset aistittujen ominaisuuksien ja reologisten mittausten välillä olisivat todennäköisesti olleet tarkemmat.

Smoothieiden mitatut reologiset ominaisuudet korreloivat aistittuihin rakenneominaisuuksiin, esimerkiksi härkäpapusmoothiet korreloivat kerrostuneisuuden arvioinnin kanssa. Härkäpapusmoothieiden suuremmat moduulien arvot selittyvät härkäpapusmoothiejauheen ainesosien suurena hiukkaskokona. Opinnäytetyön tulosten mukaan pääteltynä reologiaa voitaisiin käyttää apuna aistinvaraisessa arvioinnissa esimerkiksi pikamenetelmänä, kun tiettyihin reologisiin arvoihin on laadittu kuvailu ja ennalta sovittu sanasto.

LÄHTEET

Anton Paar, 2013. Tests and Rheometers Available for the Rheological Characterization of Food by Anton Paar.

Vogel. A. Biotta. Smoothie on terveystietoisien juoma. Viitattu 16.4.2017 <http://www.vogel.fi/www-biotta/mikasmoothie.php>

Breton, M., Emond, I., Podesto, M. & Fredette, N. 1999. Kansainvälinen elintarvikeopas. Turtia, K. Köln: Könnemann.

Van Eylen, D., Indrawati, M. Hendrickx, A. Van loey. Temperature and pressure stability of mustard seed (*Sinapis alba* L.) myrosinase. Food Chemistry volume 97, issue 2, 2006, sivut 263-271

Chiras, D., Human Biology. Jones & Bartlett Learning. 2011

Balke, David T., Diosady, Levente L. Rapid aqueous extraction of mucilage from whole white mustard seed. Food Research International, volume 33, issue 5, 2000, sivut 347-356.

Gallegos, C., Franco, J. & Partal, P., 2004. Rheology of food dispersions. Rheology Reviews 2004

Jellinek. G. Sensory evaluation of food theory and practice 1985. Ellis horwood ltd. 1985. isBN 3-527-26216-4

Hyvärinen, H. Kasviperäiset biomolekyylit –glukosinolaatit. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A. Jyväskylän yliopistopaino 2001. ISBN 951-729-593-6. Viitattu 25.4.2015 <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja90.pdf>

Tuorila, H. & Helleman, U. (toim.). Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Yliopistopaino. 2005

Joshi M., Aldred P., Panozzo J. F., Kasapis S., Adhikari B, 2013, Rheological and microstructural characteristics of lentil starch-lentil protein composite pastes and gels, Food Hydrocolloids

Lassila, A. 2007. Härkäpapu luomuviljelyssä. Koskimies, H. ym. (toim.) 2007. Luomutilan valkuaiskasviopas. Luomuliitto ry. Sivut 16–18

Mathisen-McDonald. L., Kadey. T., FPD Food Product Design, 2013, Viitattu 13.1.2017 <http://www.foodproductdesign.com/articles/2013/04/mustard-relevant-robust-and-rich-with-history.aspx>

McGee H., 2004, On food and cooking; the science and lore of the kitchen, Scribner

Selin, J., 2015, Härkäpapulevitteen optimointi reologian avulla, opinnäytetyö, Turku AMK,

Mezger, T. G., 2011, The Rheology Handbook, 3rd edition. Hannover: Vincent Network

Nurminen, K. 2007. Uuden bakteeriperäisen avidiinin sukulaisproteiinin tuottaminen, puhdistus sekä sen ominaisuuksien määrittäminen. Jyväskylän yliopisto. Matemaattis –luonnontieteellinen tiedekunta. Pro gradu –tutkielma, viitattu 15.3.2017 https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/11522/URN_NBN_fi_jyu-2007721.pdf?sequence=1

Peressini D., Sensidoni A, de Cindio B., 1998, Rheological Characterization of Traditional and Light Mayonnaises, Journal of Food Engineering 35, 409-417

