

Henri Alanen

# Rakenteensäätöaineiden käyttö lahnapihvissä

Opinnäytetyö

Syksy 2016

SeAMK Tekniikka

Bio- ja elintarviketekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä: Henri Alanen

Työn nimi: Rakenteensäätöaineiden käyttö lahnapihvissä

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2017 Sivumäärä: 109 Liitteiden lukumäärä: 9

---

Opinnäytetyössä tutkittiin ja pyrittiin kehittämään lahnamassasta valmistettavien lahnapihvien ominaisuuksia käyttäen erinäisiä rakenteeseen vaikuttavia apu-aineita ja elintarvikkeita. Tavoitteina pihvillä oli hyvä rakenne, pieni paistohäviö, korkea kalapitoisuus ja hyvä paistopinta.

Tutkimusta tehtiin Itikanmäen elintarvikelaboratoriossa ja tutkimuksia toteutettiin siellä olevilla laitteilla. Arvioitavia ominaisuuksia olivat tuotteen kovuus, takertuvuus, koheesiovoima, kimmoisuus, kumimaisuus ja pureskeltavuus. Tuotteen rakenteelliset ominaisuudet tutkittiin TA-XT2 Texture Analyzer laitteella. Näitä tuoteominaisuuksia tarkkailtiin, kun tuotteen sisältämiä raaka-aineiden määriä vaihdeltiin. Opinnäytetyössä keskityttiin taustan selvittämiseen, lahnan käyttöön elintarvikkeissa ja itse tuotekehitykseen. Saatuja tuloksia voidaan mahdollisesti käyttää tulevilla jatkokokeissa.

Avainsanat: lahnamassa, rakenne, kiinteys, koheesiovoima, elastisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Meat and Prepared Food Technology

Author/s: Henri Alanen

Title of thesis: Usage of Food Texture Modifiers in Bream Patties

Supervisor(s): Jarmo Alarinta

Year: 2017      Number of pages: 109      Number of appendices: 9

---

The goal of the thesis was to study and develop the texture of minced bream patties. Different dietary fibers and hydrocolloids were added to the fish mass to improve the texture before, during and after the preparation of the patties. The aim of this food product development was to maintain a good texture and a high fish content and to get a nice surface on the fried patties.

The food development was done in Itikanmäki food laboratory, located in Seinäjoki and the examination of the product was done with their equipment. The properties which were evaluated concerning the bream patties were hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness. The textural properties were analyzed with TA-XT2 Texture Analyzer. These properties were observed on the product samples which contained different amounts of dietary fibers and hydrocolloids. The thesis focused on researching the subject, the usage of bream in food products and the food development itself. The results can be used for further study and development.

Keywords: minced bream, texture, firmness, cohesiveness, elasticity

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	8
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	13
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>15</b>
1.1 Lähtökohta.....	15
1.2 Tavoite.....	15
1.3 Työn rakenne.....	16
<b>2 TAUSTA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Lahnan käyttö raaka-aineena.....	17
2.2 Lahna ravintona.....	18
2.3 Tuotekehitys.....	19
2.3.1 Tuotekehityksen vaiheet.....	20
2.4 Vedenpidätyskyky ja vedensidontakyky.....	22
2.4.1 Vedensidonnan tasot.....	23
2.4.2 Miten vedenpidätyskykyyn voi vaikuttaa.....	23
2.5 Valmisruoka.....	25
2.6 Aistinvarainen arviointi.....	26
2.7 Rakennemittaus.....	27
2.7.1 TA.XT Plus Texture Analyser.....	28
2.8 Tuotteen kypsennys.....	29
<b>3 RAKENTEENSÄÄTÖAINEET.....</b>	<b>32</b>
3.1 Tutkimuksessa käytettävät aineet.....	32
3.1.1 Psyllium.....	32
3.1.2 Sokerijuurikaskuitu.....	33
3.1.3 Johanneksenleipäpuu.....	34
3.1.4 Konjac-glucomannan.....	34
3.1.5 Guarkumi.....	35
3.1.6 Gelatiini.....	36

3.1.7	Perunajauho.....	37
3.1.8	Perunahiutale.....	38
4	MATERIAALI JA MENETELMÄT .....	39
4.1	Työsuunnitelman laatiminen .....	39
4.1.1	Koekeittäövaiheen suunnitleminen.....	39
4.1.2	Lahnapihvimassan valmistus .....	40
4.1.3	Kuiva-ainemittaus .....	42
4.1.4	pH mittaus.....	43
4.1.5	Aw-mittaus .....	43
4.1.6	Lahnapihvin rakennemittaus .....	44
4.2	Alkukartoitus lahnamassa ominaisuuksista .....	44
4.2.1	Aw-mittaus .....	44
4.2.2	Rakennemittaus .....	45
4.2.3	Kuiva-ainemittaus ja paistohäviö.....	46
4.2.4	pH-mittaus.....	50
4.2.5	Johtopäätökset.....	51
4.3	Rakenteensäätoaineen vedensidontakyvyn aistinvarallinen seuranta .....	51
4.3.1	Testin esittely ja tarkoitus.....	51
4.3.2	Käyttömäärä ja mittaustapa .....	51
4.3.3	Testien suoritus, tulokset ja yhteenveto .....	52
4.3.4	Johtopäätökset.....	54
4.4	Ominaisuuksien seuranta – Gelatiini.....	54
4.4.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	54
4.4.2	Rakennemittaus .....	58
4.4.3	Aw-mittaus .....	59
4.4.4	Aistinvarainen arviointi .....	60
4.5	Ominaisuuksien seuranta – Guarkumi paistinpannulla .....	60
4.5.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	60
4.5.2	Rakennemittaus .....	64
4.5.3	Aw-mittaus .....	65
4.5.4	Aistinvarainen arviointi .....	65
4.6	Ominaisuuksien seuranta – Guarkumi Kiertoilmauuni.....	66
4.6.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	66

4.6.2	Rakennemittaus .....	68
4.6.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	68
4.6.4	Aistinvarainen arviointi .....	69
4.7	Ominaisuuksien seuranta – Psyllium paistinpannu .....	70
4.7.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	70
4.7.2	Rakennemittaus .....	72
4.7.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	73
4.7.4	Aistinvarainen arviointi .....	74
4.8	Ominaisuuksien seuranta – Psyllium kiertoilmauuni .....	74
4.8.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	74
4.8.2	Rakennemittaus .....	75
4.8.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	76
4.8.4	Aistinvarainen arviointi .....	77
4.9	Ominaisuuksien seuranta – Johanneksenleipäpuujauhe .....	77
4.9.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	77
4.9.2	Rakennemittaus .....	78
4.9.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	79
4.9.4	Aistinvarainen arviointi .....	80
4.10	Ominaisuuksien seuranta – Sokerijuurikaskuitu.....	80
4.10.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	80
4.10.2	Rakennemittaus .....	82
4.10.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	82
4.10.4	Aistinvarainen arviointi .....	83
4.11	Ominaisuuksien seuranta – Perunajauho .....	83
4.11.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	83
4.11.2	Rakennemittaus .....	84
4.11.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	85
4.11.4	Aistinvarainen arviointi .....	86
4.12	Ominaisuuksien seuranta - Perunahiutale .....	86
4.12.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	86
4.12.2	Rakennemittaus .....	87
4.12.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	88
4.12.4	Aistinvarainen arviointi .....	89
4.13	Ominaisuuksien seuranta – Konjac Glucomannan esitesti .....	89

4.13.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	89
4.13.2	Rakennemittaus .....	91
4.13.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	91
4.13.4	Aistinvarainen arviointi .....	92
4.14	Ominaisuuksien seuranta – Konjac Glucomannan .....	92
4.14.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	92
4.14.2	Rakennemittaus .....	94
4.14.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	94
4.14.4	Aistinvarainen arviointi .....	95
4.15	Ominaisuuksien seuranta – Konjac Glucomannan .....	95
4.15.1	Koe-erän valmistus ja paistohäviö .....	95
4.15.2	Rakennemittaus .....	98
4.15.3	Aw-mittaus ja sidottu vesi.....	98
4.15.4	Aistinvarainen arviointi .....	99
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	100
5.1	Tulokset .....	100
5.1.1	Sidottu vesi .....	100
5.1.2	Rakennemittaus .....	101
5.1.3	Hintavariaatio .....	102
5.1.4	Rakenteensäätoaineen valinta.....	103
5.2	Pohdintaa.....	105
	LÄHTEET .....	106
	LIITTEET.....	109

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Lahna. Lähde: maretarium.fi. ....	17
Kuva 3. Rakennemittauslaitteisto.....	45
Kuva 4. Kuiva-ainemittauslaitteisto ja kuivatut näytteet. ....	47
Kuva 5. Massa ennen ja jälkeen kuiva-ainemittausta ja ruoto. ....	48
Kuva 6. Rakenteensäästöaineeton kypsennetty lahnapihvi. ....	49
Kuva 7. Järjestely rakenteensäästöaineiden käyttöä varten. ....	53
Kuva 8. Gelatiini pihvi ennen kypsennystä.....	55
Kuva 10. Gelatiinipaakut pihvissä. ....	57
Kuva 11. Gelatiinipihvin ulkonäkö. ....	58
Kuva 12. Gelatiinipitoisia näytteitä ennen rakennemittausta. ....	59
Kuva 13. Guarkumin käyttäytyminen yhdessä veden kanssa. ....	61
Kuva 14. Guarkumipitoisia pihvit ennen kypsennystä. ....	62
Kuva 15. Guarkumipitoinen pihvi paistinpannulla kypsennyksen jälkeen.....	63
Kuva 16. Guarkumi + ksant.kumi näytteitä ennen ja jälkeen rakennemittauksen. ....	64
Kuva 17. Guarkumi + ksant pihvi ulkonäkö ennen kypsennystä. ....	66
Kuva 18. Nestettä guarkumipitoisten pihvien päällä.....	67
Kuva 19. Psyllium paistopinta paistinpannulla kypsennettynä. ....	70
Kuva 20. Rakennemittauslaitteisto meni epäkuuntoon. ....	72
Kuva 21. Johanneksenleipäpuupitoisia näytteitä ennen rakennemittausta. ....	78
Kuva 22. Sokerijuurikaskuitu ennen ja jälkeen morttelilla jauhamisen. ....	81



