

lisakki Vallin

Gluteenittomien tattarinappien rakenteen analysointi

Rakenne-, kuiva-aine- ja a_w -mittaus

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Bio- ja elintarviketekniikka

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike- ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Yleinen elintarviketeknologia

Tekijä: Iisakki Vallin

Työn nimi: Gluteenittomien tattarinappien rakenteen analysointi

Ohjaaja: Merja Kyntäjä

Vuosi: 2016 Sivumäärä: 55 Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyö keskittyi Pirjon Pakari Seinäjoki Oy:n gluteenittomien tattarinappien rakenteen ja rapeuden optimointiin rakenne-, a_w - ja kuiva-ainemittauksien avulla. Vertailin tattarinappien mittaustuloksia kaupoissa myytäviin samankaltaisiin ruis-tuotteisiin.

Vertailutuotteista tehtyjen mittausten avulla valitsin mittalaitteet ja tavat, joita käytin lopullisiin mittauksiin. Mittasin kaikista tuotteista a_w -arvon, kuiva-aineprosentin sekä rakenneanalyysointorilla tuotteiden murtamiseen tarvittavan voiman. Rakenneanalyysointorin mittauksista analysoin lisäksi mittauskäyrien pinta-ala sekä käyrien nousukohtien lukumäärän. Opinnäytetyön teoriaosassa käsittelin vertailutuotteiden ja tattarinappien pääraaka-aineiden rukiin ja tattarin käyttöä ja terveysvaikutuksia, käytettyjen mittausten perusteita sekä gluteeniton ruokavaliota.

Haasteeksi opinnäytetyössä muodostui mittausdatan analysointi, sillä jokaisesta vertailutuotteesta ja eri tattarinappierien napeista tehtiin useita mittauksia. Mittauksien suorittaminen vaati tämän vuoksi runsaasti aikaa ja perehtymistä mittalaitteisiin. Mittauksista saatujen tulosten perusteella yhteistyöyritys teki parannuksia tattarinappien reseptiin ja tuotantoprosessiin. Mittaukset kuuluivat olennaisena osana tattarinappien tuotekehitykseen. Tattarinappien tuotekehitys oli onnistunutta, sillä mittausten tulokset parantuivat ensimmäisistä mitatuista tattarinapeista viimeisiin mitattuihin tattarinappeihin selvästi.

Avainsanat: ruis, tattari, rakenne, gluteeniton ruokavaliota

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Seinäjoki University of applied sciences

Degree programme: Biotechnology and food engineering

Specialisation: General food engineering

Author/s: Iisakki Vallin

Title of thesis: Texture analysis of gluten-free buckwheat buttons

Supervisor(s): Merja Kyntäjä

Year: 2016 Number of pages: 55 Number of appendices: 2

This thesis is about enhancing the texture and crispness of Pirjon Pakari Seinäjoki oy's gluten-free buckwheat buttons with the help of texture, dry matter and a_w measurements. Buckwheat button's results are compared to the results of similar rye products that are already sold in grocery stores.

With the help of measurements taken from the comparison products, measuring devices and methods that were used in the final measurements were chosen. Measurements taken from all products were dry matter percent, a_w -value and required force to break the product with a texture analyser. The area of measurement graphs and the number of rises in the graphs was calculated from the texture analyser's measurement data. The theory part of this thesis discussed: the use and health benefits of the main components of the comparison products and buckwheat buttons, a gluten-free diet and the basics of the measuring devices used.

This study required a lot of measurements to be taken of the products in order for the results to be workable. With the help of the results from the measurements obtained the cooperation company made changes to the recipe and production process of the buckwheat buttons. The product development was successful because the measurement taken of the buckwheat buttons between the original and altered products.

Keywords: rye, buckwheat, texture, gluten-free diet

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tavoitteet.....	9
1.2 Yhteistyöyritys.....	9
2 HAPANNAPPIEN PÄÄRAAKA-AINEET.....	10
2.1 Ruis.....	10
2.2 Rukiin käyttö.....	11
2.3 Rukiin terveysvaikutukset.....	13
2.4 Tattari.....	13
2.5 Tattarin käyttö.....	14
2.6 Tattarin terveysvaikutukset.....	15
3 GLUTEENITON RUOKAVALIO.....	17
3.1 Keliakia.....	17
3.2 Gluteenitonta turvallisesti.....	18
4 MITTALAITTEET.....	20
4.1 Rakennemittaus.....	20
4.2 A_w -mittaus.....	22
4.3 Kuiva-aine mittaus.....	23
4.4 Rakennemittarin aloitusmittaukset.....	24
4.5 A_w -mittarin aloitusmittaukset.....	27
5 TULOKSET.....	28
5.1 Rakennemittaukset.....	28
5.1.1 Maksimivoimien keskiarvot ja vaihteluvälit.....	32
5.1.2 Mittauskäyrien nousukohdat ja pinta-alat.....	36
5.2 A_w -mittaukset.....	41
5.3 Kuiva-aineprosentin mittaukset.....	43

5.4 Tattarinappien mittaustulosten kehitys.....	45
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	48
7 YHTEENVETO.....	50
8 LÄHTEET.....	51
LIITTEET.....	55

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Rakennemittari.....	20
Kuva 2. a_w -mittari.	22
Kuva 3. Kuiva-ainemittari.	24
Kuva 4. Pallon sekä sylinterin muotoinen mittauspää.	26
Kuva 5. Tattarinappi naturel pohjan ja kannen poikkileikkaus.....	28
Kuva 6. Lopullisten vertailutuotteiden kansien ja pohjien poikkileikkaukset.	29
Kuva 7. Tattarinappi naturel kannen mittauskäyrät.	30
Kuva 8. Myllärin ruisrouskis kannen mittauskäyrät.	31
Kuvio 1. Kaikkien tuotteiden kansien ja pohjien rakennemittausten maksimivoimien keskiarvot.....	33
Kuvio 2. Kaikkien tuotteiden kansien ja pohjien maksimivoimien vaihteluvälien suuruudet.....	35
Kuvio 3. Tattarinappien käyrien nousukohtien lukumäärien keskiarvot.....	37
Kuvio 4. Vertailutuotteiden käyrien nousukohtien lukumäärien keskiarvot.....	38
Kuvio 5. Tattarinappien mittauskäyrien pinta-alojen keskiarvot.	39
Kuvio 6. Vertailutuotteiden rakennemittauskäyrien pinta-alojen keskiarvot.....	40
Kuvio 7. Kaikkien tuotteiden a_w mittaukset.....	42
Kuvio 8. Kaikkien tuotteiden kuiva-aineprosenttien keskiarvot.....	44
Taulukko 1. Tattarinappien mittaustulosten kehitys.	46

Käytetyt termit ja lyhenteet

Endospermi	Jyvän sisin osa eli ydin.
Lysiini	Se on ihmiselle välttämätön aminohappo, jota ihmiskeho ei pysty itse tuottamaan.
Sakoluku	Sakoluvulla mitataan viljan itämisastetta.
Glutamiini	Se on yksi luonnon 20 yleisimmästä aminohaposta, jota ihmiskeho pystyy osin tuottamaan.
Prolini	Se on ei-välttämätön aminohappo, jota ihmiskeho tuottaa itse.
Prosessin optimointi	Prosessi optimoinnilla pyritään parhaaseen mahdolliseen tuotantotehokkuuteen.

1 JOHDANTO

Kymmenentuhannet suomalaiset käyttävät päivittäisessä ruokavaliossaan gluteenittomia elintarvikkeita. Useat elintarvikevalmistajat ovat havainneet kasvavan tarpeen, jonka vuoksi gluteiinittomien tuotteiden kehitys ja valmistus ovat lisääntyneet runsaasti viime vuosina. Gluteenitonta ruokavaliota noudattaville halutaan luoda erilaisia vaihtoehtoja, joten myös napostelutuotteisiin halutaan panostaa. Suomalaisissa kaupoissa on tällä hetkellä myytävänä eri valmistajien tekemiä ruuista valmistettuja hapannappeja. Hapannapeille ei ole kuitenkaan gluteenitonta vaihtoehtoa. Pirjon Pakari Seinäjoki oy on kehittänyt gluteenittoman tattarinapin, joka sopii kaikille gluteenitonta dieettiä noudattaville.

Opinnäytetyön tarkoitus on auttaa Pirjon Pakari Seinäjoki oy:n henkilökuntaa kehittämään mahdollisimman rapeita ja suutuntumalta miellyttäviä hapannappeja gluteenittomia elintarvikkeita käyttäville kuluttajille. Työssä vertaillaan Pirjon Pakari Seinäjoki oy:n kehittämien gluteenittomien tattarinappien rakennetta sekä siihen vaikuttavia tekijöitä kaupoista saatavilla oleviin samankaltaisiin ruistuotteisiin. Yrityksen tavoitteena on saada tattarinapit jakeluun kauppoihin. Opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä Pirjon Pakarin tuotekehityspäällikön Barbara Kankaanpään kanssa ja hän toimittaa minulle tutkimuksen aikana erilaisia versioita kehitteillä olevista tattarinapeista.

Tutkimuksen tukena käytetään erilaisia hapannappien rakennetta mittaavia laitteita, jotka ovat a_w -, kuiva-aine- sekä rakennemittarit. Mittaustulosten perusteella yhteis-työryitys kehitti tattarinappien rakennetta paremmaksi. Opinnäytetyön aikana saadut mittaustulokset raportoitiin säännöllisesti yhteistyöyrittäjälle. Mittaustulosten avulla yritys teki tarvittavia muutoksia tattarinappien reseptiin ja valmistustapoihin rakenteen parantamiseksi. Mittaukset toimivat tattarinappien tuotekehityksen tukitoimena. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa tattarinappien tuotekehitykseen, koska työ keskittyy tuotteiden mittauksiin ja tulosten raportointiin yhteistyöyrittäjälle.

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Pirjon Pakari Seinäjoki Oy:n gluteenittomia tattarinappeja rakenteen analysoinnin näkökulmasta. Tutkimuksen lähtökohtana oli mitata jo kaupoissa myynnissä olevien tattarinappien kanssa samankaltaisten ruis-tuotteiden rakennetta a_w -, kuiva-aine- sekä rakennemittarilla ja niistä saatujen tulosten perusteella etsiä sopiva mittaustapa tattarinappien rakenteen tutkimista varten. Vertailutuotteiden tulokset toimivat myös hyvänä esimerkkinä millaisiin tuloksiin tattarinappien tuotekehityksessä olisi hyvä päästä. Hankin ruokakaupoista monenlaisia eri valmistajien rukiista valmistamia tuotteita vertailutuotteiksi, jotta hapannappien rakenne saadaan kehitettyä parhaaksi mahdolliseksi. Yhteistyöyrityksen toiveena on, että he voivat hankkia tuotteiden tasalaatuisuuden varmistamisen tueksi jonkin mittalaitteen opinnäytetyöni avulla.

1.2 Yhteistyöyritys

Sain toimeksiannon opinnäytetyöhön Pirjon Pakari Seinäjoki oy:ltä. Yhteyshenkilöni toimii yrityksen tuotekehityspäällikkö Barbara Kankaanpää. Pirjon Pakari on perustettu 1985 Honkajoella. Nykyisin yrityksellä on kolme leipomoa, jotka sijaitsevat Seinäjoella, Ylöjärvellä sekä Nurmijärvellä. Nurmijärvellä on perinteisen leipomon lisäksi erillinen gluteeniton leipomo. Kauhajoen leipomolla leivotaan pelkääntään gluteenittomia tuotteita, ja se on osa Seinäjoen leipomoa. (Kankaanpää 2016.) Kauhajoella kehitetään ja valmistetaan myös opinnäytetyössäni tutkittavia tattarinappeja.

Yritys valmistaa leipomoissaan erilaisia leipiä, limppuja, sämpylöitä sekä myös gluteenittomia tuotteita. Yrityksen periaatteisiin kuuluvat lähellä tuotetut kotimaiset raaka-aineet sekä käsintehty, uunituore laadukas leipä. Lisäksi yritys pyrkii käyttämään mahdollisimman paljon paikallisia raaka-aineita sekä yhteistyökumppaneita. (Tarinamme, [viitattu 21.3.2016].)

2 HAPANNAPPIEN PÄÄRAAKA-AINEET

Pirjon Pakari Seinäjoki oy:n edustajana toimivan Barbara Kankaanpään lähettämästä sähköpostista (Kankaanpää 2016) ilmenee, että hapannapeiksi kutsutaan elintarvikkeita, jotka ovat kuivattuja pyöreitä pieniä happamia leipäsiä. Taikinan happamuus on saatu aikaan juuritaikinan avulla, mikä valmistetaan vedestä, jauhosta ja puhdasbakteeriviljelmästä käymisreaktion avulla. Bakteeriviljelmä sisältää maitohappobakteereja ja etikkahappobakteereja. Hapannappeja ei toistaiseksi valmisteta gluteenittomana, vaan kaupoissa myytävät tuotteet ovat pääosin ruispohjaisia.

Pirjon Pakari Seinäjoki on kehittänyt gluteenittoman hapannapin, jonka pääraaka-aineena on tattari. Gluteeniton vaihtoehto ruisnapeille sopii myös keliaakikoille ja muille gluteenitonta dieettiä noudattaville. Sekä ruisnappien että tattarinapin valmistuksessa käytetään hyväksi taikinajuurta, jonka avulla tuotteeseen saadaan aikaan haluttu happamuus. Hapannappien muita raaka-aineita rukiin ja tattarin lisäksi ovat gluteenittomat jauhot, vesi, suola sekä hiiva. Nappien valmistusprosessi alkaa taikinan valmistamisella lisäämällä ainesosat taikinajuureen. Sen jälkeen tapahtuu taikinan annostelu haluttuun kokoon, nappien paistaminen, jäähdytys, halkaisu ja viimeiseksi kuivatus ennen pakkausta. Erilaisten makuvaihtojen saaminen onnistuu lisäämällä haluttuja mausteita joko taikinaan tai suoraan napin päälle. (Kankaanpää 2016.)

2.1 Ruis

Ruis on pääraaka-aineena jo kaupoissa olevissa hapannapeissa, joita käytettiin vertailutuotteina tutkimuksessani. Ruis on ristipölytteinen kasvi, joka vaikeuttaa lajien pysymistä puhtaana. Se mahdollistaa toisaalta myös erilaisten risteytymien syntymisen, joita nykyään suurin osa markkinoilla olevasta rukiista on. Vaikka rukiista on sekä keväällä että syksyllä kylvettäviä lajikkeita, niin Euroopassa kasvatetaan vain syksyllä kylvettäviä lajikkeita (Salovaara & Autio 2001, 391.) Erilaisten ruislajikkeiden välillä ei ole kuitenkaan todettu olevan suurta eroa leivonta- tai jauhuskelpoisuudessa (Salovaara 1989, 78). Rukiin suosio mailla, joissa vehnän

viljely ei olisi kannattavaa, on vahvaa koska se pystyy tuottamaan satoa myös heikommassa olosuhteissa. Rukiin viljely on vahvasti perinteisiin perustuvaa, koska nykyään on vehnälajikkeita, jotka menestyvät paikoissa, joissa ei ole aikaisemmin voinut kasvattaa vehnää. (Matz 1992, 25.)

Ruisjyvä koostuu kolmesta osasta, jotka ovat jauhoydin, alkio sekä kuori. Ruisjyvä sisältää eniten ydintä, jota on noin 80–85 %. Alkio-osaa jyvässä on vain noin 2-3 %. Rukiin jyvässä eniten kuitua on kuorikerroksissa. (Rauramo 2004, 66.)

Rukiissa on runsaasti kuitua vehnään verrattuna, sillä ruisjyvän endospermi sisältää kaksi kertaa enemmän kuiduksi laskettavia soluseinäkomponentteja kuin vehnän endospermi (Katina 2015, 29). Rauramo (2004, 79) toteaa kuidun saannin vähentyneen hyvinvointivaltioissa teollistumisen myötä viljatuotteiden kulutuksen vähennyttyä. Kuidun saantisuositus on vähintään 25-35g/vuorokausi (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014, 25). Rukiista saadaan eniten kasvilignaaneja verrattuna muihin viljoihin. (Katina 2015, 30–31.)