Picout, D. & Ross-Murphy, S., 2003. Rheology of Biopolymer Solutions and Gels. The Scientific World Journal, 3

Damodaran. S., Parkin. K., Fennema. O. Fennema's Food Chemistry fourth edition. Taylor and Francis Group

Tabilo-Munizaga G. & Barbosa-Cánovas G. V., 2005, Rheology for the food industry, Journal of Food Engineering 67, 147-156

Taylor, Andrew J. 2004. Flavor Perception. Blackwell Publishing

The world's healthiest foods, The George Mateljan foundation, Viitattu 12.1.2017
<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=106>

Marshman. V., Lifestyle Direct 2005-2015, The Nibble, Great food finds. Viitattu 12.1.2017
<http://www.thenibble.com/reviews/main/condiments/history-of-mustard.asp>

Yrttitarha-info, Osara työryhmä, 2000, viitattu 13.1.2017 <http://www.yrttitarha.fi/kanta/sinapit/index.html>

Liite 1 Sinapin arvioinnin tarkat tulokset

Ulkonäön miellyttävyys	Stevia	Fruktoosi	Stev+fruk	Yhteensä
erittäin miellyttävä	4	10	5	19
hyvin miellyttävä	25	27	25	77
melko miellyttävä	26	21	24	71
hieman miellyttävä	5	6	12	23
ei miellyttävä eikä epämiellyttävä	5	3	1	9
hieman epämiellyttävä	4	1	2	7
melko epämiellyttävä	0	0	0	0
hyvin epämiellyttävä	0	0	0	0
erittäin epämiellyttävä	0	0	0	0
Kokonaispisteet	496	515	498	

Rakenteen miellyttävyys	Stevia	Fruktoosi	Stev+fruk	Yhteensä
erittäin miellyttävä	6	5	8	19
hyvin miellyttävä	14	30	24	68
melko miellyttävä	26	17	26	69
hieman miellyttävä	13	7	2	22
ei miellyttävä eikä epämiellyttävä	7	2	5	14
hieman epämiellyttävä	2	2	3	7
melko epämiellyttävä	1	4	0	5
hyvin epämiellyttävä	0	1	0	1
erittäin epämiellyttävä	0	0	0	0
Yhteispisteet	479	485	501	

Rakenteen paksuus	Stevia	Fruktoosi	Stev+fruk
aivan liian löysä	0	1	0
hieman liian löysä	15	12	10
sopivan löysä / paksu	51	52	58
hieman liian paksu	2	0	1
aivan liian paksu	0	0	0

Maun voimakkuus	Stevia	Fruktoosi	Stev+fruk
ei lainkaan	10	10	5
hieman	22	28	28
melko voimakas	17	18	25
voimakas	15	7	12
erittäin voimakas	4	3	5

Maun miellyttävyys	Stevia	Fruktoosi	Stev+fruk
erittäin miellyttävä	4	11	7
hyvin miellyttävä	18	16	24
melko miellyttävä	23	17	20
hieman miellyttävä	9	10	7
ei miellyttävä eikä epämiellyttävä	4	5	3
hieman epämiellyttävä	9	5	5
melko epämiellyttävä	2	3	1
hyvin epämiellyttävä	0	1	0
erittäin epämiellyttävä	0	0	1
Pisteitä yhteensä	461	468	476

		Stevia		Fruktoosi		Stev+Fruk
	Ostohaluukkuus	256	Pst	271	Pst	266
	Maun mielyttävyys	461	Pst	468	Pst	476
	Osto/maun miel. suhde	0,555314534		0,579059829		0,558823529
Ostaisi	Ehdottomasti	6	henkilöä	15	henkilöä	11
Ostaisi	Mahdollisesti	39	henkilöä	37	henkilöä	40
Ostaisi	Tuskin	20	henkilöä	13	henkilöä	15
Ostaisi	En ikinä	3		2		2