Kuva 23. Kiertoilmauunin asetukset sekä lämpömittarin asettelu. ....	87
Kuva 24. Uuden konjac glucomannan käyttäytyminen lisättynä nesteeseen. ....	96
Kuva 25. Lähes nesteetön pinta käytettäessä uutta konjac glucomannaania. ....	97
Taulukko 1. Ravintoarvovertailua. Lähde: Fineli. ....	18
Taulukko 2. Valmisruokatermin jaottelu. ....	25
Taulukko 3. Valmistukseen käytettävät välineet.....	40
Taulukko 4. Aw-mittaus.....	45
Taulukko 5. Alkukartoitus rakennemittauksesta paistinpannulla. ....	46
Taulukko 6. Alkukartoitus rakennemittauksesta kiertoilmauunissa. ....	46
Taulukko 7. Kuiva-ainemittaus tuloksia.....	47
Taulukko 8. Alkukartoitus paistohäviöstä paistinpannulla. ....	49
Taulukko 9. Alkukartoitus paistohäviöstä kiertoilmauunissa. ....	50
Taulukko 10. Alkukartoitus lahnamassan pH arvoista.....	50
Taulukko 11. Vedensidontakyvyn seurantaan käytetyt ainemäärät. ....	52
Taulukko 12. Vedensidontakyvyn seurannan tuloksia. ....	52
Taulukko 13. Gelatiinin käyttömäärät testisarjassa. ....	54
Taulukko 14. Gelatiinin paistohäviö tuloksia. ....	56
Taulukko 15. Gelatiinin rakennemittaus tuloksia.....	59
Taulukko 16. Gelatiinin veden aktiivisuus tuloksia. ....	59
Taulukko 17. Guarkumin ja ksantaanikumin käyttömääriä testisarjassa. ....	61

Taulukko 18. Guarkumi + ksantaanikumi paistohäviö tuloksia.....	63
Taulukko 19. Guarkumi + ksantaanikumi rakennemittaus tuloksia. ....	64
Taulukko 20. Guarkumi + ksantaanikumi vedensidonta tuloksia.....	65
Taulukko 21. Guarkumi käyttömääriä kiertoilmauuni testisarjassa.....	66
Taulukko 22. Guarkumin paistohäviö kiertoilmauunissa tuloksia. ....	67
Taulukko 23. Guarkumin rakennemittaus kiertoilmauuni tuloksia. ....	68
Taulukko 24. Guarkumin aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.....	68
Taulukko 25. Psylliumin käyttömäärät paistinpannu testisarjassa.....	70
Taulukko 26. Psylliumin paistohäviö paistinpannulla tuloksia. ....	71
Taulukko 27. Psylliumin rakennemittaus paistinpannulla tuloksia.....	73
Taulukko 28. Psylliumin aw-mittaus ja sidottu vesi paistinpannulla tuloksia. ....	73
Taulukko 29. Psylliumin käyttömäärä kiertoilmauuni testisarjassa.....	74
Taulukko 30. Psylliumin paistohäviö kiertoilmauunissa tuloksia.....	75
Taulukko 31. Psylliumin rakennemittaus kiertoilmauunissa tuloksia. ....	75
Taulukko 32. Psylliumin aw-mittaus ja sidottu vesi kiertoilmauunissa tuloksia.....	76
Taulukko 33. Johanneksenleipäpuujauheen käyttömääriä testisarjassa.....	77
Taulukko 34. Johanneksenleipäpuujauheen paistohäviö tuloksia.....	78
Taulukko 35. Johanneksenleipäpuujauheen rakennemittaus tuloksia. ....	79
Taulukko 36. Johanneksenleipäpuujauheen aw-mittaus ja sidottu vesi tuloksia...	79
Taulukko 37. Sokerijuurikaskuidun käyttömääriä testisarjassa. ....	81
Taulukko 38. Sokerijuurikaskuidun paistohäviö tuloksia. ....	81

Taulukko 39. Sokerijuurikaskuidun rakennemittaus tuloksia.....	82
Taulukko 40. Sokerijuurikaskuidun aw-mittaus ja sidottu vesi tuloksia. ....	83
Taulukko 41. Perunajauhon käyttömääriä testisarjassa.....	84
Taulukko 42. Perunajauhon paistohäviö tuloksia. ....	84
Taulukko 43. Perunajauhon rakennemittaus tuloksia.....	85
Taulukko 44. Perunajauhon aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.....	85
Taulukko 45. Perunahiutaleen käyttömääriä testisarjassa. ....	86
Taulukko 46. Perunahiutaleen paistohäviö tuloksia. ....	87
Taulukko 47. Perunahiutaleen rakennemittaus tuloksia.....	88
Taulukko 48. Perunahiutaleen aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset. ....	88
Taulukko 49. Konjac glucomannan_1 käyttömääriä testisarjassa.....	90
Taulukko 50. Konjac glucomannan_1 paistohäviö tuloksia.....	90
Taulukko 51. Konjac glucomannan_1 rakennemittaus tuloksia. ....	91
Taulukko 52. Konjac glucomannan_1 aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.....	91
Taulukko 53. Konjac glucomannan_2 käyttömääriä testisarjassa.....	93
Taulukko 54. Konjac glucomannan_2 paistohäviö tuloksia.....	93
Taulukko 55. Konjac glucomannan_2 rakennemittaus tuloksia. ....	94
Taulukko 56. Konjac glucomannan_2 aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.....	94
Taulukko 57. Konjac glucomannan_3 käyttömääriä testisarjassa.....	96
Taulukko 58. Konjac glucomannan_3 paistohäviö tuloksia.....	97
Taulukko 59. Konjac glucomannan_3 rakennemittaus tuloksia. ....	98

Taulukko 60. Konjac glucomannan_3 aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.....	98
Taulukko 61. Pisteytystaulukko rakenteensäätoaineille.....	100
Taulukko 62. Rakennemittausvertailua.....	101
Taulukko 63. Kilohintoja.....	102
Taulukko 64. Voittosuhte.....	103
Taulukko 65. Kilohintavertailua.....	104
Taulukko 66. Rakenne ja voitto kilohinnassa.....	104

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Maillard-reaktio</b>	Aminohappojen ja pelkistävien sokerien reagoitina korkeassa lämpötilassa, tuottaen moninaisia aromeja ja tuotteelle ominaisen pintavärin. Maillard-reaktio tarvitsee yli 130 celsiusasteen lämpötilan, jotta kemiallinen reaktio voi tapahtua.
<b>Vedenpidätyskyky</b>	Vedenpidätyskyvyllä kuvataan yhtä tärkeimmistä lihan laadutekijöistä, kykyä pidättää omaa tai siihen lisättyä vettä. Laatu on huono, jos kypsennettäessä vettä irtoaa paljon.
<b>Vedensidontakyky</b>	Yhtä lailla kuvaa vedenpidätyskyvyn kanssa tuotteen kykyä sitoa vettä itseensä. Termiä käytetään yleensä puhuttaessa rakenteensäästöaineista ja hydrokolloideista.
<b>Valmisruoka</b>	Valmisruoka on kypsää tai esivalmistettua ruokaa, ja se sisältää kompaktin ohjeen valmistamiseen syötäväksi asti. Valmisruoka voidaan jaotella moniin alaryhmiin, kuten esimerkiksi puolivalmisteisiin, pakasteisiin, säilykkeisiin, mikroterioihin, valmis-salaatteihin, laatikkoruokiin sekä kastikkeisiin.
<b>Roskakala</b>	Termi, jota käytetään yleisimmin särkikaloista, joita ei kelpuuteta ruokapöytään niissä havaittujen ongelmien vuoksi. Näitä ongelmia ovat ennakkoluulot kalan ruotoisuudesta ja maun mutaisuudesta. Näitä ongelmia ei esiinny isokokoisimmilla lahnoilla, joita pyydetään merialueilta.
<b>Aw-mittaus</b>	Veden aktiivisuudella ilmaistaan elintarvikkeen sisältämän veden käyttäytymistä tuotteessa. Elintarvikkeen vesi voi olla puhdasta tai sitoutunutta. Elintarvikkeen sisältämät vettä sitovat yhdisteet sekä rakenne vaikuttavat veden aktiivisuuteen. Veden aktiivisuus vaikuttaa elintarvikkeen laatumuutoksiin.



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Lähtökohta

Toimeksianto opinnäytetyötä varten tuli Uusikaarlepyyn Vexalassa sijaitsevalta Brännskata Fiskare Oy:ltä. Yhtiö on erikoistunut kalatuotteiden jalostukseen ja raaka-aineensa he saavat Merenkurkun runsailta kalastajilta päivittäin. Yhtiön valikoimasta löytyy tuoretta kalaa kokonaisena ja fileenä, sekä eteenpäin jalostettuja tuotteita. Erikoisuuteenaan yhtiö pitää lahnatuotteita, ja kiinnostuksen kohteena heillä on saada valikoimaansa valmiita kaupaksi käyviä lahnatuotteita, ja yksi näistä ehdotuksista on lahnapihvi.