2.2 Rukiin käyttö

Maailmalla rukiin kokonaistuotannosta käytetään yli puolet eläinten ruokintaan (Salovaara & Autio 2001, 396). Rukiista valmistetaan monenlaisia jauhoja, kuten ruis-, sihtiruis- ja lestyruisjauhoja sekä myös hiutaleita, litisteitä rouheita ja leseitä. Idätetyistä ja kuivatuista rukiinjyvistä saadaan valmistettua ruismaltaita ja mallasjauhoa, jotka antavat väriä ja makua valmisteisiin. (Ijäs & Välimäki 2008, 66.)

Ruisjauhon koostumus (Jauho, ruisjauho, kokojyväjauho, [viitattu 18.2.2016]).

– hiilihydraatti	55,4 %
– proteiini	8,8 %
– rasva	1,9 %
– kuitu	13,9 %.

Rukiissa on muihin viljoihin verrattuna hieman enemmän tyydyttymätöntä linoleenihappoa, joka hapettuu helposti huonontaan ruisjauhojen säilyvyyttä (Matz 1992, 26). Rukiin proteiinit eivät muodosta vehnälle tyypillistä sitkoa, mutta sen

hiilihydraattien vedensitomiskyky ja liisteröitymisominaisuudet parantavat sen leivontaominaisuuksia (Ijäs & Välimäki 2008, 66).

Rukiin käytön kannalta sen tärkein ominaisuus on sakoluku, jolla mitataan sen alfa-amylaasiaktiivisuutta (Salovaara 1989, 78). Alfa-amylaasi on entsyymi, joka pilkkoo tärkkelyksen sokereiksi. Korkea alfa-amylaasiaktiivisuus tarkoittaa matalaa sakolukua, jolloin leivän sisus ei kypsy kunnolla paiston aikana. (Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, [viitattu 24.4.2016].) Itäminen vähentää sakolukua, ja se voi alimmallaan olla 60. Siitä saatavaa jauhoa käytetään yleensä raskitukseen, kun taas tavallisen ruisjauhon sakoluku on 80–130. Korkeimman sakoluvun ruista käytetään näkkileivän valmistukseen, jolloin sakoluku on 150–220. (Väisänen 2015, 71–72.) Eniten Suomessa käytetään sakoluvultaan 90–130 olevaa ruista, joka kattaa noin kolme neljäsosaa koko rukiin käytöstä (Salovaara 1989, 79).

Raskitus. Hapan ruisleipä tehdään perinteisesti juurimenetelmällä. Leivän valmistus alkaa vanhan siemenraskin, eli taikinajuuren, elvyttämisestä lisäämällä siihen vettä ja ruisjauhoja. Taikinajuuri voi olla vain edellisestä leipomiskerrasta taikinaastian reunoilla jäänyttä taikinaa tai pala valmista hapanta ruisleipää. Ruisleivän happamuus saadaan aikaan seisottamalla elvytettyä siemenraskia lämpimässä 8–18 tuntia. Tänä aikana taikinaan muodostuu käymisen seurauksena etikka- ja maitohappoa. Käymislämpötila vaikuttaa siihen, kuinka paljon etikkahappoa taikina tuottaa. Mitä alhaisemmassa lämpötilassa taikinan annetaan käydä, sitä enemmän etikkahappoa siihen muodostuu. Myös taikinan koostumus vaikuttaa siihen minkälaista happoa muodostuu. Kiinteässä taikinassa muodostuu enemmän etikkahappoa ja löysässä maitohappoa. Suuri etikkahapon määrä taikinassa ei ole hyväksi, koska se haittaa luonnonhiivojen toimintaa, huonontaa leivän rakennetta ja ulkonäköä sekä liika happamuus peittää rukiin oman maun alleen. Taikinan teko voidaan aloittaa myös ilman siemenraskia, mutta silloin raskia joudutaan elvyttämään kaksi tai kolme kertaa hyvän maitohappobakteerikannan saavuttamiseksi. Juureen saattaa tällöin muodostua myös muita bakteereja, mutta ne häviävät ajan kuluessa, kun maitohappobakteerit lisääntyvät. (Rauramo 2004, 71–73.)

2.3 Rukiin terveystvaikutukset

Ruisleipä on suomalaisten tärkein kuidun lähde (Manner 2015, 25). Täysjyvä ruis on suomalaiselle lähes ihanteellista ravintoa, koska siinä on runsaasti hyvää energiaa, hitaasti imeytyviä hiilihydraatteja, paljon tärkeitä ravintokuituja ja bioaktiivisia aineita, hyviä kasvirasvoja, valkuaisaineita sekä kivennäis- ja hivenaineita (Rauramo 2004, 66). Rukiin proteiinia pidetään vehnän proteiinia parempana, sillä se sisältää enemmän lysiniä (Salovaara & Autio 2001, 397).

Rukiin syömisellä on havaittu olevan monia terveystvaikutuksia. Sen nähdään vaikuttavan positiivisesti esimerkiksi vatsan toimintaan, verensokeritasapainoon, veren aineenvaihduntatuotteisiin sekä vähentävän syöpäriskiä. Euroopan elintarviketurvaviraston EFSA:n mukaan rukiin sisältämä kuitu vaikuttaa suoliston toimintaan myönteisesti. Keskeisiksi terveystvaikutuksiksi nähdään myös suoliston bakteerikannassa ja sen toiminnassa tapahtuvat muutokset (Katina 2015, 28.) Ruisleipä voi auttaa lisäksi alentamaan diabetesriskiä parantamalla sokeriaineenvaihduntaa (Manner 2015, 25). Vanhoilla miehillä on todettu runsaasta kuidun saannista olevan apua kehon puolustautuessa sydänkohtauksia ja sepelvaltimotautia vastaan (Salovaara & Autio 2001, 397).

2.4 Tattari

Tattaria käytetään pääraaka-aineena Pirjon Pakari Seinäjoen kehittämässä gluteenittomissa hapannapeissa, joiden rakennetta kehitettiin tämän tutkimuksen avulla. Tattaria kutsutaan yleisesti viljaksi, vaikka se on tarkemmin sanottuna pseudovilja. Se on sukua raparperille ja suolaheinälle, mutta tattarin kolmionmuotoista siementä käytetään viljan tapaan. (Freer 2013, 55.) Tattarin pähkylät eivät sisällä gluteiinia (Keskitalo ym. 2007).

Tattarin siemen on kolmikulmaisen pähkylän kovan ja sitkeän kuoren sisällä. Tattarijauhot valmistetaan kuorimalla siemenet kovasta kuorestaan. (Ijäs & Välimäki 2008, 70.) Tattarin kuorta ei käytetä elintarvikkeissa. Kuoren osuus tattarisadossa voi olla kuitenkin jopa 60 prosenttia, jonka vuoksi sadon sivutuotteena syntyvälle kuorelle kaivataan käyttömahdollisuuksia. Tällä hetkellä kuorta käytetään muun

muassa viljelyn katemateriaaliksi sekä erilaisiin pehmiketarkoituksiin kuten tyynyihin. (Ansalehto 2007, 85.)

Suomessa yleisin tattarilajike on viljatatarina tunnettu *Fagopyrum esculentum* (Heikkilä, Lukkarinen & Valtonen 1991, 5). Siinä on vähiten fenoleita, suhteellisen vähän rasvaa, riippumaton sokeri- ja proteiinipitoisuus, mutta enemmän tärkkelystä verrattuna kolmeen muuhun lajikkeeseen. Muut lajikkeet ovat *Fagopyrum sagittatu*, *F. kashmirianum* ja *F. tataricum*. (Joshi & Rana 1995, 102.) Viljatatar eli tattari (*fagopyrum esculentum* moench) on kasvatusalaltaan varsin pieni kasvi. Viljelyn kasvatusala on pienentynyt 1990-luvun alun jälkeen, jolloin tattaria pystyi viljellä velvoitekesannoilla. (Ansalehto & Keskitalo 2007, 82.) Tattari kasvaa ravinneköyhillä ja kosteilla mailla normaaleja viljoja paremmin (Elzebroek 2008, 341).

Tattarin pähkylät eivät sisällä gluteiinia, joten ne soveltuvat myös keliaakikoiden käyttöön (Keskitalo ym. 2007). Tämän vuoksi tattaria on tärkeä käsitellä eri tiloissa ja eri kalustoilla kuin muita viljoja. Ainostaan erillisen käsittelyn avulla tattarin puhkaus ja turvallisuus voidaan taata myös herkimmin reagoiville vilja-allergikoille. Pölyä keliaakikoiden ruokavalioon seuraavassa luvussa tarkemmin. Tattarin viljelyn aloittaminen ei vaadi viljelijältä suuria taloudellisia investointeja, sillä kasvia pystyy kasvattamaan ja korjaamaan normaalilla viljatilan kalustolla. Viljelykasvina tattari on kuitenkin haasteellinen ja vaatii viljelijältä tarkkaa suunnittelua ja hyvää hoitoa menestyäkseen. (Ansalehto & Keskitalo 2007, 82, 85.)

2.5 Tattarin käyttö

Tattaria on saatavana jauhoina, ryyneinä ja muroina. Siitä valmistetaan myös erilaisia elintarviketuotteita, kuten nuudeleita ja pastaa. (Freer 2013, 55.) Suurin osa tattarin tuotannosta käytetään karjan ja siipikarjan ruokintaan ja vain noin 25 % jauhetaan tattarijauhoksi (Elzebroek 2008, 341). Tattarijyvällä on neljä osaa, jotka ovat ulkokuori, siemenpeite, endospermi ja alkio. Tattarijauhoilla on omat erilaiset ominaisuudet riippuen siitä, mistä osasta tattarijyvää ne on valmistettu. Tattarijauhon lisäksi tattaria käytetään hunajan tuotantoon, lääkkeiden valmistukseen, lannoitukseen sekä maaperän suojelemaan. Tattaria voidaan käyttää myös teen valmistukseen, konditoriatuotteisiin sekä alkoholijuomiin. Sekoitettuna muiden viljojen

jauhoihin sitä käytetään leipien, pannukakkujen, keksien sekä aamiaismurojen valmistukseen. Tattarijauho ja rouhe pitää käyttää tuoreena, sillä suuren rasvapiitoisuuden takia ne härskiintyvät helposti. (Joshi & Rana 1995, 87–88, 111–112.)

Tattarijauhon koostumus (Jauho, tattarisuurimo tai –jauho, [viitattu 18.2.2016]).

– hiilihydraattia	60,5 %
– proteiinia	11,9 %
– rasvaa	2,0 %
– kuitua	5,8 %.

2.6 Tattarin terveysvaikutukset

Tattarin proteiini on arvokasta, koska siinä on paljon lysiiniä (Elzebroek 2008, 341). Se sisältää myös tärkeitä flavonoideja, kuten rutiinia. Rutiinin yhdessä C-vitamiinin kanssa uskotaan laskevan korkeaa verenpainetta. Rutiini vahvistaa verisuonia ja pitää ne taipuisina sekä estää suonia repeämästä sekä muodostamasta tukoksia. Tattari on hyvä proteiinin, mineraalien ja rasvan lähde. (Joshi & Rana 98-102.) Tattari sisältää myös ruoansulatuselimien toiminnalle hyvää tekevää vesiliukoista kuitua sekä monityydyttymättömiä rasvahappoja, kuten linoleenihappoa (Freer 2013, 55). Tattarin ominaisuuksien nähdään auttavan korkean verenpaineen, kolesterolin ja diabeteksen hoidossa, vaikka sitä suositetaan enimmäkseen vain gluteenittomassa ruokavaliossa (Keskitalo ym. 2007).

Tattarin valkuainen sisältää paljon välttämättömiä aminohappoja, joten se on ravitsemuksellisesti hyvänlaatuista. Valkuainen sulaa hitaasti, joten siitä voi olla apua myös painonhallinnassa. Tattari sisältää runsaasti B₁- ja B₂-vitamiineja, mineraaleja sekä antioksidantteja. Tattarin on todettu eläinkokeissa estävän sappikivien muodostumista sekä vähentävän veren kolesterolia (Keskitalo ym. 2007.) Tattarin proteiineissa on saman verran tai enemmän kaikkia aminohappoja verrattuna vehnän proteiineihin, lukuun ottamatta glutamiinia ja proliinia. Tattarin aminohappokoostumus on hyvässä tasapainossa. Ravinnollisesti se on ylivertainen muihin viljoihin verrattuna, kun puhutaan biologisesta arvosta, proteiinien hyötykäytöstä

sekä hyödynnetyistä proteiiniarvoista. (Schoenlechner, Siebenhandl & Berghofer 2008, 168–169.)

3 GLUTEENITON RUOKAVALIO

3.1 Keliakia

Suomalaiset noudattavat gluteenitonta ruokavaliota useista eri syistä tai sairauksista johtuen, mutta keliakia on tunnetuin syy gluteenittoman ruokavaliion noudattamiselle. Keliakian syntyyn vaikuttavista tekijöistä osa tunnetaan tarkkaan, ja osasta on vain olettamuksia. Ulkoisista tekijöistä ratkaisevin on määrättyjen viljojen sisältämä gluteiini, jota ilman keliakiaa ei synny. Sisäisistä tekijöistä ratkaisevin on se, että keliakiaan tai ihokeliakiaan sairastuvan henkilön perimässä on oltava HLA-tyypin kudosta. (Mäki ym. 2006, 17.) Keliakian syntyyn vaikuttaa geneettisten tekijöiden lisäksi, jokin ulkoinen tekijä, kuten tulehdus tai muutokset suoliston bakteeri floorassa, jolloin henkilölle kehittyy yliherkkyys gluteenille. Gluteeni on monimutkainen yhdistelmä proteiineja, joita kutsutaan prolamiineiksi. Vehnän prolamiineja kutsutaan gliadiiineiksi ja gluteniineiksi, ohran prolamiinit ovat hordeiineja, rukiin sekaliineja ja kauran prolamiineja ovat aveniineja. Kaikille näille proteiineille yhteistä ovat monet proliini ja glutamiini jäämät, jotka eivät hajoa ruuansulatuksen vaikutuksesta. Keliakia on silloin elpymisvaiheessa, kun potilaat noudattavat gluteenitonta ruokavaliota, mutta sairastuvat uudestaan mikäli he saavat ruokavalioonsa jostain gluteiinia. (Comino ym. 2013.)

Gluteeniton ruokavalio on ainoa toimivaksi todettu hoitokeino keliakian hoidossa. Ruokavaliosta poistetaan silloin ohra, vehnä, ruis ja kaikki näitä viljoja sisältävät elintarvikkeet. Poistetut viljat voidaan korvata gluteenittomilla viljoilla, kuten riisillä, puhtaalla kauralla, tattarilla, hirssillä tai maissilla. Lääkehoitoa voidaan käyttää vain ihokeliakiassa gluteenittoman ruokavaliion lisänä. (Mäki ym. 2006, 81.) On olemassa monia muitakin syitä gluteenittomalle ruokavaliolle, kuin klassinen keliakia. Klassisessa keliakiassa ihmisen ohutsuolen sisäpinnan limakalvo vahingoittuu kroonisesti gluteeniproteiineista. Muita syitä gluteenittomalle ruokavaliolle ovat keliakian eri muodot, kuten epätyypillinen, hiljainen, piilevä tai oireeton keliakia sekä ei-keliakiainen gluteeniherkkyys. (Braly & Hoggan 2002, 29, 65.)

3.2 Gluteenitonta turvallisesti

Komission asetus (EY) N:o 41/2009 ohjaa gluteenille intoleranteille henkilöille soveltuvien elintarvikkeiden koostumuksesta ja merkitsemisestä. Asetus määrittelee, että elintarviketta voidaan kutsua ”gluteenittomaksi”, jos sen gluteenipitoisuus ei ylitä 20:tä mg/kg. Gluteenikontaminaatiota voidaan mitata elintarvikkeista erilaisin menetelmin, mutta mitään kansainvälisesti hyväksyttyä menetelmää ei ole vielä kehitetty. Keliakikkojen ainoa varma tapa varmistua tuotteen gluteenittomuudesta onkin lukea pakkausmerkinnät huolellisesti. (Mäki ym. 2006, 131.) Pakkauksessa ei tarvitse kuitenkaan ilmoittaa gluteenin määrää, koska merkintä ”gluteeniton” edellyttää, että tuotteen gluteenipitoisuus on alle raja-arvon.