Makeuden voimakkuus	Stevia	Fruktoosi	Stev+fruk
ei lainkaan	19	14	17
hieman	39	38	42
melko voimakas	9	8	6
voimakas	1	2	3
erittäin voimakas	0	0	1

Valinnat	makea	suolainen	polttava
Stevia	19	11	14
Fruktoosi	25	9	12
Stev+Fruk	21	11	16

tulinen	Pistävä	Voimakas	Maus- teinen	Vieras siv.
17	16	22	16	3
13	16	21	15	2
13	16	30	22	4

Löysä	Paksu	Juok- seva	Jauhoi- nen	Samettisen sileä	Sopii mak- kara
12	3	7	11	17	34
10	1	10	4	31	36
8	4	5	9	23	32

Sopii kinkku	Sopii li- haruoka	Sopii her- nekeitto	Sopii mak- karaperuna	Sopii lihapii- rakka	Sopii ruu- anlaittoon	en käyttäisi
37	22	28	21	21	25	2
36	22	26	24	27	30	2
41	26	29	24	24	31	0

Sukupuoli		25 vuotta tai alle	26 - 35 vuotta	36 - 45 vuotta	46 - 55 vuotta	56 - 65 vuotta	yli 65 vuo- tias	
Mies	21	8	3	2	4	3	1	21
Nainen	42	11	6	6	7	7	5	42

Käyttöaste

päivittäin	2
muutaman kerran viikossa	30
muutaman kerran kuukaudessa	20
kausittain	10
harvemmin	2

Ikä	
25 vuotta tai alle	19
26 - 35 vuotta	9
36 - 45 vuotta	8
46 - 55 vuotta	12
56 - 65 vuotta	10
yli 65 vuotias	6

Liite 2 Vertailusmoothieiden koostumukset ja ravintosisällöt

Yosa vadelma-punaherukkasmoothie

Yosan ravintosisältö per 100 g

Energiaa	49 kcal
Hiilihydraattia	11.1 g
Josta sokeria	7,5 g
Proteiinia	0,5 g
Rasva	0,2 g
Josta tyydyttynyttä	0,04 g
Kuitua	0,7 g
Natriumia	20 mg

Yosan ainesosat: Vesi, kaura, vadelma, sokeri, punaherukka, riisitärkkelys, stabilointiaineet: johanneksenleipäpuujauho ja pektiini, merisuola, luontaiset aromit, probioottinen hapate (Bifidobacterium, Lactobacillus rhamnosus GG). Marjapitoisuus 8%. (Bioferme, 2015)

Elovena metsämarja välipalajuoma

Elovena välipalan ravintosisältö per 100 g

Energiaa	55 kcal
Rasvaa	0,5 g
Josta tyydyttynyttä	0,05 g
Hiilihydraatteja	10 g
Josta sokereita	8,3 g
Kuitua	4,2 g
Proteiinia	0,7 g
Suolaa	0,04 g

Elovenan ainesosat: Vesi, kaurahiutale (10%), vadelma, mustikka, sokeri, ravintokuitu (polydeksstroosi), sakeuttamisaine (pektiini). (Elovena, 2015)

Roberts marjajuoma mustikka-vadelma

Robertsin marjajuoman ravintosisältö per 100 g

Energiaa	104 kcal
Hiilihydraattia	16,8 g
josta sokeria	11,2 g
Proteiinia	5,6 g
Rasvaa	1,1 g
josta tyydyttynyttä	0,03 g
Kuitua	4,7 g

Robertsin marjajuoman ainesosat: Mustikka (20 %), vadelma (17 %), omena (13 %), sokeri, vesi, proteiini (soija-isolaatti), sakeuttamisaine (pektiini), sitruunatäysmehutiiviste, luontainen aromi ja säilöntäaine (E202). 100g tuotetta sisältää 50g jauhettuja marjoja ja hedelmää. (Roberts 2015)