Tutkimus alkoi kertaalleen jo ennen omaa osallistumistani, mutta ongelmien vuoksi se jäädytettiin ajallisesti, kunnes aloitin sen itse. Opinnäytetyön suunnittelu alkoi jo keväällä 2016, mutta se siirtyi myöhemmälle jatkuvien ongelmien vuoksi.

## 1.2 Tavoite

Tuotekehityksen tarkoituksena on löytää lahnapihville toimiva rakenteensäästöaine, jolla voidaan saada tuotteeseen toivottuja ominaisuuksia. Brännskata Fiskare Oy on esittänyt muutamia toivomuksia, millainen tuote voisi olla. Korostettuja ominaisuuksia olisivat hyvä maku ja paistopinta, painoltaan noin 60 grammaa sekä edullisuus.

Opinnäytetyössä käsitellään lahnapihvin rakenteellista tuotekehitystä, ja todennäköisesti sen reseptiikka jää mahdollisia jatkotutkimuksia varten pois tästä tutkimuksesta. Opinnäytetyössä selvitetään myös rakenteen analysointia varten tarvittavien laitteistojen käytäntöä ja saatavien arvojen merkitystä tuotteelle. Tuotteen on myös oltava valmisruoalle tarkoitettujen ravintoarvojen rajojen mukainen, joten tarkoituksena on myös selvittää nämä arvot.

Näytevariaatioiden valmistusmenetelmät tulevat olemaan hyvinkin samanlaisia, jotta testeistä saatavat taulukot olisivat vertailtavissa.

### 1.3 Työn rakenne

Tutkimuksen ensimmäisenä vaiheena on lähteä tutkimaan ja keräämään tarpeeksi taustatietoa tarvittavista laitteista ja harjoitella niiden käyttöä.

Teoriaosuudessa keskitytään selvittämään kaikkea tarvittavaa taustaa tuotekehityksen vaiheista, tietoa lahnasta, vedenpidätyskyvystä ja vedensidontakyvystä, valmisruoasta, tuotteen kypsennyksestä ja rakenteensäästöaineista.

Materiaali ja menetelmät -osiossa käsitellään tuotannon vaiheita massan valmistuksesta, havaintoja rakenteensäästöaineen vaikutuksesta, näytteen kypsennyksestä, vedenaktiivisuudesta ja rakennemittauksesta. Osiossa myös ilmoitetaan saadut tulokset menetelmäkohtaisesti, jotka kerätään opinnäytetyön tulososioon, jossa niitä tarkastellaan tarkemmin.

Tulososiossa käsitellään saatuja tuloksia, joita on saatu tehtyjen testien kautta. Saaduista arvoista pyritään osoittamaan käytettyjen rakenteensäästöaineiden tuoma etu verrattuna näytteeseen, jossa rakenteensäästöainetta ei ole käytetty.



## 2 TAUSTA

### 2.1 Lahnan käyttö raaka-aineena



Kuva 1. Lahna. Lähde: maretarium.fi.

Lahnaa on pidetty roskakalana jo pidemmän aikaa sen ruotoisuuden ja ominaismaun vuoksi. Ennen 1900-luvun puoliväliä se oli vielä arvostettua kalaa ruoanvalmistusta varten, mutta ruokapulan hiipuesssa ja ruokailutottumusten muuttuessa sen suosio alkoi laskea. (Nyberg, Vetikko, Castrén 2011, 2.) Lahnaa ei myöskään ole käytetty teollisesti sen huonon saatavuuden ja jatkojalostuksen heikon kannattavuuden vuoksi. Ongelmana on myös ollut kalojen koon vaihtelu, mikä hankaloittaa koneellista käsittelyä. Nykyään lahnaa on pyritty poistamaan vesistöistä, jotta vesistöjen fosfori- ja typpipitoisuus pienenesi ja ravintoa riittäisi paremmin arvostetuille arvokaloille. (Koskinen 2013.) Näitä paremmin arvostettuja kaloja ovat esimerkiksi hauki, kuha, taimen, lohi ja siika.

Lahnan hyödyntämätön resurssi Suomella on suuri, sillä pelkästään Saaristomereltä on raportoitu pyydettävän 50 tonnia lahnaa vuodessa ja Turun yliopiston tekemän Vajaahyötykalahankkeen mukaan lahnaa voitaisiin pyytää jopa kaksinkertainen määrä. (Setälä ym 2011, 7.) Myös muilta merialueilta on kalastettu yhteensä 2000 tonnia lahnaa ja särkeä. Tehtyjen selvitysten perusteella Suomella on mahdollista pyytää noin 2500-5000 tonnia särkikaloja Suomen rannikoilta ja sisävesiltä. Tämä on huomattavan suuri käyttämätön resurssi, joka tulisi ottaa hyötykäyttöön. Lahnan ja muiden roskakaloina pidettyjen kalojen maineeseen ruokakalana on tullut

kuitenkin viimevuosina muutoksia. Näitä muutoksia on tullut uusien tuotteiden ja kiinnostuksen lisääntymisen myötä.

Lahna on monikäyttöinen, rasvainen sekä hyvänmakuinen kalalaji josta on mahdollista valmistaa useanlaisia erilaisia ruokia. Sen liha on valkoista ja sisältää hyviä omega-3 rasvahappoja. Hyvin käsiteltynä ja jatkojalostettuna lahnasta on mahdollista poistaa sille havaitut ongelmalliset ominaisuudet. Kylkiruodot on mahdollista irrottaa koneellisesti ja selkäruodot voidaan jauhaa hienoksi niiden pienen koon vuoksi. Makuun voidaan vaikuttaa kalastuksen jälkeisellä käsittelyllä. Tämä tarkoittaa nopeaa verestystä ja kylmäkäsittelyä.

## 2.2 Lahna ravintona

Lahnin liha on vaaleaa, pehmeää ja maukasta oikein kypsennettynä. Lahna on ravitsemuksellisesti erinomainen sen hyvän valkuaisaine- ja rasvapitoisuuden vuoksi. Sen lihaksiston sisältämä rasva on enimmäkseen hyvänlaatuista pehmeää rasvaa ja sen rasvapitoisuus vaihtelee noin 2: n ja 5 prosenttiyksikön välillä.

Taulukko 1. Ravintoarvovertailua. Lähde: Fineli.

	Lahna	Särki	Ahven	Hauki
Energia (kcal)	98	95	82	81
Proteiini (g)	17,3	18,2	18,8	19
Hiilihydraatti (g)	0	0	0	0
Rasva (g)	3,2	2,4	0,7	0,4
Tyydyttyneitä (g)	0,5	0,3	0,1	0,1
Linolihappo (mg)	35	18	15	11
ALA (mg)	22	10	8	8
EPA (mg)	199	112	40	18
DHA (mg)	273	287	80	30
D-vitamiini (µg)	14	10	15,2	2,1

Taulukossa 1 on esitetty Suomen sisävesistöjen vähempiarvoisia kala lajeja ja näiden ravintoarvopitoisuuksia. Kun lahnaa vertaillaan muihin vesistöjemme kaloihin, on huomattavissa sen sisältävän hieman vähemmän proteiinia, mutta muihin lähte-

siin verrattuna siinä on enemmän ihmiselle välttämättömiä rasvahappoja, kuten linolihappoa (LA), alfa-linoleenihappoa (ALA) sekä kahta muuta ihmiselle tärkeää rasvahappoa kuten eikosapentaeenihappoa (EPA) ja dokosaheksaeenihappoa (DHA).

Lahna on ollut pitkään perinteistä ruokaa Suomessa, vaikkakin sen maine edelleen kärsii sen kylkiruotojen suuren määrän vuoksi, joita on jopa 130 kappaletta. Ihmisravinnoksi pyydettyä lahma voidaan luokitella kolmeen eri ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä ovat yli 1,2 kilon lahnat, toisessa 0,8-1,2 kilon lahnat ja kolmannessa ryhmässä loput alle 0,8 kilon lahnat. Lahnoja luokitellaan näihin erilaisiin ryhmiin myös siksi, että suuremmilla lahnoilla näistä kylkiruodoista ei ole niin paljoa haittaa kuin pienemmillä lahnoilla (Lahna - Yleistä [Viitattu 14.5.2017].)

### 2.3 Tuotekehitys

Tuotekehityksellä tarkoitetaan uusien tuotteiden valmistamista tai jo valmiiksi kehitettyjen tuotteiden parantelua. Tarve tuotekehitykselle on usein vanhan tuotteen parantaminen tai hyvän tuoteidean käyttöönotto liikevoiton maksimoimiseksi. Myös uuden kilpailijan tuleminen markkinoille vaikuttaa tuotekehitykseen. (Huttu-Hiltunen ym. 1994, 17.)

Asiakaslähtöisesti tuotekehityksessä otetaan huomioon:

- Tarve tuotteelle
- Ruokavalioon liittyvät tekijät (Erityisruokavalio)
- Terveellisyys
- Kestävä kehitys (Hävikki)
- Paikallisuus
- Tuotannon minimaalinen vaikutus ympäristöön.

Tuotekehitys on markkinatarpeesta lähtevää ja yritysperiaatista voimansa saavaa toimintaa, jossa työ kohdistuu yhtä aikaa sekä tuotteeseen että sen valmistukseen ja markkinointiin (Huttu-Hiltunen ym. 1994, 16.) Kuluttajatottumusten ja -tarpeiden perusteella suunniteltu tuotekehitysprojekti pienentää epäonnistumisriskiä.