Keliakikoille soveltuvia viljoja viljelevillä viljelijöillä on suuri vastuu siitä, että viljan kasvuvaiheessa pellolla ei kasva seassa gluteenipitoisia viljoja. Gluteenittomille viljoille on hyvä olla omat sadonkorjuuvälineet, sillä muuten niiden puhdistuksen tulee olla erityisen tarkkaa gluteenijäämien poistamiseksi. Viljan kuivauksessa ja varastoinnissa tulee varmistaa, ettei kontaminaatiovaaraa gluteeniviljoihin tule. (Kekkonen 2006a, 133; Kekkonen 2006b, 139–140; Kekkonen 2006c, 139.)

Gluteenittoman tuotteen merkkiä voi Suomessa hakea Keliakialiitto ry:ltä kirjallisesti kahdeksi kalenterivuodeksi kerrallaan. Merkki voidaan myöntää Suomessa toimivien valmistajien, valmistuttajien, tuottajien, pakkaajien sekä maahantuojien gluteenittomille tuotteille, jos ne täyttävät myöntämisperusteet. (Gluteenittoman tuotteen merkin käyttöoikeuden hakeminen, [viitattu 5.4.2016].)

Gluteenittoman merkin käyttöoikeuden voivat saada gluteenittomat erityisruokavaliovalmisteet, tavanomaiset elintarvikkeet, joissa ei ole gluteenipitoisia viljoja, mutta joilla on kuitenkin gluteenipitoinen rinnakkaistuote tai tavanomaiset elintarvikkeet, jotka sisältävät gluteenipitoisia viljoja, mutta lopputuotteen gluteenipitoisuus jää alle 20 mg/kg. Erityisruokavaliovalmisteet ovat sellaisia elintarvikkeita, jotka eroavat valmistusmenetelmältään ja koostumukseltaan selkeästi vastaavista tavanomaisista tuotteista siten, että ne sopivat ihmisille, joilla on aineenvaihdunta- tai imeytymishäiriöitä tai erityinen fysiologinen tila, jonka vuoksi he hyötyvät tietyissä elintarvikkeissa olevien aineiden valvotusta saannista. Merkkiä hakevan toiminnanharjoittajan tulee toimittaa Keliakialiitolle tuotekohtaiset omavalvontasuunni-

telmat, joista käy ilmi gluteenittomuuden varmistustoimenpiteet kaikissa tuotteen käsittelyvaiheissa sekä ehkäisevät toimenpiteet gluteenikontaminaatiota varten. Toiminnanharjoittajan tulee toimittaa Keliakialiitolle lisäksi gluteenianalyysitodistus, joka on korkeintaan 6 kuukautta vanha. (Myöntämis- ja käyttöperusteet 1.6.2006 alkaen, [viitattu 5.4.2016].)

4 MITTALAITTEET

4.1 Rakennemittaus

Käytetyt mittalaitteet valittiin yhteistyöyrityksen toiveiden ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun elintarvikelaboratoriossa olevien laitteiden mukaan. Mittalaitteiden tuli olla myös sopivia rakenteen analysoimiseen siten, että yhteistyöyritys pystyisi kehittämään tattarinappeja tulosten perusteella.

Ensimmäinen tattarinappien mittauksiin valituista laitteista on kuvassa 1 näkyvä Stable Microsystemsin rakennemittari, siihen asetettu mittauspää sekä alusta, jota käytettiin tuotteiden mittauksissa. Mittari toimii yhdistettynä tietokoneeseen, jolla sitä käytetään Exponent-ohjelman avulla. Mittaria pystyy myös tarvittaessa ajamaan käsin, mutta Exponent-ohjelman avulla tuloksia pystytään hyödyntämään monipuolisemmin. Exponent-ohjelma piirtää mittauksesta mittauskäyrän, josta ohjelman avulla pystytään määrittämään tarkasti suurin tarvittu voima näytteen murtamiseen. Exponent-ohjelman avulla mittauksista voidaan laskea automaattisesti keskiarvo sekä esimerkiksi mittauskäyrien pinta-ala.



Kuva 1. Rakennemittari.

Kuvan 1 rakennemittari koostuu tukevasta alustasta, johon on kiinnitetty sylinteri, jota pitkin varsi laskee ja nousee. Varteen kiinnitetään sopiva voima-anturi. Voimaantureita on kahdenlaisia, 5 kg anturi ja 50 kg anturi. Anturiin kiinnitetään käytettävä mittapää, joita on erilaisia eri käyttötarkoituksiin. Lisäksi tarvitaan sopiva alusta, jonka päälle mitattava elintarvike asetetaan. Alusta voi olla tasainen laatta tai sellainen, jossa on reikä mittauspään kohdalla, jotta mittauspää pystyy läpäisemään tuotteen kunnolla. Mittapää laskee varren mukana ja osuessaan tuotteeseen se alkaa piirtää käyrää exponent-ohjelman ruudulle. Tuotteen murtuessa, maksimi mittausetäisyyden tai maksimi ajan tullessa täyteen mittapää nousee takaisin lähtöasentoon, jolloin mittaus on valmis.

Tattarinappien rakenteen tutkimiseen valittu mittaus oli nimeltään puhkaisukoe. Se mittaa tarvittavan voiman, jolloin mittauspää uppoaa tai murtaa mitattavan elintarvikkeen. Laite ilmoittaa tuloksen voima-aika käyränä, josta käy ilmi mittaukseen kulunut aika sekä murtamiseen tarvittava voima. Exponent-ohjelma alkaa piirtää käyrää, kun mittauspää osuu mitattavaan elintarvikkeeseen. Käyrä nousee ylöspäin, kunnes elintarvike antaa periksi, jolloin käyrä alkaa äkillisesti laskea. Testiä tehdessä pitää miettiä millaista tukea käyttää tutkittavan elintarvikkeen alla, koska vääränlainen tuki saattaa aiheuttaa virheitä tuloksiin. Mitattavan tuotteen tulisi olla kolme kertaa suurempi, kuin mittauspää tai murenevilla tuotteilla jopa enemmän. (Bourne 2002, 113–114.)

Ohuita elintarvikkeita mitattaessa on vaarana, että tutkittava elintarvike puristuu alustaa vasten, jolloin testistä tulee yhdistelmä puhkaisu- ja puristustestiä. Tällöin tulee käyttää alustaa, jossa on reikä mittauspään kohdalla, jolloin se pääsee murtamaan elintarvikkeen toivotulla tavalla. Reikä ei saa kuitenkaan olla liian pieni, koska silloin mittauspää painaisi vain mitattavaa elintarviketta reiän läpi eikä murtaisi sitä. Liian suuri reikä aiheuttaisi taas sen, että mitattava elintarvike taipuu reiän kohdalta, eivätkä tulokset ole tällöin luotettavia. Oikea reiän koko on noin 1,5–3 kertaa mittauspään halkaisija, jotta tuki elintarvikkeelle on oikeanlainen. (Bourne 2002, 124.)

4.2 A_w -mittaus

Toinen valittu mittari oli kuvassa 2 näkyvä Novasina Labmaster- a_w mittari. Mittaus aloitetaan laittamalla mitattavaa ruoka-ainetta pyöreään muoviseen mitta-astiaan. Tämän jälkeen mitta-astia asetetaan laitteen sisälle mittauskammioon ja laitteen kansi suljetaan. Mittarin käynnistyksen jälkeen mittari tasaa mitattavan aineen lämpötilan 25 °C:een, joka on optimaalinen mittaustemperoiti. Lopuksi mittari ilmoittaa tuloksen ja kuinka kauan aikaa mittaukseen kului. Kannen sulkemisen jälkeen näyte kosteuttaa tai kuivattaa ilman tilavuutta kammion sisällä. Vain vapaan veden ainesosat mitattavassa tuotteessa pystyvät tähän. Vaihtoa tapahtuu siihen asti, kunnes vesihöyryn osapaine on nollassa. Kosteus- ja lämpömittareiden avulla laite pystyy määrittämään ilmaston kammion sisällä ja olosuhteiden ollessa tasaisia se muuntaa tulokset a_w -arvoksi. (Lab master- a_w , [viitattu: 17.4.2016].)



Kuva 2. a_w -mittari.

A_w -arvo kertoo kuinka paljon ruuan eri ainesosat ovat pidättäneet vettä itseensä. A_w -arvon mittaamiseen on monta erilaista tapaa, kuten immobilisoitujen suolaliuoksien sähkönjohtokyvyn muutos, ohuiden polymeerikerrosten sähkönvarautumiskykyyn muutos, pitkittäissuuntaiseen koon muutos kuiduissa, jotka pidättävät vettä, veden höyryn osittaispaineen mittaaminen painemittarilla, vettä suosivan vedetömän kiinteän aineen veden pidättyvyyden suhteellisen painon mittaaminen sekä

kastepisteen määrittäminen jäädytetyn peilin avulla. (Pomeranz & Meloan 1994, 577–578.) A_w -arvo määritetään jakamalla mitattavan ruuan pinnalla oleva veden osittainen höyrynpaine puhtaan veden höyrynpaineella, joka on samassa lämpötilassa kuin näyte. Mitattava näyte on puhdasta vettä, kun a_w -arvo on 1 ja a_w -arvon ollessa nolla mitattavassa näytteessä ei puolestaan ole vettä ollenkaan. (Smith 2003, 319.) A_w on oltava korkea elävillä kudoksilla, koska ne tarvitsevat vettä säilyttääkseen nestejännityksen. Korkea a_w -arvo nopeuttaa kuitenkin bakteerien, hiivojen sekä homeiden jakaantumista. Bakteerien kasvu vähenee merkittävästi, jos a_w -arvo on pienempi kuin 0,85. (Vaclavik & Christian 2003, 27.)

A_w -arvon säätelyllä on suuri merkitys myös elintarvikkeiden rakenteeseen, kuten rapeuteen ja rouskuvuuteen. Esimerkiksi a_w -arvon noustessa yli 0,65 häviää aamiaismuroista niiden murentamisesta kuuluva ääni. Kuivatut tuotteet säilyvät parhaiten a_w -arvon ollessa 0,2–0,3, koska silloin tuotteet sisältävät optimaalisen määrän kosteutta. Fysikaaliset muutokset elintarvikkeessa, kuten rapeuden häviäminen sekä tarttuvuus alkavat a_w -arvon ollessa 0,35–0,45. (Leake 2006, 64.)

Elintarvikkeen a_w -arvoa voidaan vähentää lisäämällä siihen kosteudensäilyttäjiä, kuten sokereita tai suoloja. Toimivia, turvallisia ja maukkaita a_w -arvon vähentäjiä on kuitenkin rajallinen määrä. Korkea suola- tai sokeripitoisuus ei ole kuitenkaan ravinnollisesti hyväksi. Muilla aineilla, kuten sorbitolilla, laktoosilla tai glyserolilla on myös sivuvaikutuksia. Pelkän veden määrän vähentäminen tai tuotteen kuivattaminen vaikuttaa tuotteen rakenteeseen, jolloin siitä voi tulla epämiellyttävä. (Kilara & Sengupta 2014, 169, 203.)

4.3 Kuiva-aine mittaust

Kolmas tutkimuksessa käytetty mittari oli kuvassa 3 näkyvä infrapunakuivain Precisa xm 60. Se mittaa näytteestä kosteuspitoisuuden haihduttamalla veden pois näytteestä kuumentamalla näytettä. Mittari laskee automaattisesti haihtuneen veden määrän ja ilmoittaa sitten kuiva-ainepitoisuuden.



Kuva 3. Kuiva-ainemittari.

Ruoka-aineessa oleva kuiva-aineen määrä on vastakohta sille kuinka paljon kosteutta se sisältää. Ruuan kosteuden määrittäminen on yksi tärkeimmistä ja eniten käytetyistä mittauksista ruuan mittaamisessa ja prosessoinnissa. Ruuan kosteuspitoisuus on tärkeä tieto ruuan prosessoinnin optimoinnin kannalta. Ruuan kosteuden nopea ja tarkka määrittäminen vaihtelee paljon rakenteen ja koostumuksen mukaan. (Pomeranz & Meloan 1994, 575–577.)

Mittauksia varten jokaista tuotetta murennettiin samalla tavalla kuin a_w -mittauksissa. Murennettua tuotetta levitettiin kuvan 4 keskellä näkyvällä folioalustalle haluttu määrä.

4.4 Rakennemittarin aloitusmittaukset

Rakennemittarilla tehtyjen ensimmäisten mittausten tarkoituksena oli löytää oikea mittapää sekä mittaustapa rakennemittariin lopullista tutkimusta varten. Vertailumittauksissa käytettiin hyväksi tattarinappeja sekä vertailutuotteita, jotka ostettiin kaupasta.

Ensimmäiset vertailutuotteet

- Ruislandia ruislastu
- Ruislandia ruisnappi
- Linkosuo Väinämöisen palttoonnapit
- Linkosuo varrasleipä
- Linkosuo ruissipsi
- Myllärin ruisrouskis
- Vaasan ruisnacho
- Vaasan hapankorppu
- Oululainen hapankorppu.

Ensimmäisten vertailutuotteiden valinnassa tärkeimmät kriteerit olivat rakenne ja rapeus. Vertailutuotteiksi yhdessä Pirjon Pakari Seinäjoen edustajan kanssa valittiin jo myynnissä olevia ruistuotteita, joiden rakenne on rapea ja helposti mureneva. Näitä yhdeksää vertailutuotetta käytettiin vain rakennemittarin mittauspäiden ja oikean mittauksen valintaan.

Rakennemittariin oli valittavana kaksi eri anturia 5 kg ja 50 kg sen mukaan kuinka paljon voimaa mitattavan tuotteen murtamiseen tarvitaan. Rakennemittaukset aloitettiin 5 kg anturilla, mutta sen voima ei riittänyt kaikkien vertailunappien murtamiseen. 50 kg anturilla kaikki vertailunapit murtuivat, joten se valittiin käytettäväksi kaikissa mittauksissa. Exponent-ohjelmasta valitaan rakennemittarilla tehtäviin tutkimuksiin sopiva projekti, joka määrittää millaista mittauspäättä sekä alustaa on hyvä käyttää. Projektin valintaan vaikuttaa mitattava tuote sekä se minkälaisia tuloksia mittauksilla halutaan saavutettavan.

Projektiksi valittiin aluksi valmis projekti Exponent-ohjelman tietokannasta, jota myöhemmin muokattiin vertailutuotteista tehtyjen testimittausten perusteella. Valmiin projektin nimi oli tortillasipsien murtuvuus ja siinä käytettiin halkaisijaltaan 5 mm pallon muotoista mittauspäättä. Valmista projektia muokattiin siten, että mittausetäisyydeksi asetettiin 7 mm ja mittauksen käynnistyksen aloittamisvoimaksi 7 g. Alkuperäisessä projektissa arvot olivat 3 mm etäisyydelle ja 5 g mittauksen aloittamisvoimaksi. Mittauspään laskeutumisenopeus oli 1 mm/s. Projektin alkuperäisillä asetuksilla kaikki napit eivät murtuneet, koska mittauspää ei laskenut tar-

peeksi alhaalle. Pelkkä mittausetäisyyden muutos ei riittänyt, joten nostin myös aloitusvoimaa hieman, jotta kaikki tuotteet saatiin murrettua.

Vertailutuotteet mitattiin sellaisenaan, kun ne olivat pakkauksessa. Mittauksiin valittiin kuitenkin mahdollisuuksien mukaan ehjiä kokonaisia nappeja. Tuotteet asetettiin rakennemittariin niin, että mittauspää osuisi mahdollisimman keskelle tuotetta. Mittaukset aloitettiin käyttämällä kahta eri mittauspäätä, joista valittiin parempi tutkimuksen lopullisia mittauksia varten. Mittauspäinä toimivat kuvassa 4 oikealla oleva sylinterin muotoinen halkaisijaltaan 6 mm tasainen pää sekä vasemmalla oleva halkaisijaltaan 5 mm pallon muotoinen pää.



Kuva 4. Pallon sekä sylinterin muotoinen mittauspää.

Liitteen 1 vaihteluvälin tulokset molemmista mittauspäistä on saatu vähentämällä jokaisen tuotteen maksivoiman suurimmasta tuloksesta pienin tulos. Jokaisesta tuotteesta tehtiin kolme mittausta, joista laskettiin tulosten vaihteluväli.

Valitsin kaikkiin loppuihin mittauksiin käytettäväksi pallon muotoisen pään, koska sillä saatujen tulosten vaihteluväli oli pienempi kuin sylinterin muotoisen pään tulosten vaihteluväli. Pallon muotoinen pää sopii tutkimukseen myös siksi, että ihmisen hampaat eivät ole täysin tasaiset, vaan niissä on pyöreitä muotoja.

Tutkimuksen lopulliseen vertailuun tattarinappien kanssa valittiin ensimmäisten vertailutuotteiden tulosten perusteella viisi tuotetta. Valittujen tuotteiden rakenne ja

koostumus oli samankaltainen tattarinappien kanssa. Näitä viittä kaupoissa myynnissä olevaa vertailutuotetta sekä tattarinappeja vertailtiin tulevissa mittauksissa.

Lopulliset vertailutuotteet

- Ruislandia ruislastu
- Ruislandia ruisnappi
- Linkosuo Väinämöisen palttoonnappi
- Myllärin ruisrouskis
- Kotimaista ruisnappi.

4.5 A_w -mittarin aloitusmittaukset

Kaupasta ostetut vertailutuotteet murennettiin lasin ja puunuijan avulla pieneksi muruksi, jota laitettiin mitta-anturiin. Mittaukset tehtiin satunnaisesti kansista ja pohjista. Kansien ja pohjien koostumus on samanlainen, joten niiden a_w -arvot eivät poikkea toisistaan. Hapannappeja muotoiltiin lisäksi veitsen avulla niin pieneksi, että ne mahtuivat anturin sisään kokonaisina. Hapannapeista tehtiin myös pientä murua musertamalla niitä samalla tavalla, kuin kaupan tuotteita ja mittasin a_w -arvon myös murustetuista versioista.

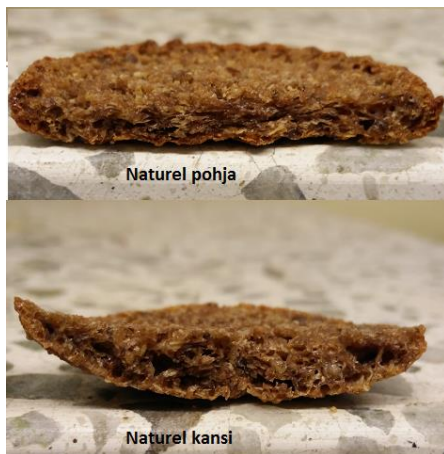
Murustetuista napeista tehdyt mittaukset näyttävät kaikki hieman pienempää a_w -arvoa kuin kokonaisista tehdyt mittaukset (Liite 2.). Ero oli kuitenkin niin pieni, että kaikki mittaukset päätettiin tehdä murustetuista tuotteista. Kaupan tuotteiden muotoilu muoviseen anturiin sopivaksi olisi muuttanut tuotetta liikaa, jolloin mittauksen tulos ei olisi enää vastannut pakkauksessa olevaa tuotetta. Tuloksien vertailussa ei ole väliä, vaikka näytteet on mitattu murustetuista tuotteista, sillä kaikki mittaukset tehtiin samalla tavalla, jolloin erojen vertailu ei ole riippuvainen näytteen muodosta.

5 TULOKSET

5.1 Rakennemittaukset

Kaikki mittaukset toteutettiin rakennemittarilla pohjasta ja kannesta erikseen. Sekä kannesta, että pohjasta tehtiin kaikilla tuotteilla neljä mittausta. Neljän mittauksen maksimivoimista laskettiin keskiarvo sekä mittausten vaihteluväli. Mittauskäyristä laskettiin lisäksi Exponent-ohjelmalla nousukohtien lukumäärä sekä käyrän pinta-ala.

Kuvassa 5. näkyvät tattarinapin pohjan ja kannen erot paksuudessa sekä muodossa. Pohja on saman paksuinen koko napin mitalta, mutta kansi on keskeltä paksumpi kuin reunoilta. Kuvassa näkyy hyvin myös tattarinappien rakenteen huokoisuus. Napin rakenne on sitä huokoisempi, mitä paksumpi nappi on. Tattarinappiin muodostuu ilmataskuja nostatuksen ja paiston aikana. Halkaisun jälkeen kansi jää hieman pohjaa paksummaksi, jolloin siinä on myös enemmän ilmataskuja kuin pohjassa.



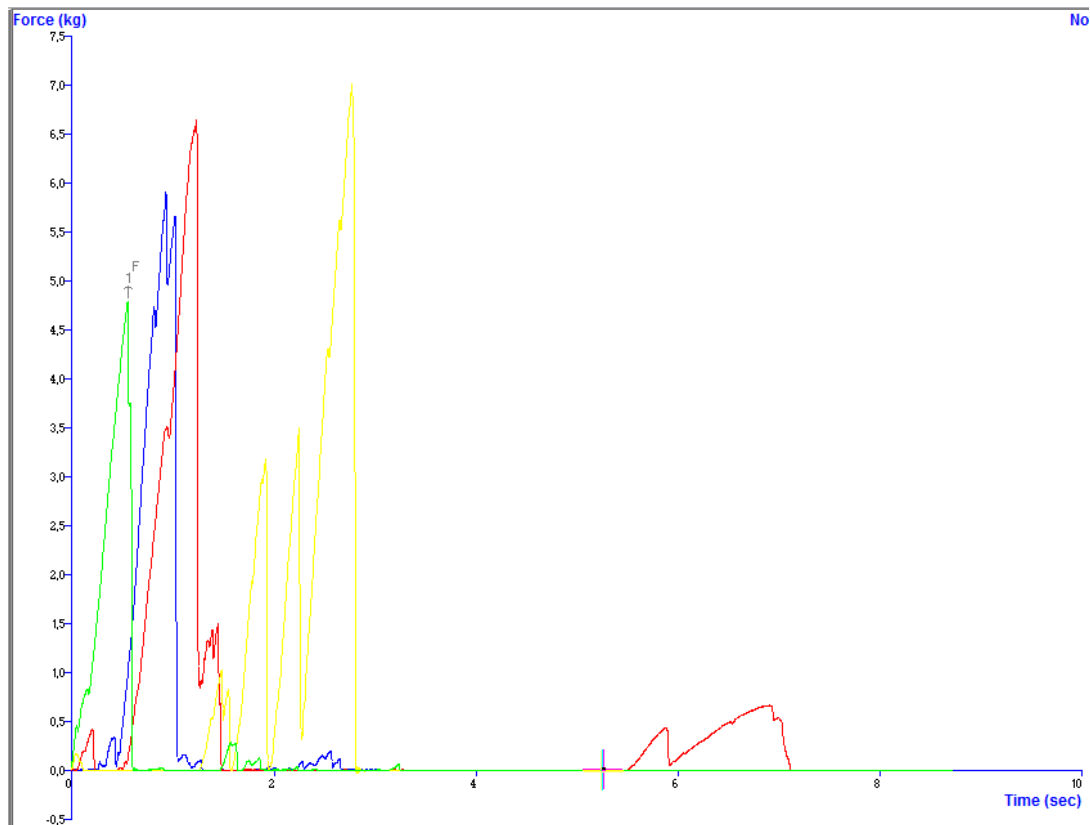
Kuva 5. Tattarinappi naturel pohjan ja kannen poikkileikkaus.

Kuvassa 6 näkyvät lopullisten vertailutuotteiden kansien ja pohjien poikkileikkaukset. Vertailutuotteiden rakenne on samankaltainen tattarinappien rakenteen kanssa. Paksuudessa tuotteista erottuu muista Kotimaista ruisnappi sekä Ruislandia ruislastu, jotka ovat muita vertailutuotteita selvästi ohuempia.



Kuva 6. Lopullisten vertailutuotteiden kansien ja pohjien poikkileikkaukset.

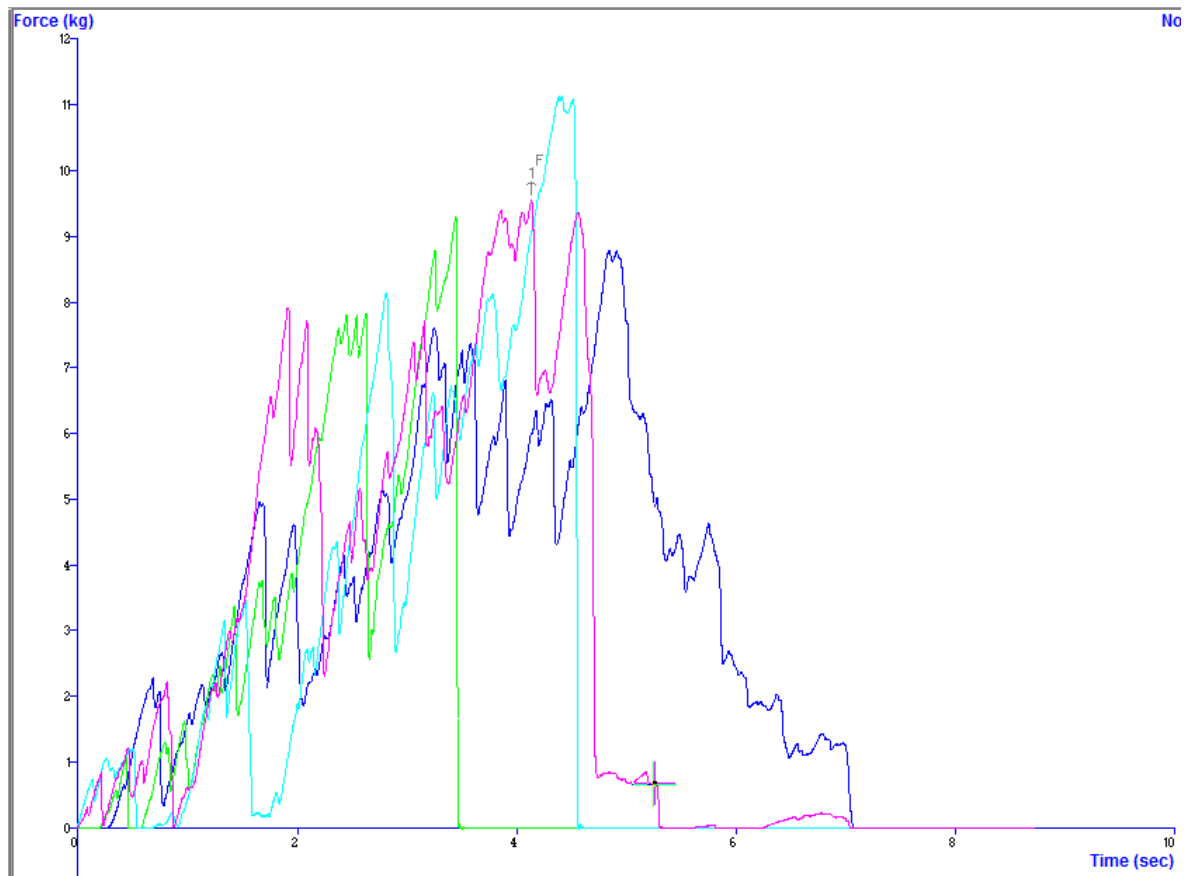
Kuvassa 7 näkyvät naturel tattarinapin kannesta tehdyt rakennemittaukset ja Exponent-ohjelman piirtämät mittauskäyrät. Kuvassa esiintyy jokainen tehty mittaus eri värillä. Pystyakselilla näkyy anturin mittaama voima kilogrammoina ja vaakakselilla mittaukseen kulunut aika sekunteina alkaen siitä, kun mittauspää osuu tuotteeseen. Käyrän korkein kohta kuvaa sitä, milloin mitattava tuote murtuu tai napsahtaa rikki. Käyrän korkein kohta kertoo jokaisen tuotteen maksimivoiman, joka vaaditaan tuotteen murtamiseksi.



Kuva 7. Tattarinappi naturel kannen mittauskäyrät.

Naturel tattarinapin käyristä kolme (sininen, punainen ja vihreä) nousevat aluksi hyvin jyrkästi ylöspäin mittauspään osuessa niihin, mikä kertoo, että ne ovat hyvin tiiviitä. Tiiviydystä kertoo myös se, että käyrässä on havaittavissa ainoastaan yksi selkeä nousu ja murtumisen jälkeen käyrä laskee nopeasti. Keltainen käyrä näyttää kahta pienempää murtumakohtaa ennen koko napin murtumista. Napissa on silloin ollut epätasaisuutta kohdassa, johon mittauspää on osunut. Käyrä laskee myös jyrkästi kahdesti ennen kolmatta nousua, mikä kertoo siitä, että jokin napissa on pienesti murtunut mittauspään alta, muttei kuitenkaan koko nappi vielä. Kolmannen nousun kohdalla nappi selvästi murtui kokonaan, koska sen huippu oli myös murtamiseen tarvittu maksivoima. Punaisen käyrän pieni nousu aivan mittauksen loppuvaiheessa johtuu siitä, että tuotetta on jäänyt hieman puristuksiin mitausalustan reiän ja mittauspään väliin, jolloin on tarvittu vielä hieman voimaa mittauspään laskemiseen loppuun asti.

Kuvassa 8 näkyvät Myllärin ruisrouskis-tuotteen kannen mittauskäyrät. Akselit ja käyrien muodostumisen periaatteet ovat samat, kuin kuvassa 6 edellisellä sivulla.



Kuva 8. Myllärin ruisrouskis kannen mittauskäyrät.

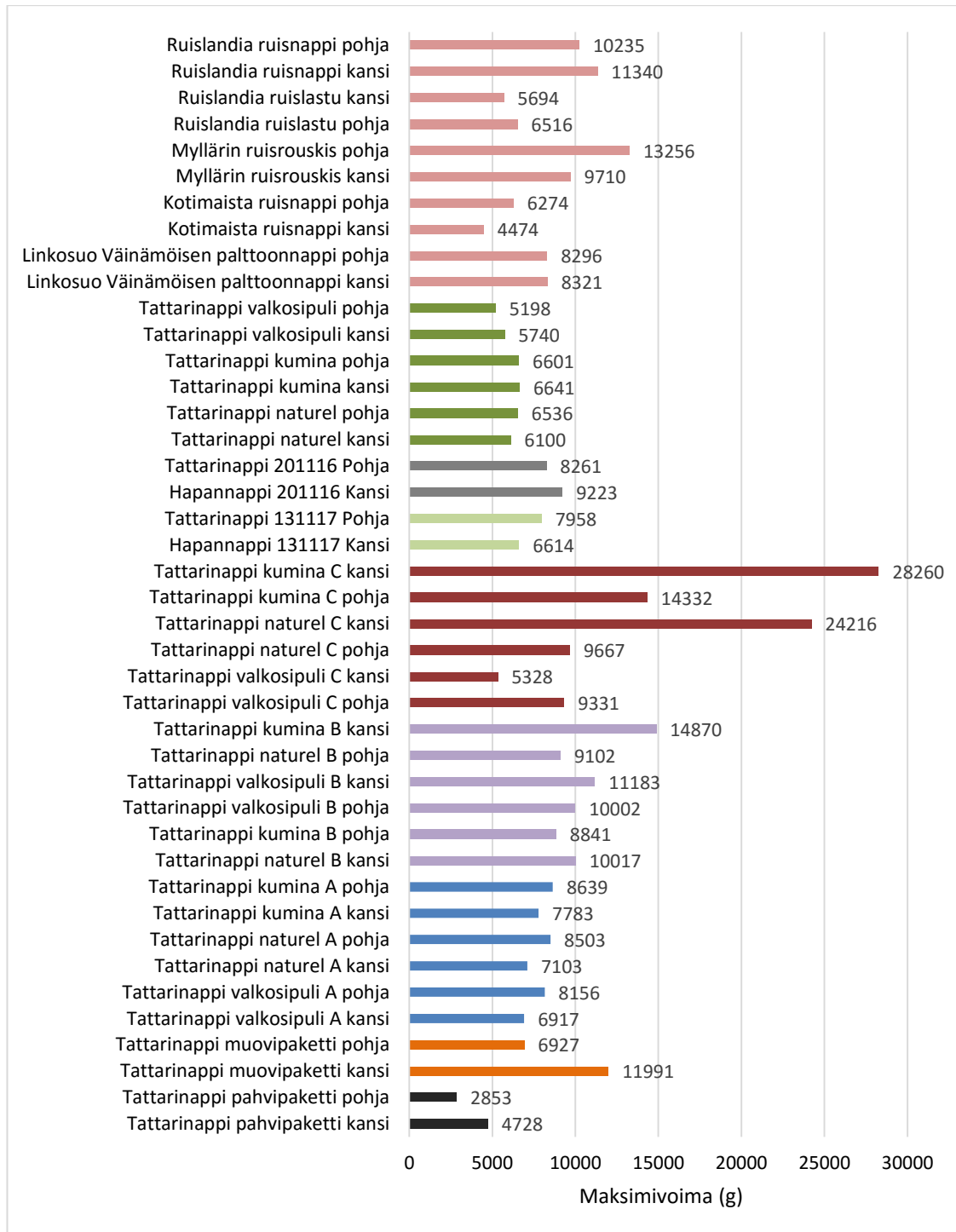
Ero edellisen sivun kuvaan 7 on selkeä sekä mittauskäyrien muodossa että maksimivoimassa. Ruisrouskiksen kansien murtamiseen on tarvittu selvästi enemmän voimaa, kuin naturel tattarinapin kannen murtamiseen. Kaikkien ruisrouskiksen kansien käyrissä ei myöskään ole vain yhtä selkeää nousua ja laskua, kuten tattarinapeissa.