Tuotekehityksen aloittamiseen vaikuttaa myös kilpailun suuruus. Potentiaalisen markkinaraon havaitseminen tai kilpailun vähyyys ovat olennaisia tekijöitä jotka motivoivat jatkuvaa tuotekehitystä.

Strategisen edun havaitseminen tuotteelle on tärkein tekijä, kun tuotekehitystä aletaan suunnitella. Karkeasti näitä vaihtoehtoja on kaksi:

- Erilainen tuote kuin kilpailijalla, mutta kuitenkin asiakkaan tarpeiden ja arvojen mukainen.
- Tuotteen valmistus halvemmalla kuin kilpailevalla yrityksellä.

Muunnelmia näistä kahdesta perusstrategiasta on useita (Huttu-Hiltunen ym. 1994, 11.)

Yritykset jotka tähtäävät tuotantoedullisten tuotteiden kehitykseen keskittyvät suuriin tuotantomääriin ja yrityksen pieneen kasvuun. Tämä on useimmiten helpompi vaihtoehto, vaikkakin siinäkin on omat hankaluutensa.

Yritykset jotka tähtäävät erilaisten tuotteiden kehitykseen keskittyvät hyvien markkinarakojen etsintään joilla on mahdollista tahkoa enemmän rahaa tuotteen hinnoittelun vapautuessa. Yrityksen kasvu voi olla nopeaa ja tuotekehitys tarvitsee paljon varaa.

### **2.3.1 Tuotekehityksen vaiheet**

Tuotekehitys tarvitsee hyvän idean, järjestelyä ja aikaa. Harvoin tuoteidea on niin hyvä, että se selviää kehitysvaiheista ongelmitta. Huttu-Hiltunen ym. (1994, 21, 31) ovat laatineet kehitysvaiheista ohjeistuksen. Järjestyksellinen vaiheiden läpikäynti ja raportointi takaavat tuotekehityksen vaiheiden onnistumisen.

Tuotekehitys on kartoittamatonta kokeilua, joten on tärkeää valmistautua siihen mahdollisimman hyvin keräämällä tarkkaa tietoa kaikesta aiheeseen liittyvästä. Tämä tarkoittaa myös muiden tekemien tutkimusten tutkimista, sillä ei ole hyödyllistä tehdä samoja tutkimuksia kahteen kertaan. Tämä säästää aikaa, resursseja ja rahaa.

Kerätyistä tiedoista valmistetaan esitutkimusraportti ja luettelo tuotteelta vaadittavista ominaisuuksista. Jokaisessa vaiheessa viimeisenä vaiheena on harkinta siitä, että kannattaako tuotekehitysprojektia jatkaa eteenpäin vaiko keskeyttää se kokonaan vai siirtää myöhemmäksi.

Opinnäytetyön kannalta tähän esitutkintaan ei keskitytä laajasti. Opinnäytetyössä keskitytään enemmän tarpeellisen esitutkimuksen suorittamiseen sekä koekeittäövaiheeseen, jossa pyritään kehittämään tuotteen ominaisuuksia, sekä alentaen tuotantokustannuksia käyttäen erinäisiä apuaineita.

Koekeittäövaiheen tärkein etu on sen riskien minimointi tuotekehityksessä. Tuotettavat määrät ovat pieniä ja siten kustannuksellisesti vähäisiä. Testejä tehdään nykyisillä laitteilla ja olemassa olevissa tiloissa. Koekeittäövaiheessa tehdään myös laboriotutkimuksia erilaisesti valmistetuista tuotteista, joissa huomioidaan valmistusmenetelmät, raaka-aineet, mauste vaihtoehdot, aistinvarainen arviointi sekä lopulta karsitaan vaihtoehtoja. (Huttu-Hiltunen ym. 1994, 31.)

Tehdyistä kokeiluista tehdään tarkkaa raportointia mahdollisia jatkotutkimuksia varten sekä toistettavuuden mahdollistamiseksi. Saatujen tulosten perusteella tuloksia pyritään soveltamaan tuotantoon. Tämä tarkoittaa pienen mittakaavan tuotantoa ns. oikeilla välineillä ja tehden muokkauksia ohjeistukseen sen soveltavuuden mukaan. Tuotannon onnistuessa tuotteesta tehdään aistinvarainen laadunarviointi ja tuotetestit. Tuotantoon sovellutus sisältää myös pakkauskehityksen käynnistämisen (Huttu-Hiltunen ym. 1994, 31.)

Viimeisessä vaiheessa valmistetaan tuotetta tuotantomittakaavassa, jossa valmistusprosessia kehitetään vielä edelleen sen optimoimiseksi sekä markkinakuntoon valmistettavaksi. Tuotteelle tehdään tarvittavat mikrobiologiset ja aistinvaraiset laadunarvioinnit ja säilyvyystestit. Pakkauskehityksen (graafinen ja tekninen sopivuus) edettyä tuotteelle valmistellaan pakkausmerkinnät ja nimi-, pakkaus- ja tuotetestit.

Koemarkkinointia suositellaan tehtävän tässä vaiheessa (Huttu-Hiltunen ym. 1994, 31.)

#### **2.4 Vedenpidätyskyky ja vedensidontakyky**

Vedenpidätyskyvyllä tarkoitetaan tuotteen kykyä pitää omaa tai lisättyä vettä itsessään, kun siihen kohdistuu erinäisiä voimia, kuten puristusta, keskipakovoimaa tai kuumennusta. Tästä johtuen se on tärkein ja tavoitelluin laatuominaisuus lihassa. (Puolanne 2013, 35.)

Kalaa syödään kypsennettynä, poikkeuksena kuitenkin esimerkiksi sushi, jolloin sen toivotaan olevan murea ja mehukas. Nämä ominaisuudet tulevat suoraan vedenpidätyskyvystä. Se vaikuttaa myös lihan makuun ja väriin. Vesi ei ole itsessään ole kemiallisesti sitoutunut lihaan, vaan enimmästään se on kiinnittynyt lihaan fysikaalisten voimien ja rakennetekijöiden vaikutuksesta. Huono vedenpidätyskyky heikentää tuotteen mehukkuutta kuivumalla ja sitkistymällä (Puolanne 2013, 35.)

Vedenpidätyskyky vaihtelee eri kalalajeilla ja lahnalla se ei ole erityisemmin hyvä. Se johtuu hyvin paljon rakenteellisista erilaisuuksista lihaksen rakenteessa ja proteiineissa. Itse rakenne riippuu sidekudosten ominaisuuksista ja lihassolujen tyypistä, määrästä ja koosta. Näihin rakenteen muutoksiin vaikuttaa lihaksen koostumus, kalan ravitsemustila, sen sukukypsyys, pyydysaika vuodesta ja kalaan kohdistunut stressi. Yhtä lailla kuin stressaantuneella sialla myös kalalla lihan laatu heikkenee sen stressaantuessa, ja se voi jopa kuolla maitohappomyrkytykseen pyydystyksen aikana (Järvelä 2011, 11.)

Kalalla on myös matalampi pitoisuus proliinia ja hydroksiproliinia sen kollageenissä, mikä tekee siitä vähemmän termisesti stabiilin ja on siten helpommin liukenevaa kuin nisäkkäiden kollageeni. Täten kalan lihan lämpökutistuminen ja kollageenin denaturoituminen tapahtuvat matalammissa lämpötiloissa kuin nisäkkäillä. (Ofstad ym 1993, 164)

### 2.4.1 Vedensidonnan tasot

Suurin osa kalan lihan sisältämästä vedestä on sitoutunut solun sisälle (90 %) ja jäljelle jäävä vesi on solun ulkoista vettä (10 %). Tästä suurin osa on vapaata vettä, joka on mobilisoitavissa.

Sitoutunut vesi jaetaan kolmeen eri ryhmään, jotka ovat polaarisiin ryhmiin sitoutunut vesi, multimolekyläärinen kerros ja kapillaarikondensaatioalue. Polaarisiin ryhmiin sitoutunut vesi ja multimolekyläärinen kerros ovat sitoutunutta vettä ja kapillaarikondensaatioalue ei varsinaisesti kuulu sitoutuneeseen veteen. (Puolanne 2013, 35.)

Kalan lihassa on vettä noin 75 %, josta noin 0.1% on sitoutunutta vettä, 5–10 % immobilisoitua vettä ja huimasti loput 90–95 % vapaata vettä. Prosentuaalisesti lihaksen sisältämä vesi on 90 % solun sisäistä vettä ja 10 % solun ulkoista vettä. Immobilisoitunut vesi sijaitsee filamenttien väleissä ja se ei ole tiukasti kiinnittynyt proteiineihin. (Puolanne 2013, 35; Airaksinen 2007, 18.)

### 2.4.2 Miten vedenpidätyskykyyn voi vaikuttaa

Vedenpidätyskyvyllä on myös taloudellisesti tärkeä vaikutus siten, että tuotteille useimmiten asetetaan myyntihinta sen painon mukaan. Tästä johtuen saantoa pyritään parantamaan lisäämällä rakenteensäätoaineita, joilla on suuri vedensidontakyky, jotka vaikuttavat rakenteellisesti lopulliseen tuotteeseen. Näitä vedensidontaa parantavia rakenteensäätoaineita käytetään varsinkin hienonnetuissa lihatuotteissa.