Kahdessa mittauksessa käyrä (vihreä ja turkoosi) laskee jyrkästi maksivoiman jälkeen. Niissä mittauksissa nappi on murtunut äkillisesti napsahtaen kahteen tai useampaan osaan, ja siksi käyrä laskee niin jyrkästi. Toisessa kahdessa käyrässä (sininen ja pinkki) ei tapahdu samanlaista jyrkkää laskua murtumisen jälkeen, vaan käyrä laskee pidemmässä aikavälissä takaisin nolnaan. Kaikissa käyrissä on kuitenkin yhteistä nousuvaiheessa. Käyrä tekee pientä nousua ja laskua jatkuvasti ennen maksimivoiman saavuttamista. Tämä kertoo siitä, että tuote on hyvin huo-

koinen, sillä mittauspää löytää pienen murtamisen jälkeen taas hieman tyhjää tilaa ennen osumaa seuraavaan kohtaan. Mittauspään laskiessa kohti mitta-alustan reikää voi tuotteen murtumisen jälkeen niiden väliin jäädä palanen tuotetta, joka aiheuttaa käyrän muodostuksen jatkumisen maksimivoiman ja murtumisen jälkeenkään vielä. On myös mahdollista, että maksimivoiman saavuttaessa tuote murtuu vain osaksi ja lopullinen hajoaminen palasiin tapahtuu vasta myöhemmin. Maksimivoima saavutetaan kuitenkin yleensä juuri ennen, kuin tuote antaa periksi ja murtuu tai napsahtaa palasiksi.

5.1.1 Maksimivoimien keskiarvot ja vaihteluvälit

Kuviossa 1 on esitettyä kaikkien tuotteiden kansien ja pohjien maksimivoimien keskiarvot. Jokaisen tuotteen kannesta ja pohjasta tehtiin neljä mittausa, joista laskettiin keskiarvo. Jokaisen mittauksen maksimiarvo laskettiin Exponent-ohjelman avulla mittauskäyrästä, josta on esimerkki kuvassa 7 sivulla 30. Kaupoissa myytävät vertailutuotteet ovat korostettuna vaaleammalla punaisella kuviossa. Alimpana kuviossa 1 mustalla värillä merkittynä ovat ensimmäisenä tehdyt mittaukset tattarinapeista ja ylimpänä tummanvihreällä merkittynä on viimeiset tehdyt mittaukset tattarinapeista. Tattarinappien eri erät ovat merkitty eri värillä, jotta erien erottaminen olisi helpompaa. Erot eri tattarinappierien välillä ovat resepteissä, paisto- ja kuivausajoissa sekä paisto- ja kuivauslämpötiloissa.



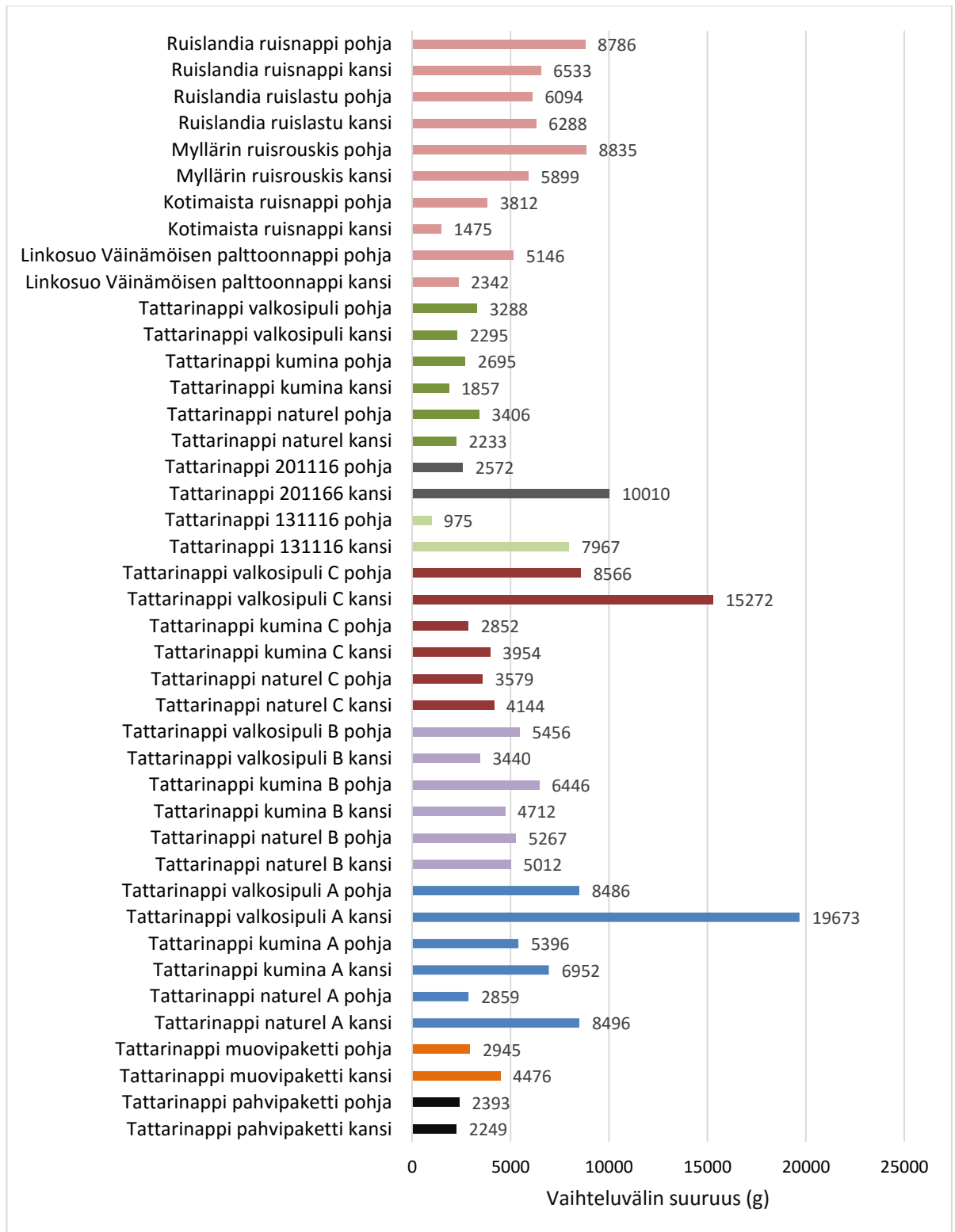
Kuvio 1. Kaikkien tuotteiden kansien ja pohjien rakennemittausten maksimivoimien keskiarvot.

Eri tattarinappieristä ainoastaan c-erä, naturel ja kumina makuvaihtoehdot poikkesivat huomattavasti vertailutuotteiden tuloksista. Myös b-erän tattarinappien tulokset olivat suurempia kuin suurin osa vertailutuotteista. Tuotekehitysprosessin ensimmäinen tattarinappierä, joka on kuviossa nimellä pahvipaketti, tulokset olivat

selvästi muita tattarinappieriä pienemmät. Erän tattarinapit olivat kuitenkin liian rapeita, sillä ne eivät pysyneet ehjänä pakkauksessa, vaan pakkauksiin tuli todella paljon rikkinäisiä nappeja. Niiden rakennetta haluttiin kehittää kovemmaksi samalla säilyttäen kuitenkin niiden rapeuden. Viimeisen tattarinappierän (tumman vihreä) tulokset olivat monia kaupassa myytäviä ruisnappeja matalammat. Tattarinappien maksimivoimien tulokset pienentyivät selvästi ensimmäisistä mitatuista napeista viimeisiin mitattuihin nappeihin mikä kertoo siitä, että tuotteen valmistusprosessin ja reseptin muutoksissa on onnistuttu. Viimeisessä mitatussa tattarinappierässä eri makuvaihtoehtojen erot olivat muita eriä huomattavasti pienemmät, mikä on hyvä asia tasalaatuisuuden kannalta. Viimeisessä tattarinappierässä pohjan ja kannen väliset erot olivat hyvin pieniä verrattuna muihin tattarinappieriin sekä moniin vertailutuotteisiin. Viimeisen mitatun erän tattarinappien erot pohjan ja kannen välillä paksuudessa ovat siis pienentyneet selvästi aiemmista tattarinappieristä.

Vertailutuotteista Ruislandian ruislastu ja Kotimaista ruisnappi tarvitsivat vertailutuotteista selvästi vähiten voimaa murtuakseen, mutta ne olivat kaikista tuotteista ohuimpia, kuten kuvasta 6 sivulla 29 ilmenee. Vertailutuotteiden erot pohjan ja kannen välillä osoittautuivat tasaisiksi Myllärin ruisrouskista lukuun ottamatta.

Kuviossa 2 on esitettyä kaikkien tuotteiden maksimivoimien vaihteluvälien suuruudet. Vaihteluväli on laskettu vähentämällä jokaisen tuotteen suurimmasta maksimivoimasta pienin tulos. Tuotteet on järjestetty samaan järjestykseen ja eri erät eroteltu samoilla väreillä kuin kuviossa 1. Vaihteluväli kertoo, kuinka paljon eroa saman tuotteen eri mittausten välillä oli. Suuri vaihteluväli kertoo siitä, että tuotteiden kovuudessa on paljon eroja.



Kuvio 2. Kaikkien tuotteiden kansien ja pohjien maksimivoimien vaihteluvälien suuruudet.

Vaihteluvälien suuruudet kuviossa 2 ovat kaikilla tuotteilla melkein yhtä suuria kuin tuotteiden maksimivoimien keskiarvot kuviossa 1 sivulla 33. Suuret maksimivoimi-

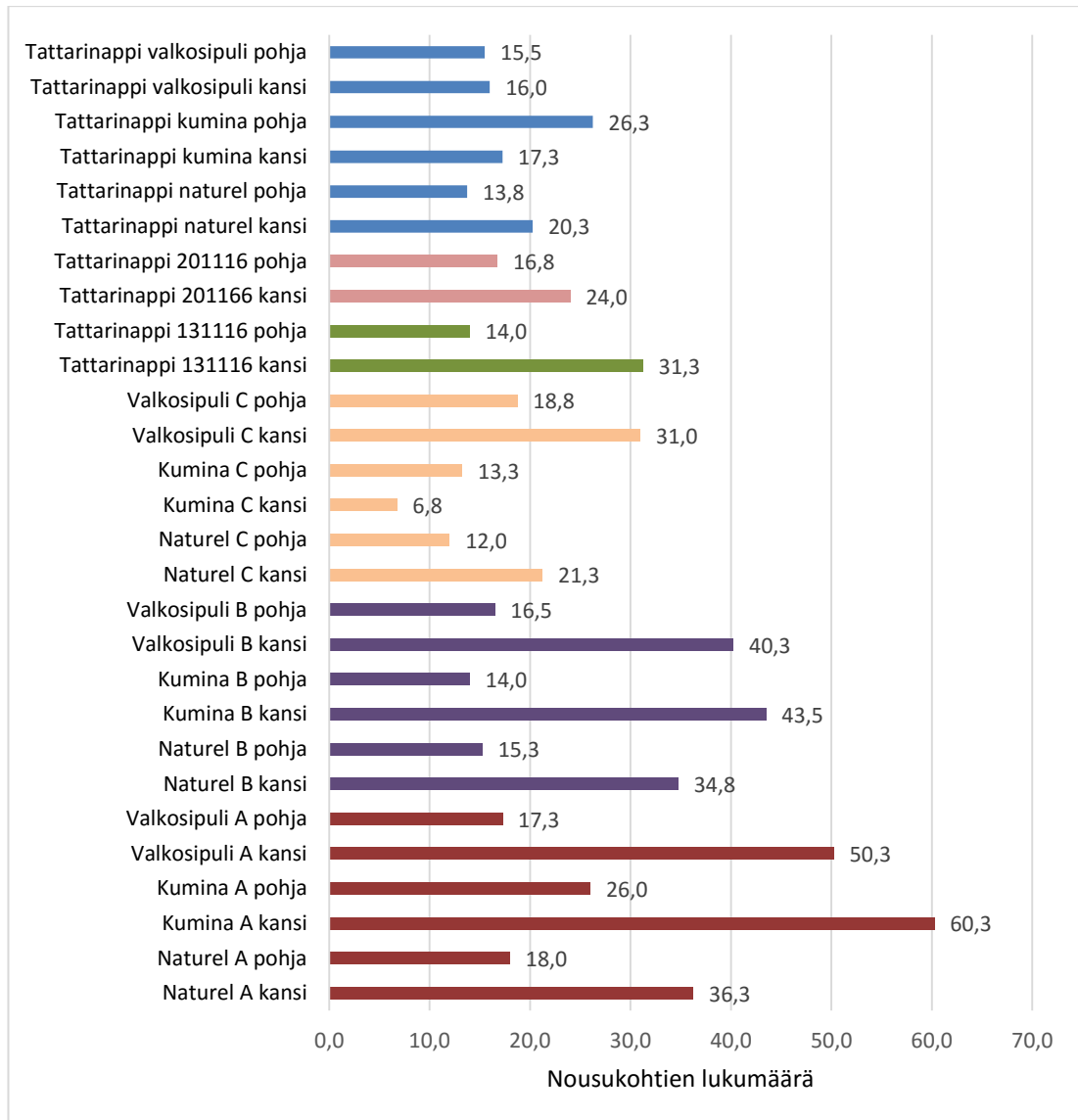
en keskiarvot tuotteilla, kuten tattarinappi kumina ja naturel C-erä, eivät johtaneet suureen vaihteluväliin. Suurimmat vaihteluvälin saaneet tuotteet (a- ja c-erän valkosipuli tattarinappi kansi) eivät olleet maksimivoiman keskiarvojen tuloksissa kärjessä.

Viimeisimmässä tattarinappierässä (tumman vihreä) oli kaikista tattarinapeista vähiten eroja eri makuvaihtoehtojen välillä. Tulokset olivat myös tasaisemmat pohjien ja kansien välillä, kuin suurimmassa osassa muita tattarinappieriä. Viimeisen tattarinappierän vaihteluvälit olivat myös selvästi pienempiä, kuin suurimman osan vertailutuotteiden vaihteluvälit. Tattarinappien tasalaatuisuus kovuuden suhteen on siis selvästi parantunut ensimmäisistä tattarinappieristä.

Tuotteiden maksimivoimien vaihteluväli ei näyttäisi olevan suoraan verrattavissa maksimivoimamittauksiin, sillä suurimman vaihteluvälin saaneet tattarinapit valkosipuli-a kansi ja valkosipuli-c kansi eivät saaneet maksimivoimamittauksissa suuria tuloksia. Suurimpien tattarinappien maksimivoimamittausten tulokset (tattarinappi c-erän kumina sekä valkosipuli kansi) jäivät vaihteluvälin suhteen alhaisiksi.

5.1.2 Mittauskäyrien nousukohdat ja pinta-alat

Kuviossa 3 näkyvät mittauskäyristä laskettujen nousukohtien lukumäärien keskiarvot. Eri erät on järjestetty siten, että vanhin erä on kuviossa alimmaisena ja uusin tattarinappierä ylimpänä. Jokainen valmistusprosessiltaan erilainen erä on merkittynä eri värillä. Tulokset on saatu käyttämällä exponent-ohjelman toimintoa, joka laskee käyrästä halutulta väliltä kaikki käyrien nousut, jotka ovat 15 grammaa suuremmat.

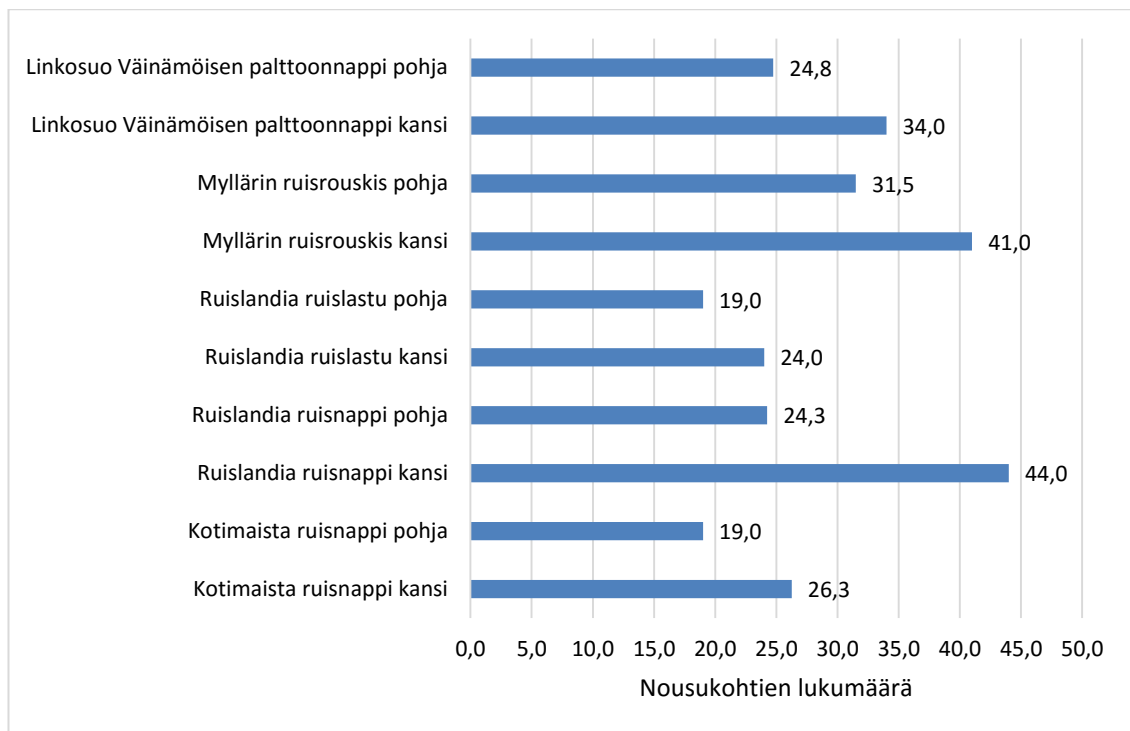


Kuvio 3. Tattarinappien käyrien nousukohtien lukumäärien keskiarvot.

Lukuun ottamatta viimeisen tattarinappierän (sininen) tattarinappi kuminaa, kaikissa muissa mittauksissa kannen keskiarvo nousujen lukumäärässä oli huomattavasti pohjaa suurempi. Kansien suuret erot pohjiin nähden käyrän nousukohtien lukumäärässä johtuvat siitä, että kaikissa tattarinapeissa kannet olivat pohjia hieman paksumpia. Silloin mittauspäällä on enemmän tuotetta, johon painautua, jolloin mittari tuottaa käyrään enemmän pieniä nousuja ja laskuja. Kannen suurempi paksuus johtuu siitä, että se on kupera, jolloin keskellä on paksumpi kohta tuotteesta. Tattarinappien pohja taas on tasainen paksuudeltaan. Tattarinappien koostumus on huokoinen ja nappien sisään jää pieniä ilmataskuja. Koostumus aiheuttaa käyrän nousuja ja laskuja mittauspäähän painautuessa nappiin. Mitä paksumpi mitat-

tava tuote on, niin sitä enemmän nousuja ja laskuja käyrään muodostuu. Viimeisen tattarinappierän (sininen) kannen ja pohjan erot eivät ole niin suuret kuin a-, b- ja c-erien kansien ja pohjien erot.

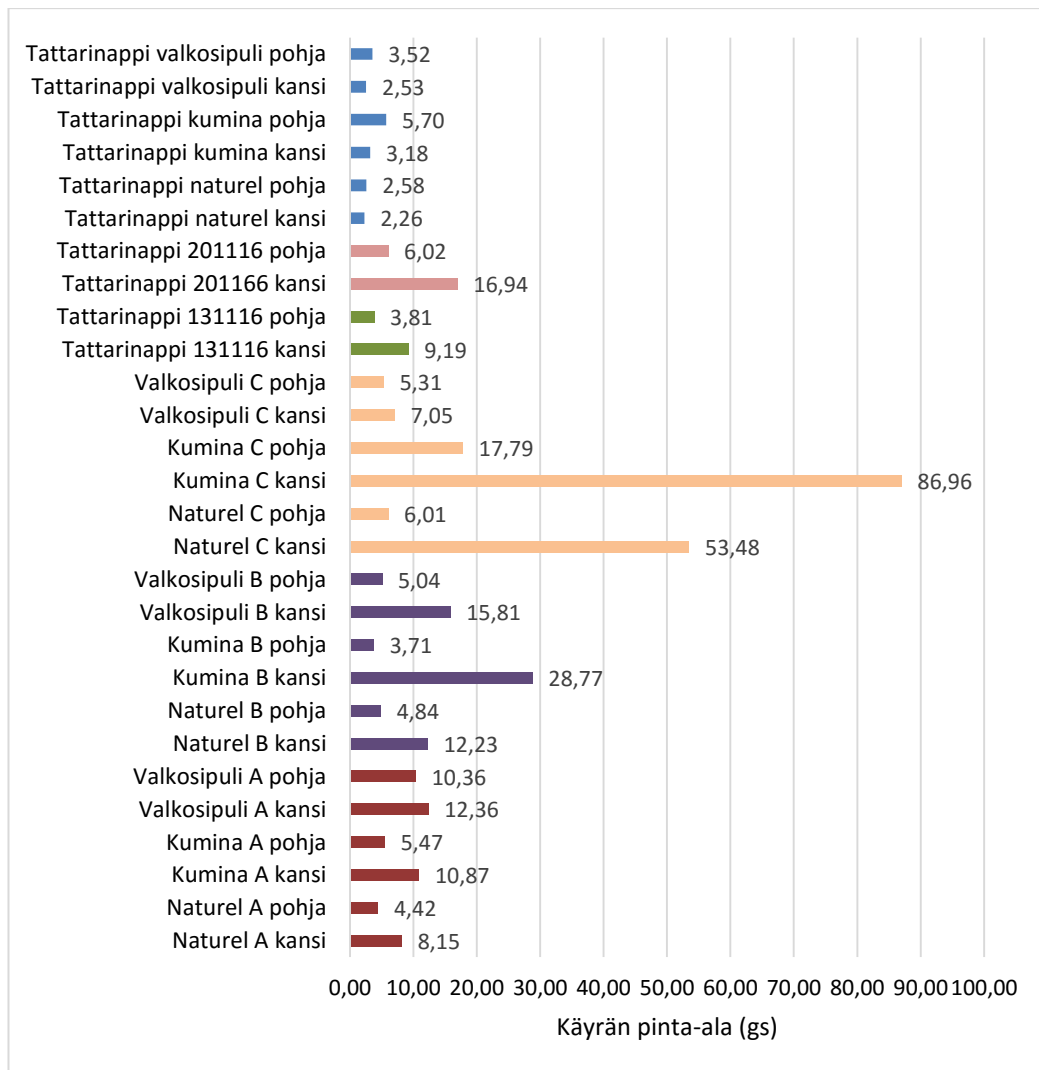
Kuviossa 4 näkyy vertailutuotteiden nousukohtien lukumäärien keskiarvot. Lukumäärä on neljän mittauksen keskiarvo.



Kuvio 4. Vertailutuotteiden käyrien nousukohtien lukumäärien keskiarvot.

Eri tuotteiden välillä oli paljon eroja, mutta myös kaikissa vertailutuotteissa kannen nousukohtien keskiarvo oli pohjaa suurempi. Kansien suuremmat keskiarvot johtuvat niiden hieman suuremmasta paksuudesta pohjiin verrattuna. Vertailutuotteista eniten nousukohtia on ollut Ruislandian ruisnapilla sekä Myllärin ruisrouskiksella, koska ne olivat hieman muita vertailutuotteita paksumpia, kuten kuvassa 6 sivulla 29 näkyy.

Kuviossa 5 näkyy tattarinappi erien mittauksista lasketut käyrien pinta-alojen keskiarvot. Keskiarvo on laskettu neljästä mittauksesta. Pinta-ala on laskettu mittauskäyrästä exponent-ohjelman automaattisella toiminnolla. Kuvion 5 tulokset ovat keskiarvoja neljästä mittauksesta. Tattarinapit on järjestetty ja merkitty samalla tavalla kuin kuviossa 3 sivulla 37. Pinta-alan yksikkönä on gramma sekunti.



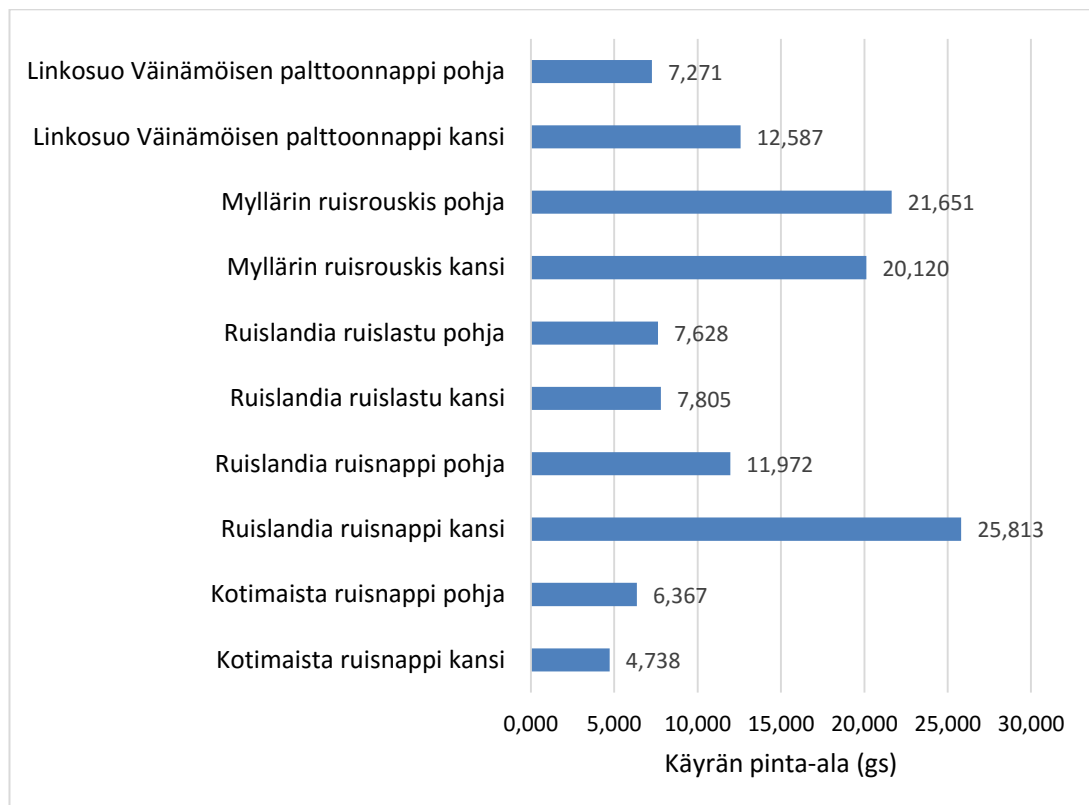
Kuvio 5. Tattarinappien mittauskäyrien pinta-alojen keskiarvot.

Käyrän pinta-alan suuruus kertoo kuinka nopeasti tuote on murtunut kokonaan. Tuote murtuu sitä helpommin ja pienemmällä voimalla, mitä pienempi pinta-ala on. Tuotteen murtuessa nopeasti ja helposti mittarin tuottama käyrä nousee nopeasti ja laskee myös nopeasti tuotteen murtuessa. Silloin käyrän muodostama pinta-ala ei ole iso, ellei tuotteen murtamiseen ole tarvittu todella paljon voimaa. Suuret pinta-alojen keskiarvot kertovat siis tuotteesta sen, ettei se ole murtunut yhdellä rahahduksella mittauspään painautuessa siihen, vaan sen murtaminen on vaatinut useamman rahahduksen lopulliseen murtamiseen. Silloin käyrään tulee paljon nousuja ja laskuja, kuten kuvassa 8 sivulla 31 näkyy. Mittauskäyrän pinta-alan ollessa iso on tuotteen rakenne silloin huokoinen eikä tuote murru napsahtamalla moneen osaan mittauspään painaessa tuotetta, vaan mittauspää painautuu tuot-

teen sisään ennen tuotteen lopullista murtumista. Suuri pinta-ala kertoo myös, että tuotteen murtamiseen on tarvittu paljon voimaa.

Tattarinappien pinta-aloista kumina ja naturel c-erän kansien tulokset olivat kaikista tuotteista korkeimmat ja niissä tuotteissa myös maksimivoimamittauksien tulokset olivat korkeimmat. Korkea maksimivoima vaikuttaa käyrän pinta-alaan paljon enemmän kuin nousukohtien lukumäärä, koska kuminan ja naturel c-erän nousukohtien lukumäärä ei ollut erityisen suuri verrattuna muihin tattarinappieriin.

Kuviossa 6 näkyvät kaupasta ostettujen vertailutuotteiden rakennemittauskäyrien pinta-alojen keskiarvot. Neljän käyrän pinta-aloista on laskettu keskiarvo, joka näkyy kuviossa. Pinta-alan yksikkö on gramma sekunti.



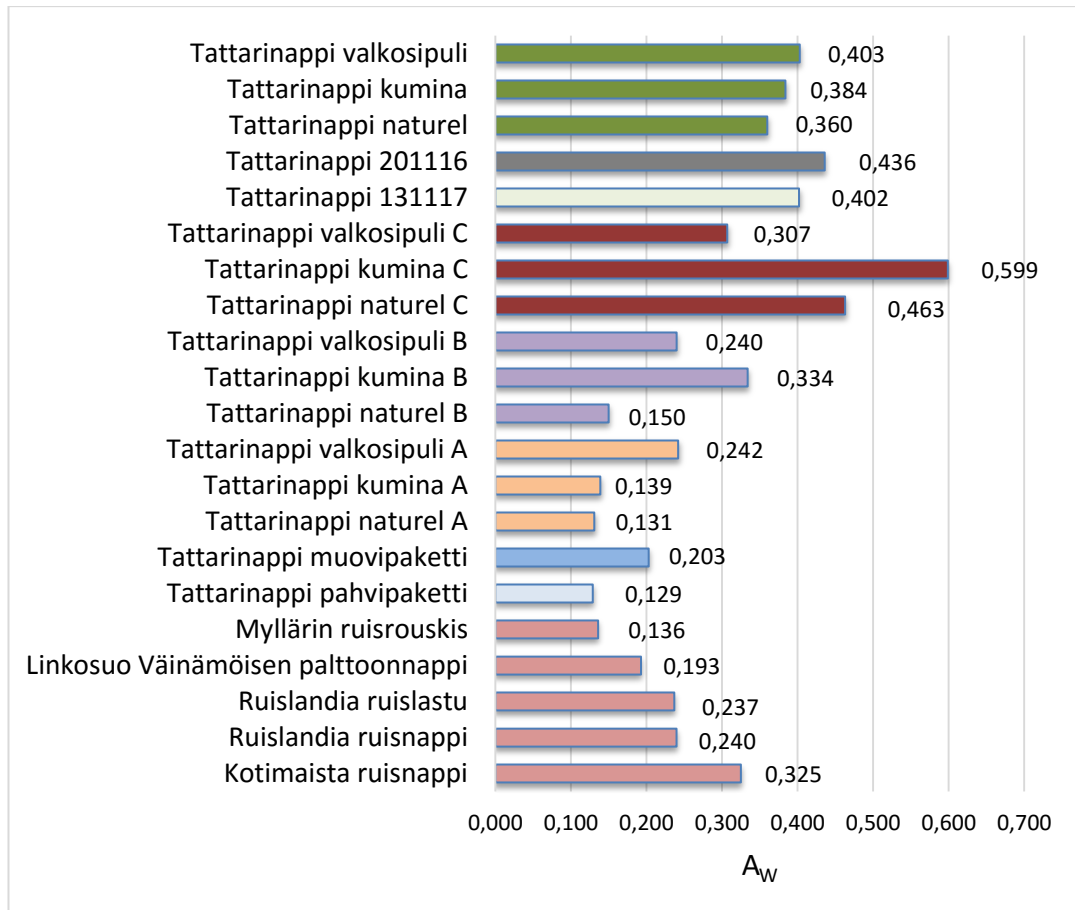
Kuvio 6. Vertailutuotteiden rakennemittauskäyrien pinta-alojen keskiarvot.