#### pH

Noin pH-arvossa 5,2 lihan proteiineilla on ulospäin sähköisesti neutraali kohta, jota kutsutaan isoeletriseksi pisteeksi (IEP). Tällöin lihaskudokset pyrkivät lähelle toisiinsa ja siten irrottavat nestettä ja tuote kuivuu. Emästä lisättäessä lihaan sen proteiinit saavat negatiivisen nettovarauksen, josta johtuen osmoosi kasvaa samalla työntäen filamentteja erilleen. Näiden erilleen työnnettyjen filamenttien väliin mahtuu nyt enemmän vettä ja vedenpidätyskyky kasvaa.

pH-arvolla on kuitenkin alarajansa, sillä alhaisissa pH-arvoissa alkaa proteiinien happodenaturaatio, jolloin vedenpidätyskyky laskee. (Puolanne, E. 2013, 36.)

## **Suola**

Suolalla on monenlaisia vaikutuksia tuotteissa. Se voi toimia aromivahventeena, parantaa säilyvyyttä ja vedenpidätyskykyä. Vedensidontakykyä se parantaa nostamalla lihan myofilamenttien negatiivista nettovarausta, mikä johtaa osmoottisen paineen kasvuun ja täten vedenpidätyskyky nousee. Tämä vaikutus ei kuitenkaan toimi yli 6 pH-arvoissa, jolloin suolan vaikutus tuotteessa heikkenee. Myös suurissa pitoisuuksissa suola laskee vedensidontaa osmoosivoiman vähentyessä, joten sitä ei suositella käytettävän yli 5 %:in pitoisuuksina.

Suola vaikuttaa vedensidontaan myös hajottamalla myosiinia. Myosiinimolekyylit ja aktiini muodostavat poikittaissidoksia joiden kiinteät rakenteet, kuten myosiini filamentti, estävät rajatonta vedensidonnan kasvua. Myosiinifilamentin hajottaessa poikittaissidokset aukeavat ja venyvät hieman ja systeemi turpoaa poikittaissidosten salliman määrän. (Puolanne. 2013, 35.)

## **Muut vedensidontaan vaikuttavat aineet**

Kuidut ovat tärkeä osa ruokavaliota sekä niillä on merkittävä rooli elintarviketeknologiassa vaikuttamalla tuotteen rakenteeseen joko nostamalla viskositeettiä, parantaen saantoa sitomalla vettä, muodostamalla rakennetta sitovan geelin sekä sitomalla tai imitoimalla rasvoja. (Nelson. 2001, 29.)

Korkeapitoisia kuituja tuotetaan monenlaisista lähteistä. Pääasiallisesti näitä ryhmiä on neljä. Viljaperäiset valmistusaineet ovat yleisin näistä ryhmistä. Toisena ryhmänä on kasviuutteet tai isolaatit joita saadaan siemenistä, kasvin varsista, rungosta ja juurista. Kolmantena ryhmänä on hedelmäpohjaiset valmistusaineet, joihin lukeutuu kuivatut hedelmäpohjaiset raaka-aineet esimerkiksi taateli, viikuna, luumu ja viinirypäle. Neljännessä ryhmässä on loput muihin kuulumattomat lähteet kuten kitiini, jota saadaan eläinten kuorista, curdlan jota tuotetaan fermentoimalla sekä polydeks-troosi, joka on synteettinen glukoosin polymeeri. (Nelson. 2001, 8–24.)



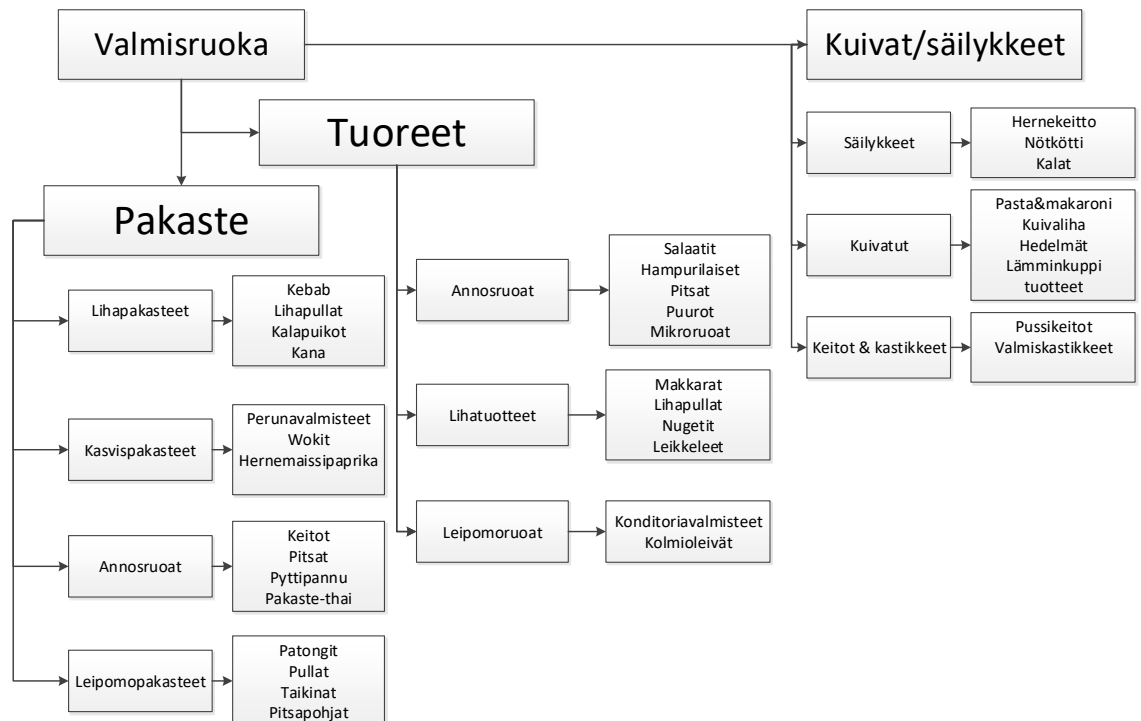
Kuitujen funktionaalinen ominaisuus riippuu sen rakenteesta ja lähteestä, joten yhden tyyppistä korkeakuituista ainetta ei voi käyttää monen erinäisen rakenteen saavuttamiseksi.

## 2.5 Valmisruoka

Valmisruoka käsitteenä on moninainen, mutta yksinkertaisimmallaan se tarkoittaa tuotetta jota voidaan syödä käyttäen mahdollisimman vähän aikaa, valmistustaitoja, keittiövälineitä ja energiaa sen valmistamiseen. Sen tuoma etu jo pelkässä ajansäästössä tuo kuluttajalle syyn ostaa valmisruokaa (Vesterinen ym. 2006, 7.)

Yleisenä mielipiteenä valmisruoka on tuote, joka on jatkojalostettu, pakattu ja sittemmin lopullinen käsittely on jätetty kuluttajalle. Taulukossa 2 näytetään esimerkki valmisruoan jaottelusta.

Taulukko 2. Valmisruokatermin jaottelu.



Elintarvikkeiden kulutusta on seurattu Suomessa säännöllisesti vuodesta 1966 vuoteen 1998 asti ja kahdeksan vuoden tauon jälkeen tutkimukset käynnistettiin uudelleen uusilla menetelmillä. Selviä kasvavia muutoksia on tapahtunut kotiin hankittujen elintarvikkeiden määrässä vuodesta 1966 vuoteen 2006. Vuonna 2006 Suomessa ostettiin valmisruokia henkilöä kohden noin 52,7 kiloa (Viinisalo ym. 2008. 23.) Valmiiden kalasta valmistettujen ruoka-annosten vuosikulutus on noussut vuodesta 1998 0,1 kilosta henkilöä kohden 0,3 kiloon henkilöä kohden vuonna 2006.

Tämä valmisruokien kasvu johtuu elintason kohoamisesta, varallisuuden noususta, ruoan valmistustaitojen vähenemisestä, terveellisten valmisruokien määrän kasvusta sekä ruokailutottumusten muutoksesta (Kupiainen, Järvinen. 2009, 7).

## 2.6 Aistinvarainen arviointi

Aistinvaraisella arvioinnilla tarkoitetaan käytäntöä, jossa tuotteen laatua arvioidaan käyttäen apuna eri aisteja. Tärkeimpinä tuotteen arvioinnissa ovat maku-, hajunäkö-, tunto- ja silloin tällöin myös kuuloaisti. Tuotteesta voidaan esimerkiksi tutkia sen maun tai hajun voimakkuutta, rakennetta, suutuntumaa, ulkomuotoa ja väriä. Tehtävässä tutkimuksessa on myös mahdollista lähteä vertailemaan näitä useamman vertailtavissa olevan tuotteen kanssa. Aistinvaraista arviointia on mahdollista tehdä kuluttajalla tai ammattilaisella elintarviketeollisuudessa.

Arvioinnin aikana tuotteen arvioitavat määreet jaetaan sarakkeisiin, joissa on erinäisiä laatuominaisuuksia. Yleisimmin kuluttajalle tarkoitettussa arviointilomakkeessa arviointikenttiä on 1–5, jossa 5 on paras ja 1 on huonoin. Kokeneemmalle ammattilaiselle arviointilaadut on kirjattu tarkasti.

Aistinvarainen arviointi on tärkeää nykyisen tai uuden tuotteen laadun arvioinnissa. Sillä on mahdollista löytää tuotteesta virheitä tai kehityskohteita.