Kannen ja pohjan erot pinta-aloissa ovat pienemmät vertailutuotteissa kuin suurimmassa osassa tattarinappieriä. Ainoastaan Ruislandian ruisnapin pohjan ja kannen ero oli todella iso. Vertailutuotteiden pinta-alojen keskiarvot olivat kaikki melko alhaisia verrattuna tattarinappeihin, kun suurin jäi alle 26. Vertailutuotteiden suurin pinta-ala (25,813) oli paljon tattarinappien suurinta (86,96) pienempi, mutta

muuten suurimman osan tattarinappien käyrien pinta-alat olivat vertailutuotteita pienempiä. Varsinkin viimeisen tattarinappierän tulokset olivat vertailutuotteita pienempiä, mikä tarkoittaa tuotekehityksen onnistuneen. Viimeisen tattarinappierän pienemmät pinta-alat vertailutuotteisiin nähden kertovat siitä, että tattarinappien murtamiseen tarvittiin sekä vähemmän voimaa, että tattarinappien mittauskäyriin ei muodostunut niin nousukohtia kuin vertailutuotteiden mittauskäyriin.

5.2 A_w -mittaukset

Kuviossa 7 näkyvät vertailutuotteiden sekä eri tattarinappien a_w -mittausten tulokset. Kuviossa vaaleammalla punaisella on korostettu kaupoissa myytävät vertailutuotteet. Tattarinappien eri erät ovat korostettu eri värillä, jotta niiden erottaminen olisi helpompaa. Mittaustulokset on järjestetty niin, että alimpana tattarinapeista on ensimmäisenä tehdyt mittaukset ja ylimpänä viimeisimmät tehdyt mittaukset.



Kuvio 7. Kaikkien tuotteiden a_w mittaukset.

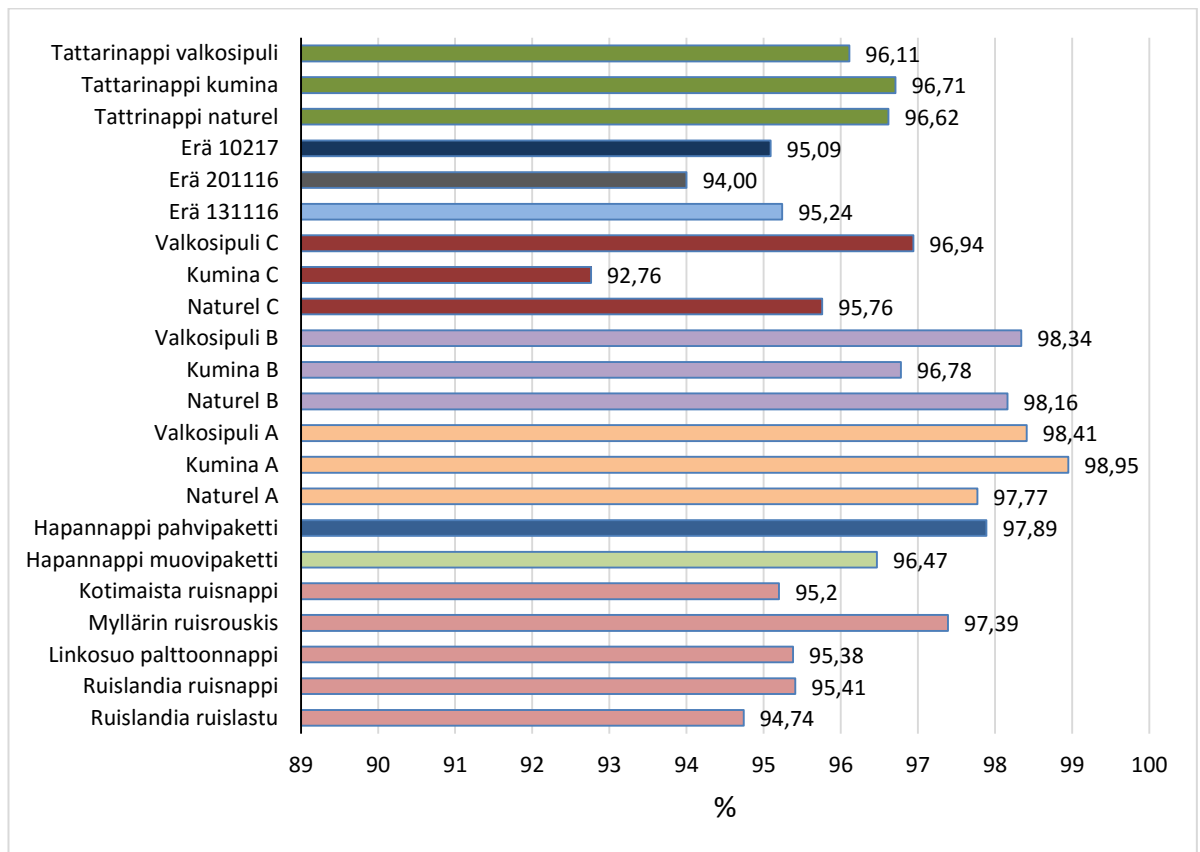
Useiden tattarinappien a_w -arvot olivat korkeammat, kuin kaupasta ostettujen vertailutuotteiden. Tattarinappien korkeammat a_w -arvot eivät kuitenkaan nostaneet tuotteen kovuutta. Esimerkiksi viimeisenä mitatun tattarinappierän (tumman vihreä) maksimivoimamittausten keskiarvojen tulokset olivat lähes kaikkia vertailutuotteita alhaisempia (Kuvio 1 sivulla 33), vaikka kyseisen tattarinappierän a_w -arvot olivat vertailutuotteita suurempia.

Mikään mitatuista tattarinappieristä sekä vertailutuotteiden a_w -arvoista ei noussut yli 0,65, jolloin tuotteista katoaa rapeus (Leake 2006, 64). Ainoastaan tattarinappi c-erän kuminan a_w -arvo oli niin korkea, että se vaikutti jo tuotteen rakenteeseen. Vertailutuotteiden a_w -arvot olivat niin alhaisia, että ne säilyvät paremmin kuin tattarinapit. Vertailutuotteista Kotimaista ruisnappissa on selvästi suurempi a_w -arvo kuin muissa, ja siksi sen maksimivoiman mittaustulokset (Kuvio 1 sivulla 33) olivat alhaisemmat kuin muilla vertailutuotteilla.

Viimeisen tattarinappierän kohdalla tulokset olivat jokaisen maun kohdalla hyvin tasaiset, kun taas a-, b- ja c-erissä eri makuvaihtoehtojen välillä oli suuria eroja. Vertailutuotteiden a_w -mittauksissa näkee, että matalimman a_w -arvon saanut Myllärin ruisrouskis sai suurimman keskiarvon maksimivoimamittauksissa (Kuvio 1 sivulla 35). Kotimaista ruisnapin kohdalla tilanne oli päinvastainen eli se sai matalimman maksimivoiman keskiarvon ja korkeimman a_w -arvon vertailutuotteista. Matala a_w -arvo siis lisää tuotteen kovuutta ja korkeampi a_w -arvo taas laskee tuotteen kovuutta. Tästä poikkeus oli kuitenkin tattarinappi c-erän kumina, joka sai sekä korkean a_w -arvon että korkean maksimivoiman keskiarvon.

5.3 Kuiva-aineprocentin mittaukset

Kaikkien mitattujen tuotteiden kuiva-aine prosentit on esitettyinä kuviossa 8. Jokaisen tuotteen keskiarvo on laskettu kolmen mittauksen perusteella. Kuviossa ovat korostettuna vaaleammalla punaisella alhaalla vertailutuotteiden tulokset. Tattarinappien tulokset on järjestetty eri erien valmistusajan mukaan, vanhimpien erien ollessa alimpana ja uusimmat ylimpänä. Jokaisen eri tattarinappierän palkki on merkitty taulukkoon eri värillä.



Kuvio 8. Kaikkien tuotteiden kuiva-aineprosenttien keskiarvot.

Suuria eroja tattarinappien ja vertailutuotteiden välillä ei ilmennyt. Suurimman vertailutuotteiden kuiva-aineprosentin ja pienimmän tattarinapin tuloksen välillä oli eroa alle 5 prosenttiyksikköä. Kaikkien tuotteiden kuiva-aineprosentit olivat hyvin korkeita, minkä vuoksi niiden säilyvyysaika on pitkä. Tattarinappien kuiva-aineen tulokset nousevat kuvion 8 tuloksista todennäköisesti mitä kauemmin niitä säilytetään, koska tuotteiden kuivuminen jatkuu myös pakkaamisen jälkeen. Tattarinapit mitattiin viikon sisällä valmistuksesta, mutta vertailutuotteet olivat olleet pakkauksissa jo pidempään.

Tattarinappien kuiva-ainetulokset vaihtelevat saman erän eri makuvaihtoehtojen välillä. Suurimmat erot saman tattarinappierän sisällä olivat c-erän (tumman punainen) kohdalla. Viimeisessä erässä (tumman vihreä) tattarinappeja, jossa oli myös kolmea makuvaihtoehtoa, kuiva-aineprosenttien tulokset olivat kaikista ta-saisimmat. Siinä erässä myös kuiva-aineprosentit olivat suurempia kuin suurim-

massa osassa vertailutuotteita. Ainoastaan Myllärin ruisrouskiksen kuiva-aineosaprosentti oli suurempi (98,39).

Kaikkien tuotteiden kuiva-aineosaprosenttien erot olivat niin pieniä, että ne eivät vaikuttaneet tuotteiden kovuuteen tai rakenteeseen ollenkaan. Tattarinappierissä ei ole myöskään havaittavissa selvää edistystä ensimmäisistä mittauksista viimeisiin tuotteiden kuiva-aineosaprosenteissa vaan pelkästään tulosten tasaisuus eri maku- vaihtoehtojen välillä on parantunut.

5.4 Tattarinappien mittaustulosten kehitys

Taulukossa 1 näkyy kuinka tattarinappi naturellin kansien tulokset ovat muuttuneet ensimmäisestä mitatusta erästä viimeiseen mitattuun erään. Toisessa sarakkeessa vasemmalta taulukossa on ensimmäinen tattarinappierä (Naturel A kansi), josta tehtiin kaikki mittaukset ja toinen oikealta sarakkeessa on viimeisin mitattu tattarinappierä (Tattarinappi naturel kansi). Viimeisessä sarakkeessa oikealla näkyy lopullisten vertailutuotteiden kansista lasketut jokaisen mittauksen keskiarvot.

Taulukko 1. Tattarinappien mittaustulosten kehitys.

	Naturel A kansi	Naturel B kansi	Naturel C kansi	Tattarinappi 131117 kansi	Tattarinappi 201116 kansi	Tattarinappi naturel kansi	Vertailutuotteiden keskiarvot
A _w -mittausten keskiarvo	0,131	0,15	0,463	0,402	0,436	0,36	0,23
Kuiva-aineprosenttien keskiarvo (%)	97,77	98,16	95,76	95,24	94	96,62	95,62
Maksimivoimien keskiarvo (g)	7103	10017	24216	6614	9223	6100	7908
Maksimivoimien vaihteluväli (g)	8496	5012	4144	7967	10010	2233	4507
Nousukohtien lukumäärän keskiarvo	36,3	34,8	21,3	31,3	24	20,3	33,9
Rakennemittauskäärän pinta-alojen keskiarvo (gs)	8,15	12,23	53,48	9,19	16,94	2,26	14,21

Taulukon 1 tuloksista näkyy selvästi tattarinappien maksimivoimien vaihteluvälin pienentyminen, mikä kertoo nappien tasalaatuisuuden parantumisesta. Ensimmäisessä mitatussa erässä vaihteluväli oli 8496 g ja viimeisessä mitatussa vain 2233 g. Tasalaatuisuuden parantuminen on seurausta yhteistyöyrityksen tekemistä muutoksista tuotantoprosesseihin sekä tuotannon optimoimisesta. Myös mittauskäyrien nousukohtien lukumäärä on vähentynyt selvästi 36,3:sta 20,3:een. Nousujen lukumäärän lasku kertoo siitä, että viimeisessä mitatun tattarinappierän napit eivät olleet niin huokoisia rakenteeltaan kuin aiemmat erät. Viimeisen tattarinappierän maksimivoimamittausten keskiarvo oli lisäksi kaikista tattarinapeista alhaisin, jolloin tuotteen kovuus on kaikista tattarinapeista myös pienin.

Taulukosta 1 näkyy selvästi kuinka paljon maksimivoima keskiarvo vaikuttaa käyrien pinta-alojen suuruuteen. Tattarinappi c-erällä sekä viimeisellä mitatulla tattarinappierällä olivat lähes samansuuruiset tulokset nousukohtien lukumäärissä (21,3 ja 20,3), mutta käyrän pinta-alojen keskiarvoissa ero on huomattava (53,48

ja 2,26). Tuotteiden suurempi kovuus siis kasvattaa mittauskäyrien pinta-alaa, koska naturel c-erän kannella maksimivoimien keskiarvo (24216 g) oli lähes nelinkertainen tattarinappi naturel erään kanteen (6100 g) verrattuna.

Viimeisen mitatun tattarinappierän kannen tulokset ovat hyviä verrattuna vertailutuotteiden keskiarvoihin. Ainoastaan a_w -arvossa viimeisen tattarinappi erän tulos on huonompi kuin vertailutuotteiden keskiarvo, mutta arvo on kuitenkin tarpeeksi alhainen tuotteen säilyvyyden ja rapeuden kannalta. Suurimmat erot viimeisen mitatun tattarinappierän kansilla sekä vertailutuotteiden kansilla, ovat rakennemittauskäyrän pinta-alojen sekä nousukohtien lukumäärän keskiarvoissa. Molemmissa viimeinen mitattu tattarinappierän tulokset ovat selvästi vertailutuotteiden keskiarvoja pienempiä. Myös maksimivoimien keskiarvo on viimeisellä tattarinappierällä pienempi kuin vertailutuotteilla. Vertailutuotteet ovat siis huokoisempia ja hieman kovempia verrattuna tattarinappeihin. Vertailutuotteiden kovuus johtuu suuremmasta a_w -arvosta ja huokoisuus suuremmasta mittauskäyrien nousukohtien lukumäärästä sekä pinta-alasta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Valitsin vertailutuotteiden mittaustuloksien perusteella millaista mittauspäättä ja mittaustapaa rakennemittarissa olisi hyvä käyttää. Lopullisiin vertailumittauksiin valitsin yhdessä Pirjon Pakarin Seinäjoen yhteyshenkilön kanssa kaupoissa olevista tuotteista viisi tuotetta lopullisiin mittauksiin, koska ne muistuttivat tattarinappeja kooltaan ja koostumukseltaan. Tein eri tattarinappieristä sekä kaikista vertailutuotteista mittaukset kovuudesta, kuiva-aineprosentista sekä a_w -arvosta. Raportoin tulokset yhteistyöyritykselle, jonka jälkeen he tekivät muutoksia reseptiin ja valmistustapoihin. Yhteistyöyritys hyödynsi saatuja tuloksia tuotekehityksessä ja yrittäessään saada tattarinappeja jakeluun tukkuliikkeisiin.

Tattarinappien vertailu jo myynnissä oleviin ruisnappeihin onnistui hyvin. Vertailutuotteista saadut tulokset auttoivat sopivan mittaustavan etsimiseen rakennemittauksia varten. Valitut mittausten menetelmät osoittivat eroja tuotteiden rakenteissa eri tattarinappierien sekä vertailutuotteiden välillä. Tein jokaisesta mitatusta tattarinappierästä yhteenvedon, jonka lähetin yhteistyöyritykselle.

Pirjon Pakarin gluteenittomien tattarinappierien välillä oli suuria eroja kaikkien eri erien mittaustuloksissa. Viimeisenä mitatun tattarinappierän tulokset olivat lähes samanlaisia kuin kaupoista ostettujen vertailutuotteiden mittaustulokset. Viimeinen mitattu tattarinappierä sai maksimivoimien keskiarvon sekä vaihteluvälin tuloksissa jopa vertailutuotteita parempia tuloksia. Kuiva-aineprosentin osalta viimeinen mitattu tattarinappierä sai suurempia tuloksia kuin suurin osa vertailutuotteista, mikä on seurausta onnistuneista muutoksista tattarinappien valmistusprosesseihin.

Viimeisen mitatun tattarinappierän kaikista mittauksista ainoastaan a_w -mittauksien tulokset jäivät selkeästi huonommiksi kuin vertailutuotteiden. Parhaimmat mittaustulokset viimeiseksi mitattu tattarinappierä sai mittauskäyrän pinta-alojen keskiarvoista, jotka olivat myös vertailutuotteiden tuloksia pienempiä. Lisäksi käyrien nousukohtien mittauksissa kyseinen erä sai tasaisia tuloksia kaikissa makuvaihtoehtoisissa, toisin kuin muut tattarinappierät. Tulokset kertovat siitä, että tattarinappierä oli riittävän huokoinen, koska käyrännousukohtien lukumäärä oli mittauksien keskitasoa. Sekä siitä, että tattarinappien rakenne ei ollut liian kova, sillä mittauskäyrien pinta-alojen keskiarvojen tulokset olivat viimeisellä mitatulla tattarinappierällä sel-

västi alhaisimpia kaikista mitatuista tattarinappi eristä. Viimeisen mitatun tattarinappierän mittauskäyrien pinta-alojen pienet tulokset ovat seurausta pienistä maksimivoimien keskiarvoista sekä nousukohtien lukumäärästä.

Tattarinappien tuotekehityksessä oli näkyvässä selvää parannusta ensimmäisistä mittauksista viimeisiin tehtyihin mittauksiin. Viimeinen erä oli kaikissa mittauksissa eri makuvaihtoehtoeristä kaikkein tasaisin tuloksien suhteen, mikä kertoo myös onnistuneesta tuotekehityksestä sekä tuotantoprosessien muutoksista. Tattarinappien tuotekehitys ei loppunut viimeiseen mitattuun erään, vaan yhteistyöyritys jatkoi tattarinappien rakenteen kehittämistä.

Yhteistyöyrityksen toiveena oli, että tattarinappien tuotantoon olisi hyvä saada jokin käytetyistä mittalaitteista, jotta tuotteiden laadusta voitaisiin varmistua. Käytetyistä mittalaitteista nopein käyttää oli rakennemittari, mutta käyttäminen tuotannossa voi olla hankalaa, koska mittauksiin ja tulosten tallentamiseen tarvitaan myös tietokonetta. Rakennemittari on kuitenkin selvästi käytetyistä mittareista kallein. Yksinkertaisin mittalaitteista käyttää oli a_w -mittari, koska siinä tuotetta asetetaan vain mitta-anturin sisään, joka laitetaan mittarin sisään ja laite käynnistetään. A_w -mittareita on olemassa myös nopeampia kannettavia malleja. A_w -mittarin tuloksien avulla on yksinkertaista varmistaa tuotteiden oikea rapeus, koska liian korkea a_w -arvo vähentää tuotteen rapeutta.

Tattarinappien tuotannon sekä reseptin muutoksilla saatiin siis onnistuneita tuloksia tattarinappien rakenteeseen. Tuotantoparametrien muutoksista tärkeimmäksi mittauksien perusteella osoittautui nappien kuivauslämpötila. Sen optimoimisella saatiin suurimpia muutoksia tattarinappien kovuuteen ja rakenteeseen.

7 YHTEENVETO

Sain idean opinnäytetyöhöni Pirjon Pakari Seinäjoki oy:ltä. Tutkimuksen ajan tein yhteistyötä yrityksessä työskentelevän tuotekehityspäällikön Barbara Kankaanpään kanssa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdyin hapannappien pääraaka-aineisiin, gluteenittomaan ruokavalioon sekä erilaisiin rakennemittauksessa käytettäviin mittalaitteisiin. Oikeiden mittalaitteiden valinta tattarinappien rakennemittauksiin onnistui teoriaosuuden avulla. Ennen varsinaisia mittauksia tattarinapeista tein vertailumittauksia rakenne- sekä a_w -mittarilla, oikeiden mittaustapojen löytämiseksi. Vertailumittauksien avulla rajasin tattarinappeihin vertailtavat tuotteet viiteen samankaltaiseen ruis-tuotteeseen. Vertailumittaukset olivat tarpeellisia, jotta tattarinappien rakenteesta parhaiten kertovat mittaukset löytyisivät.

Toteutin varsinaiset mittaukset tuotteiden rakenteesta rakenne-, kuiva-aine- sekä a_w -mittarilla. Tein jokaisen tuotteen kannesta ja pohjasta erikseen useita mittauksia, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Rakennemittarin tuloksista otin tutkimukseen mukaan maksimivoimien keskiarvon, maksimivoimien vaihteluvälin, mittauskäyrän pinta-alan keskiarvon sekä mittauskäyrän nousukohtien lukumäärän keskiarvon. Kuiva-aine- sekä a_w -mittauksien tuloksia käytin sellaisenaan tutkimuksessa.

Mittauksien tulokset olivat hyvin vaihtelevia eri tattarinappierillä sekä vertailutuotteilla. Tutkimuksen edetessä tattarinappierien tulokset kuitenkin paranivat ja tuloksissa ei ollut enää niin suurta vaihtelua. Raportoin mittaustulokset ja niistä tekemäni johtopäätökset säännöllisesti yhteistyöyritykselle, joka muutti tattarinappien reseptiä sekä tuotantoprosesseja tuloksien perusteella. Mittaustulokset olivat siis olennaisessa osassa tattarinappien tuotekehityksessä. Tattarinappien tuotekehitys jatkui vielä tutkimuksessa viimeisen mitatun erän jälkeenkin.

8 LÄHTEET

- A 41/2009. Komission asetus (EY) gluteenille intoleranteille henkilöille soveltuvien elintarvikkeiden koostumuksesta ja merkitsemisestä.
- Ansalehto, A. 2007. Sadon markkinointi. Teoksessa: M. Keskitalo, K. Hakala, S. Peltonen & T. Harmoinen (toim.) Erikoiskasvien viljely. ProAgria Maaseutukustusten julkaisuja nro 1034. Tietoa tuottamaan 118, 84–85.
- Bourne, M. 2002. Food texture and viscosity: concept and measurement. 2nd ed. San Diego: Academic press.
- Braly, J. & Hoggan, R. 2002. Vaaralliset viljat: gluteiniviljat saattavat vaarantaa terveytesi. Suomentaja Risto K. Träff. Helsinki: Rasalas Kustannus.
- Comino, I., Moreno, M., Real, A., Rodriguez-Herrera, A., Barro, F. & Sousa, C. 2013. The Gluten-free diet: testing alternative cereals tolerated by celiac patients. [Verkkolehtiartikkeli]. *Nutrients* 5 (10), 4250–4268. [Viitattu 6.4.2016]. Saatavana: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articl-es/PMC3820072/>
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 22.3.2016. Sakoluku. [Verkkosivu]. Helsinki: elintarviketurvallisuusvirasto Evira. [Viitattu 24.4.2016]. Saatavana: <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/viljan+laatu/laatutekijat/sakoluku/>
- Elzebroek, T. & Wind, K. 2008. Guide to cultivated plants. Wallingford: Cabi.
- Freer, C. 2013. Superviljat: terveellisen ruokavalion uudet trendit. Suomentaja Anna Maija Luomi. Helsinki: Minerva.
- Gluteenittoman tuotteen merkin käyttöoikeuden hakeminen. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Tampere: Keliakialiitto. [Viitattu: 5.4.2016]. Saatavana: http://keliakialiitto.fi/liitto/merkki/kayttooikeuden_hakeminen/
- Heikkilä, M., Lukkarinen, I. & Valtonen S. 1991. Tattarin viljely. Helsinki: Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja nro 797. Kasvituotanto-sarja nro 12.
- Ijäs, T. & Välimäki, M-L. 2008. Tunne elintarvikkeet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.
- Jauho, ruisjauho, kokojyväjauho. 2013. Fineli, - elintarvikkeiden koostumustietopankki. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL). [Verkkosivu]. [Viitattu 18.2.2016]. Saatavana: <http://www.finel.fi/food.php?foodid=100&lang=fi>

- Jauho, tattarisuurimo tai -jauho. 2013. Fineli, - elintarvikkeiden koostumustietopankki. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). [Verkkosivu]. [Viitattu 18.2.2016]. Saatavana: <http://www.fineli.fi/food.php?foodid=161&lang=fi>
- Joshi, B.D. & Rana, R.S. 1995. Bucwheat (*Fagopyrum esculentum*). In: J.T. Williams (eds.) *Cereals and pseudocereals*. London: Chapman & Hall, 85–128.
- Kankaanpää, B. 15.4.2016. Tuotekehityspäällikkö. Pirjon Pakari Oy. [Henkilökohmainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Iisakki Vallin. [Viitattu 24.4.2016].
- Katina, K. 2015. Rukiin terveysvaikutukset. Teoksessa: R. Mustonen. *Ruisvoimaa*. Helsinki: Maahenki, 28–49.
- Kekkonen, L. 2006a. Erityisruokavaliovalmisteet ja lainsäädäntö. Teoksessa: M. Mäki, P. Collin, L. Kekkonen, J. Visakorpi, M. Vuoristo. *Keliakia*. Helsinki: Kustannus Duodecim, 133.
- Kekkonen, L. 2006b. Omavalvonnalla varmistetaan gluteenittomuus. Teoksessa: M. Mäki, P. Collin, L. Kekkonen, J. Visakorpi, M. Vuoristo. *Keliakia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 139–143.
- Kekkonen, L. 2006c. Pakkausmerkinnät keliakikon tärkein tietolähde. Teoksessa: M. Mäki, P. Collin, L. Kekkonen, J. Visakorpi, M. Vuoristo. *Keliakia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 134–139.
- Keskitalo, M., Kontturi, M., Mäki, J-M., Pihlava, J-M. & Rantamäki P. 2007. Tattari - ihmeen hyvä viljelykasvi. [Verkkolehtiartikkeli]. *Koetoiminta ja käytäntö* 64 (1) 18. [Viitattu: 11.2.2016]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v64n01s18a.pdf>
- Kilara, A. & Sengupta, T. 2014. Multi-textured foods. In: Yadunandan, L.D. & Light, J.M. (eds.) *Food texture design and optimization*. Chichester: John Wiley & Sons, 159-221.
- LabMaster-aw: laboratory instrument for accurate water activity (a_w) measurement. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Novasina. [Viitattu 17.4.2016]. Saatavana: http://www.novasina.com/view/data/2085/Flyer_DB_Manuals/AW/Pro-LabMaster-aw-E-LR.pdf
- Leake, L.L 2006. Water activity and food quality. [Verkkolehtiartikkeli]. *Food technology* 60 (11) 62–67. [Viitattu 13.3.2016]. Saatavana: Institute of Food Technologist-sivun kautta. Vaatii kirjautumisen.
- Matz, S. A. 1992. *Bakery technology and engineering*. 3rd ed. New York: Van Nostrand Reinhold.

- Manner, H. 2015. Miksi juuri ruis? Teoksessa: R. Mustonen. Ruisvoimaa. Helsinki: Maahenki, 13–27.
- Myöntämis- ja käyttöperusteet 1.6.2006 alkaen. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Tampere: Keliakialiitto. [Viitattu: 5.4.2016]. Saatavana: https://www.keliakialiitto.fi/liitto/merkki/yrityksille/myontamis_ja_kayttoperusteet/
- Mäki, M., Collin, P., Kekkonen, L., Visakorpi, J. & Vuoristo, M. (toim.) 2006. Keliakia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Pomeranz, Y & Meloan, C.E. 1994. Food analysis theory and practice. 3rd ed. New York: Chapman & Hall.
- Rauramo, U. 2004. Ruis suomalaisten salainen ase. Jyväskylä: Atena.
- Salovaara, H. & Autio, K. 2001. Rye and triticale. In: D. A. V. Dendy & B. Dobraszczyk (eds.) Cereals and cereal products. Aspen publishers Inc: Gaithersburg Maryland, 391–410.
- Salovaara, M. 1989. Leipäviljan käyttöarvoon vaikuttavat tekijät. Teoksessa: M. Esala. Leipäviljan tuotanto. Helsinki: Maatalouskeskusten Liitto. Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja nro 773. Tieto tuottamaan 53, 72–80.
- Schoenlechner, R., Siebenhandl, S. & Berghofer, E. 2008. Pseudocereals. In: A. Elke & D.B. Fabio (eds.) Gluten-free cereal products and beverages. Amsterdam: Elsevier, 149–190. Saatavana: https://app.knovel.com/web/view/swf/show.v/rcid:kpGFCPB002/cid:kt00BJH5F2/viewerType:pdf/root_slug:gluten-free-cereal-products?cid=kt00BJH5F2&page=1&b-toc-cid=kpGFCPB002&b-toc-root_slug=gluten-free-cereal-products&b-toc-url-slug=pseudocereals&b-toc-title=Gluten-Free%20Cereal%20Products%20and%20Beverages
- Smith, P. G. 2003. Introduction to food process and engineering. New York: Kluwer Academics/Plenum Publishers.
- Tarinamme. Ei päiväystä. Pirjon Pakari. [Verkkosivu]. [Viitattu: 21.3.2016]. Saatavana: <http://www.pirjonpakari.fi/index.php/fi/tarinamme/>
- Vaclavik, V.A. & Christian E.W. 2003. Essentials of food science. 2nd ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. 2014. Terveyttä ruoasta: suomalaiset ravitsemussuosituks 2014. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta. [Viitattu: 10.2.2016]. Saatavana: http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/images/vrn/2014/ravitsemussuosituks_2014_fi_web.pdf

Väisänen P. 2015. Myllyt pyörimään. Teoksessa: R. Mustonen. Ruisvoimaa. Helsinki: Maahenki, 71–72.

LIITTEET

Liite 1. Mittauspäiden vertailumittauksien tulokset

Liite 2. Tattarinappien a_w -mittaukset

LIITE 1 Mittauspäiden vertailumittauksien tulokset.

	Vaihteluväli (g)	
	Pallon muotoinen 5mm pää	6 mm sylinteri pää
Vaasan ruisnacho	649	803
Tattarinappi pahvipaketti pohja	871	978
Vaasan hapankorppu	989	1055
Oululainen hapankorppu	1152	1760
Linkosuo ruissipsi	2059	2066
Linkosuo varrasleipä	2249	2469
Myllärin ruisrouskis	2393	2623
Tattarinappi pahvipaketti kansi	2398	2795
Ruislandia ruislastu	2801	3476
Linkosuo palttoonnapit	2945	4269
Tattarinappi muovipaketti pohja	4448	6403
Tattarinappi muovipaketti kansi	4476	6550
Ruislandia ruisnappi	13564	12862
Vaihteluvälin summa	40994	48109

LIITE 2 Tattarinappien a_w -mittaukset

	a_w	
	kokonainen	murustettu
Naturel A	0,146	0,131
Naturel B	0,235	0,150
Naturel C	0,504	0,463
Valkosipuli A	0,283	0,242
Valkosipuli B	0,296	0,240
Valkosipuli C	0,385	0,307
Kumina A	0,179	0,139
Kumina B	0,354	0,334
Kumina C	0,604	0,599