Elintarviketeollisuudessa aistinvaraista arviointia käytetään tuotekehityksessä, kun tuotteita viimeistellään valmiiksi tuotteiksi tai niiden nykyistä laatua arvioidaan. Aistinvaraisessa arvioinnissa laaditaan tuotteelle taso, jonka sen tulee saavuttaa ennen kuin se voidaan päästää lopulliseen tuotantoon. Arviointi tehdään sellaisessa ti-

lassa, jossa on mahdollisimman vähän ärsykeitä, kuten ulkopuolista melua tai vieraita hajuja. Myös valaistuksen säilyvyys samanlaisena läpi aistinvaraisen arvioinnin ajan on tärkeää. Aistinvaraisen arvioinnin tekee määritelty asiantuntijaryhmä, jolla on kokemusta arvioinnista. Ryhmään kuuluu myös vähemmän kokeneita arvioijia, jotta uusien arvioijien kokemus kasvaa kokeneiden vuorovaikutuksesta tutkimuksen aikana.

## 2.7 Rakennemittaus

Tuotteen hyvä rakenne on yksi tärkeimmistä tuotekehityksen ja laadunvalvonnan kohteista. Sillä varmistetaan tuotteen muuttumattomuus ja hyväksyttävyys markkinoilla. Tutkimusta tehdään tuotteen alkuvaiheessa, vanhojen tuotteiden laadunvalvonnassa sekä tuotteeseen käytettävien raaka-aineiden laadunvarmistuksessa.

Rakennemittaamista on kehitelty hyvin pitkään, sillä mekaanisella rakennemittauksella saavutetaan taloudellinen ja ajallinen etu aistilliseen arviointiin nähden. Suuri etu mekaanisella rakennemittauksella on myös sen tarkka toistettavuus ja dokumentointi sähköisesti tuotetta mitattaessa. Laitteilla joilla mitataan rakenneominaisuuksia, voidaan tutkia monenlaisia eri ominaisuuksia ja kaikki kerättävä data on havainnollistettavasti luvuilla. Muutokset ilmenevät reseptiä vaihdettaessa tai muutettaessa, raaka-aineiden vaihdossa sekä rakenteensäätoaineiden käyttömäärien vaihtelussa. Myös valmistustavat, kypsennyslämpötilat ja ilmankosteus vaikuttavat tuotteen rakenteeseen merkittävästi.

Yleisesti voidaan ajatella, että tuotteen rakennetta kehitettäessä pyritään kehittämään tuotteen kovuutta, kasassa pysymistä ja saantoa, mutta tuotteen rakenteelliset ominaisuudet koostuvat useammastakin arvosta. Tuotteelle voidaan määrittää näistä kohdearvot, jotka voidaan saavuttaa, mutta lopputuote ei välttämättä ole arvioidun mukainen ja täten kuluttajille kelpaamaton. Yleisimpiä mitattavia arvoja ovat kovuus, koheesiovoima, joustavuus, tahmeus, murenevuus, venyvyys, jauhetavuus ja viskositeetti.

### 2.7.1 TA.XT Plus Texture Analyser

Opinnäytetyössä käytetään lahnapihvin rakennemittaukseen Stable Micro Systemin valmistamaa laitetta. Laitteisto on erinomainen sen joustavuudessa erilaisten tuotelaatujen ja erinäisten mittausten tekemisessä. Eri rakenneominaisuuksille on olemassa erilaisia päätteitä, mutta laitteiston päätoimenpide on kompressio tai nosto. Laitteisto on yleisimmin käytettävissä elintarviketuottajien elintarvikelaboratorioissa.

Lahnapihvin tuotekehityksessä mitataan seuraavia arvoja:

#### Sitkeys

- Tuotteen periksi antavuus vastustavalle voimalle.

#### Kovuus

- Tarpeellinen käytettävä voima halutun muodonmuutoksen saavuttamiseksi.

#### Koheesiovoima, koossapysyvyysvoima

- Kuvastaa tuotteen sisäisten sidosten voimakkuutta.

#### Joustavuus, kimmoisuus

- Kuvastaa tuotteen kykyä palata takaisin omaan muotoonsa puristuksen jälkeen.

Lahnapihvin rakenneominaisuuksia mitataan TPA päätteellä, joka on litteä sylinterimäinen väline, jolla puristetaan tuotetta tasoa vasten. Mittauksen aikana kerätään monenlaista tietoa sähköisesti talteen kuten aikaa, puristuksen nopeutta ja käytettäviä voima-arvoja jopa 500 lukemaa per sekunti. Tyypillisesti laitteiston oma ohjelma näyttää kerätyt arvot graafisesti ja taulukossa. Graafisessa taulukossa käytetään yleisimmin voima/aika tai voima/etäisyys arvoja. (Rakennemittauslaitteisto - Yleistä [Viitattu 24.5.2017].)

Mittauksen aikana tapahtuu tuplakompressio, jolla määritellään tuotteen ominaisuuksia. Kompressiolla simuloidaan tilannetta, jossa tuotetta pureskellaan. Etuna

TPA päätettä ja ohjelmaa käytettäessä on se, että kerralla voidaan saada useamman rakenneominaisuuden arvot selvitettyä.

Ennen rakennemittauksen tekemistä tulee varmistaa tuotteen suuruuden, lämpötilan ja muiden rakenteeseen vaikuttajien tekijöiden olevan sama jokaisessa näytteessä, sillä mitattavat arvot saattavat muuttua näistä johtuen. Myöskään mittauslaitteen ohjelmassa pitää olla aseteltuna oikeanlaiset mittaus arvot. Ohjeistus näihin löytyy laitteiston valmistajan sivulta (Rakennemittauslaitteisto - Yleistä [Viitattu 24.5.2017].)

## 2.8 Tuotteen kypsennys

Tuotekehityksen kannalta on tärkeä lähteä tutkimaan tuotteelle sopivaa kypsennystapaa sille haluttujen laatuominaisuuksien saavuttamiseksi. Kypsennysmenetelmät ja niillä saatavat ominaisuudet vaihtelevat suuresti eri menetelmillä. Tämä johtuu lämmön siirtymisen nopeudesta, sen tasaisesta siirrosta, käytettävissä olevista väliaineista sekä läpäisevyydestä. Lahnapihvin tuotekehityksessä on kolme erilaista mahdollisuutta tuotteen kypsennykselle, paistinpannalla paistaminen, kiertoilmau-nissa paistaminen sekä pintapaistolaitte. Näillä kolmella kypsennysmenetelmällä on mahdollista saada lievästä voimakkaaseen ruskistettu pinnoite tai lämmittää tuote nopeasti kypsäksi ja tällöin kypsennyksen aikana irtoavaa lihasnestettä voidaan estää valumasta tuotteesta. Paistolämpötilalla on myös merkityksensä, sillä hitaasti matalalla lämpötilalla kypsennetty tuote pitää paremmin nestettä, mutta saattaa lisätä haihtumista. Tuotteen mehukkuus on sidoksissa sen vedenpidätuskykyyn mikä on tavoiteltava ominaisuus kypsennetyissä tuotteissa. Painotappion ollessa pieni tuotteen maku on parempi sekä rakenne mehukkaampi.

Kypsennysmenetelmä tuo tuotteeseen makua aiheuttamalla maillardin\_reaktion, joka saavutetaan optimaalisesti 140–165 celsiusasteessa. Sokerit reagoivat aminohappojen kanssa jolloin syntyy monia eri aromiyhdisteitä tuoden tuotteelle moninai-sen maun.

Paistinpannalla kypsennyminen on ehkä kaikkein yksinkertaisin ja helpoin kypsennystapa. Tuotekehityksessä sitä sovelletaan useimmiten koekeittiö vaiheessa sen

nopeuden, pienen annosmäärän, edullisuuden ja tuotteen tarkkailtavuuden vuoksi. Hyvin suunnitellulla paistamisella on mahdollista saavuttaa hyvä rusketuspinta tuotteelle molemmille puolille. Hyvällä paistinpannalla on mahdollista paistaa öljyttä, mutta jopa pieni sipaisu öljyä paistinpannun pinnalla parantaa tuotteen irtoavuutta pannusta, sekä parantaa lämmönsiirtokykyä tuotteeseen.

Paistopinnan nopea lämmön nousu 90 celsiusasteeseen mahdollistaa perunatärkkelyksen liisteröitymisen pikaisesti, samalla sitoen tuotteesta irtoavaa nestettä tuotteen sisälle. Paras tapa säilyttää tuotteen mureus ja mehukkuus edellyttää nopeaa ruskistamista ja loppuun paistamista toiselta puolelta. Tuotteen paksuudesta riippuen tuotetta voidaan käänellä ajoittain, jotta tuote lämpiää tasaisesti keskelle asti. Liikaa tuotetta ei saa käänellä, jottei se hajoa ja siten mahdollista ylimääräisen nesteen irtoamista. Tuotetta ei myöskään kannata painella paistamisen aikana, jottei tuotteeseen kohdistuva paine irrota lisää vettä.

Aivan ongelmitta pannulla paistaminen ei kuitenkaan suju, sillä liesitaso lämpiää hiljalleen tasaisesti korkeammaksi, jolloin useaa tuotetta ei voi paistaa peräkkäin pannulla lämpöerojen vuoksi. Paistinpannun jatkuva lämmön nousu vuoksi ei myöskään ole mahdollista mitata tuotteelle sopivaa paistoaikaa tarkalleen. Tähän voi jokseenkin vaikuttaa paksupohjaisella paistinpannalla, jossa lämpötilamuutokset eivät ole niin suuret. Toisena ongelmana paistinpannalla paistettaessa on myös sisälämmön seurannan hankaluus. Sisälämpötilaa joudutaan seurata pistämällä tuotteeseen lämpömittari, josta saattaa irrota nestettä, kun lämpömittari irrotetaan. Huomioitavana tekijänä öljyä käytettäessä on se, että sitä imeytyy paiston aikana tuotteeseen, jos sitä käytetään liiaksi.

Kiertoilmauunissa kypsentaminen on toinen mahdollisuus tuotekehityksen kannalta. Kiertoilmauuni eroaa tavanomaisesta uunista sen korkeamman lämmönsiirron sekä lämpötilan tasaisen jakautumisen uunin sisällä. Tavanomaisessa uunissa vastukset lämmittävät ylä- tai alatason uunissa ja tuote sijoitetaan halutulle tasolle uunissa.

Kiertoilmauunilla voidaan kypsentää useita tuotteita samanaikaisesti saavuttaen suuren ja laadultaan tasaisen tuotantomäärän. Vaikkakin kiertoilmauunilla on matalampi lämmönsiirtokyky, sillä voidaan kuitenkin seurata reaaliaikaisesti tuotteen

lämpötilaa. Kun tuotteita kypsennetään kiertoilmauunissa, voidaan yhteen tuotteeseen sijoittaa lämpömittari, jolloin muiden tuotteiden rakenne pysyy sellaisenaan. Lämpömittarilla on myös mahdollista ”automatisoida” tuotantoa siten, että uuni lopettaa kypsennyksen, samalla siitä ilmoittaen, tuotteen saavuttaessa edeltä laaditun sisälämpötilan.

Kiertoilmauunissa kypsentyminen ei myöskään toimi ongelmitta. Tuotekehitystä ajatellen tuotteelle ei ole mahdollista saada kaunista paistopintaa, sillä lämpö siirtyy tuotteeseen tasaisesti jokaisesta suunnasta. Tuotetta joutuu myös mahdollisesti kääntämään kesken paiston, jotta tuotteen pohja ruskistuisi myös. Tuotteesta myös saattaa irrota enemmän vettä höyrystymällä, kun paistoaika on pidempi kuin paistinpannulla tai pintapaistolaitteella kypsennettäessä.

Pintapaistolaitteessa kypsentyminen on tuotekehityksen kannalta viimeinen vaihe, kun suunnitellaan tehdastuotantoa minimimäärissä. Kaikkein suuri etu pintapaistolaitteella on sen lämmönsiirron tehokkuus ja kypsennyksen nopeus. Nopea ruskistaminen pinnoilta sulkee nesteen ja rasvan tuotteeseen tehokkaasti.

Pintapaistolaitteessa kulkee kaksi hihnaa, joilla molemmilla puolilla on mahdollista saavuttaa jopa 260 celsiusasteen lämpötila. Tuote liikkuu näiden kahden hihnan välissä kypsentyen samanaikaisesti molemmilta kontaktipinnoilta.

Vaikkakin pintapaistolaite on erittäin tehokas ruskistaja, niin ongelmitta ei sekään ole. Tuotteen kalibrointi laitteistoa varten saattaa olla ongelmallista aluksi. Hihna saattaa liikkua liian hitaasti tai nopeasti, lämpötila saattaa olla liian korkea tai matala.

## 3 RAKENTEENSÄÄTÖAINEET

### 3.1 Tutkimuksessa käytettävät aineet

Tuotteen rakenteen parantamisessa käytetään yleisimmin joko hydrokolloideja tai kuituja, jotka ovat osittain liukenevia. Tämänlaisia rakenteensäästöaineita käytetään varsinkin tuotteissa, jotka on jatkokäsittelyssä jauhettu massaksi ja niiden proteiini-verkosto ei kykene itsessään pitämään kaikkea vettä. Tällöin käytetään vedenpidätyskykyä parantavia aineita. Niillä on myös muita erinäisiä funktionaalisia ominaisuuksia kuten kyky vastustaa jään sulamista sekä sen uudelleen jäätymistä ja parantaa paistumisominaisuuksia.

Lihapitoisissa tuotteissa keskitytään veden ja rasvan sidontaan sekä rakenteen parantamiseen ja ylläpitoon. Huomioitavia tekijöitä käytettävien aineiden suunnittelussa on pH ja sekoittuvuus. Jotkin käytettävät aineet eivät muodosta rakenteelle tärkeää geeliä, jos pH ei ole sille sopiva. Sekoittuvuudessa ongelmana on mahdollinen paakkuuntuvuus. Tätä pyritään välttämään sekoittamalla rakenteensäästöaine sopivaan liuokseen kuten veteen tai öljyyn.

Lahnapihvien tuotekehityksen kannalta on tuotteelle valittu kahdeksan erilaista rakenteensäästöainetta, joilla näitä ominaisuuksia pyritään parantamaan.

#### 3.1.1 Psyllium

Psylliumjauhe on korkeakuitupitoinen kuitulisä, jota valmistetaan jänönratamon (*Plantago ovata*) siemenistä. Tätä viljelykasvia viljellään lämpimissä olosuhteissa ympäri maailmaa. Pääosalliset kasvatusalueet ovat Intiassa, Etelä-Euroopassa ja Amerikassa. Siemenet kuivataan ja niistä irtoavat kuoret jauhetaan jauheeksi. Psylliumjauhe sisältää hyvin suuren määrän liukenevaa kuitua, jopa yli 70%, mikä on 8–10 kertaa enemmän kuin kauraleseillä. (Nelson. 2001, 20-21; Psyllium – yleistä [Viitattu 26.5.2017].)



Psylliumjauhe kuuluu gluteenittoman ruoanvalmistuksen raaka-aineisiin ja sitä käytetään apuaineena muun muassa gluteenittomassa leivonnassa, joskus myös yhdessä xantaanikumin kanssa. Se on hajutonta ja mautonta jauhetta, jota voidaan lisätä tuotteeseen sellaisenaan tai muiden kuiva-aineiden mukana. Jauhetta voidaan myös nesteyttää ennen tuotteeseen lisäystä. Psylliumjauhetta voidaan käyttää 1.5% asti, jolloin vältetään tuotteen hiekkaisuudelta.

Psylliumjauheen sisältämä kuitu koostuu arabinoosista, galaktoosista, galakturonihaposta ja ramnoosin polymeerista. Terveysyistä psylliumia voidaan myös käyttää sen laksatiivisten vaikutusten, sekä jätösten laadun parantamisen perusteella. (Nelson. 2001, 20–21.)

### **3.1.2 Sokerijuurikaskuitu**

Sokerijuurikashiutale on toinen korkeakuitupitoinen kuitulisä, jota valmistetaan sokerijuurikkaasta jäljelle jäävästä massasta, kun siitä poistetaan sokerit. Silputtu mukuila kuivataan joko höyryllä tai kuumalla ilmalla. Massasta eristetään kuitua, joka on 73 % ravintokuitua josta suunnilleen kolmannes on liukenevaa kuitua. Tästä suurin osa on pektiiniä, mutta sokerijuurikkaan kuidun sisältämä pektiini eroaa muusta pektiinistä siten, että sen pektiini on sitoutunut materiaalin soluseiniin. (Nelson. 2001, 20.)

Sokerijuurikas kuuluu gluteenittomaan ruoanlaittoon kuten psyllium. Sitä voidaan käyttää erinäisiin ruokiin ja juomiin kuten leivontaan, murekkeisiin, jogurtteihin ja niin edelleen. Leivonnassa sokerijuurikasta käytetään nostamaan tuotteen kuitupitoisuutta, sekä säilyttämään tuoreutta. Lihatuotteissa sitä käytetään yleensä paistohävikin vähentämisessä, rakenteen parantamisessa ja mehevyyden säilyttämisessä. (Nelson. 2001, 20, 77.)

Sokerijuurikkaalla on psylliumin tavoin hyviä terveysvaikutteita sen sisältämän suuren määrän kalsiumia, rautaa ja magnesiumia. Se sopii hyvin diabeetikoille ja keliakikoille. Sokerijuurikasta on saatavilla hiutaleina mikä tekee siitä monipuolisen kuidunlähteen (Sokerijuurikaskuitu – Yleistä [Viitattu 26.5.2017])

### 3.1.3 Johanneksenleipäpuu

Johanneksenleipäpuujauhe on nimensä mukaisesta johanneksenleipäpuun siemenestä valmistettava jauhe. Sitä kasvatetaan Välimeren alueilla. Johanneksenleipäpuun siemenet jauhetaan ja seulotaan erottaen siemenvalkuaisen alkiosta ja kuoresta. Siemenvalkuainen jauhetaan myöhemmin haluttuun partikkelikokoon. (Hoefler. 2004, 9–10.)

Johanneksenleipäpuujauhe on hydrokolloidi ja se ei muodosta geeliä. Se muodostaa elastisen geelin xantaanin kanssa. Sen ominaisuus elintarviketeknologiassa on sakeuttaa tuotteita. Johanneksenleipäpuujauhe ei ole täysin liukeneva huoneenlämpöisessä vedessä, vaan se vaatii nesteen lämmöksi vähintään 60 celsiusastetta saavuttaakseen täydellisen hydraation. Pieni partikkelikoko ja lämpötilan korotus edesauttavat nesteytystä. Nesteytys heikkenee kohoavissa suola ja sokeripitoisuuksissa. Johanneksenleipäpuulle ei ole määrättyä päivittäistä maksimimäärää. (Hoefler. 2004, 9–10; Johanneksenleipäpuujauhe – yleistä [Viitattu: 25.5.2017].)

Johanneksenleipäpuujauhe sisältää runsaasti rautaa, kuparia, mangaania, kalsiumia ja B-vitamiineja. Johanneksenleipäpuujauhetta käytetään myös kaakaon korvikkeena leivonnassa ja juomien valmistuksessa. Opinnäytetyön kannalta johanneksenleipäpuu oli opettajan ehdotus (Carob jauhe – yleistä [Viitattu: 25.5.2017].)

### 3.1.4 Konjac-glucomannan

Konjac-Glucomannan on korkeapitoinen kuitulisä, jota valmistetaan mukulapökövehkan (Amorphophallus konjac) juurimukulasta. Sitä viljellään lähinnä Aasiassa. Juurimukula kerätään, pestään, silputaan, kuivataan ja jauhetaan karkeaksi jauheeksi. Jauhamaton massa tuuliseulotaan, pestään, kuivataan ja jauhetaan uudelleen. Lopulta se sekoitetaan halutun loppusovelluksen mukaisesti. (Hoefler. 2004, 11.)

Glucomannaanin turvotukseen voidaan käyttää kylmää vettä, mutta täydellisen hydraation saavuttamiseksi se tarvitsee 90 celsiusasteen lämpötilan. Glucomannan kuitu kykenee turpoamaan vatsassa jopa 300 kertaiseksi, mutta sitä ei voida käyttää

suurissa pitoisuuksissa, sillä sen vedensidontakyky heikkenee. Sen muodostaa geelin pH:n ollessa 9–10 välillä kuumakäsittelyn aikana. Glucomannan voidaan käyttää lihatuotteissa, kuten surimissa ja sen käyttömäärä voi olla jopa 5%. (Hoefer. 2004, 11)

### 3.1.5 Guarkumi

Guarkumi on kuitupitoinen jauhe, jota valmistetaan guar-palkokasvin, Cyanopsis tetragonolobuksen siemenistä. Guar palkokasvia viljellään enimmäkseen Intiassa ja Pakistanissa ruokakasvina sekä Teksasissa ja Arkansasissa kaupallisena viljelykasvina. Siemeniä liuotetaan vedessä, kunnes niiden kuori pehmenee ja irtoaa. Jyvän ydin irrotetaan kuoresta ja siemenen idusta. Irrotettu jyvän ydin jauhetaan hattuun partikkelikokoon ja seulotaan. Pienempi partikkelikoko sitoo paremmin vettä. Kemiallisilta ominaisuuksiltaan guarkumi muodostuu polysakkarideista, joita ovat sokerin galaktoosi ja mannoosi. (Hoefer. 2004, 7–9)

Guarkumia voidaan käyttää gluteenittomaan leivontaan, ruoanlaittoon ja teolliseen ruokatuotantoon. Vaikka guarkumi on hajutonta, sillä on oma sivumakunsa mikä maistuu pähkinältä. Rakenteensäätoaineena käytettäessä sille ei ole laadittu enimmäiskäyttömäärää, mutta sillä on mahdollista nostaa viskositeettiä hyvinkin pienissä pitoisuuksissa. Sitä käytetään yleensä elintarvikkeissa alle 1 % pitoisuuksissa. Guarkumia käytetään rakenteensäätoaineena elintarviketuotteissa emulgointiaineena, rasvankorvaajana, sakeuttajana, vedensitojana, jääkiteiden estäjänä ja stabiloijana. (Guarkumi – yleistä [Viitattu 25.5.2017].)

Se on liukenevampaa kuin johanneksenleipäpuusta tehty jauhe, mutta se ei kykene muodostamaan geeliä omin avuin, vaan vaatii booraksia tai kalsiumia muodostaakseen ristsidoksia ja täten muodostaen geelin. Liukenee hyvin kaiken lämpöiseen veteen, mutta liuennettavuus heikkenee kasvavien suolamäärien ja muiden vedensitojien yhteydessä. Muihin hydrokolloideihin verrattuna guarkumi reagoi hyvin vähän suolojen kanssa (Hoefer. 2004, 7–9, 35; Guarkumi – booraksi ja kalsium [Viitattu 26.5.2017]).

### 3.1.6 Gelatiini

Gelatiini eroaa muista käytettävistä rakenteensäästöaineista siten, että se on eläinperäinen proteiini. Se kuitenkin luokitellaan hydrokolloidiksi sen ominaisuuksien vuoksi. Sitä käytetään laajasti eri elintarviketuotteissa hyytelöistä lihatuotteisiin. Syy sen käyttämiseen riippuu tuotteesta. Sillä voidaan esimerkiksi pinnoittaa tuote, jottei se kuivu tai vähärasvaisissa jogurteissa tuomalla suutuntumaa ja rakennetta. (Hoefler. 2004, 20–21, 70.)

Gelatiinia on monessa muodossa ja eri vahvuisena. Pääsääntöisesti sitä valmistetaan eläinten nahasta ja luista saatavasta kollageenista. Gelatiinin valmistuksella on erinäisiä menetelmiä, mutta niiden jatkokäsittely gelatiinin erottamisen jälkeen on sama. Gelatiini suodatetaan, konsentroidaan vakuuissa ja muodostetaan levyjä jäähdyttämällä ja ilmakeivillä. Näistä levyistä valmistetaan lastuja, jotka hienonnetaan haluttuun partikkelikokoon. (Hoefler. 2004, 20–21.)

Eri lähteistä saatava gelatiini määrittää sen ominaisuudet, vaikkakin kummassakin tapauksessa gelatiini liukenee täysin 60 celsiusasteessa. Tyypin A gelatiinia saadaan käsittelemällä eläimen nahkaa happamissa olosuhteissa ja emäksisissä olosuhteissa käytettäessä nahkatuotteiden valmistukseen käytettävää vuotaa. Eläimen nahasta valmistetulla gelatiinilla on isoelektrinen piste välillä 7 ja 9. Tyypin B gelatiinia saadaan happopesemällä eläimen luita kalsiumin erottamiseksi ja gelatiini erotetaan emäksisissä olosuhteissa. Luista valmistetulla gelatiinilla on isoelektrinen piste välillä 4,6 ja 5,2. (Hoefler. 2004, 20–21.)

Gelatiinilla ei ole käyttölämpörajaa, mutta sitä on tunnetusti käytetty matalissa pitoisuuksissa tuotteesta riippuen. Geelin muodostuksessa on mahdollista käyttää transglutaminaattia lämpöstabiliin geelin saavuttamiseksi. Hyvin suurissa pitoisuuksissa gelatiini on havaittu aiheuttavan laksatiivisia vaikutuksia. (Hoefler. 2004, 20–21; Calvarro, J. Perez-Palacios, T. 2016.)

### 3.1.7 Perunajauho

Perunajauho on jauhetta, jota valmistetaan tärkkelysperunoista. Tuotteesta käytetään nimeä perunajauho, vaikka se on lähinnä perunatärkkelystä ja siten ei sisällä juurikaan muita ravintoaineita kuten proteiinia tai rasvaa. Perunajauho ei myöskään sisällä gluteenia, joten se sopii hyvin keliakikoille ja gluteenittomaan ruokavalioon.

Perunajauhon valmistus on itsessään aika helppo prosessi. Tuotantoon valitut tärkkelysperunat vastaanotetaan tehtaalla ja niistä poistetaan oksat, multa ja kivet karkeasti harjaamalla. Jäljelle jäänyt lika poistuu kevyellä pesemisellä tai liuottamalla perunoita vedessä. Tärkkelysperunat voidaan joko murskata tai raastaa, jotta niiden sisältämät solukot irtoavat ja tärkkelys vapautuu. Tämä ei kuitenkaan tuhoa solukkoa, joten tärkkelystä ei tuhoutu prosessin aikana. (Pääkkönen ym. 2004, 15–17.)

Soluneste pyritään erottamaan massasta mahdollisimman nopeasti, jottei se aiheuta massan mustumista tyrosiinin hapettuessa. Solunesteestä erotetaan myöhemmin myös hyvälaatuisia perunaproteiinia, kuitua rehuuotantoa varten sekä luomuhyväksytyä lannoitetta. (Perunajauho – yleistä [Viitattu 26.5.2017].)

Massa, josta soluneste irrotetaan, johdetaan jatkokäsittelyyn, jossa tärkkelysmaito erotetaan massasta. Irronnut tärkkelysmaito ei ole puhdasta, sillä siinä on mukana vielä pieniä kuituja ja solunestettä. Tärkkelysmaitoa jatkojalostetaan puhdistamalla siitä nämä kuidut ja lopun solunesteen. (Pääkkönen ym. 2004, 16-17.)

Tärkkelysmaitoa ei voida kuivattaa kiehuttamalla, joten kuivaukseen käytetään esimerkiksi alipainekuivainta. Lopullinen kuivaus suoritetaan pneumaattisen kuivaimen ja jäähdyttimen avulla, jolla saavutetaan 80–83 % kuiva-ainepitoisuus (Pääkkönen ym. 2004, 18.)

Ruoanlaitossa perunajauhoa käytetään sen erinäisten ominaisuuksien takia, kuten neutraalin maun, hyvän sidontakyvyn ja vaahtoutumattomuuden vuoksi. Perunajauhoa käytetään kaikenlaisissa ruokavalmisteissa kuten keitoissa saostajana, leipomuksissa, karkeissa kuten viinikumeissa, lihatuotteissa kuten makkaroissa ja gluteenittomissa ruoissa. (Perunajauhon käyttö – yleistä [Viitattu 26.5.2017].)

Matalarasvaisissa makkaroissa voidaan käyttää korkeintaan 4 % perunajauhoja. Yli tämän pitoisuuden tuotteen kovuus ja kumimaisuus heikkenevät (Totosaus. 2009, 104.)

### **3.1.8 Perunahiutale**

Perunahiutale eroaa perunajauhosta siten, että perunajauho on puhdasta perunatärkkelystä. Perunahiutale on kuivattua perunasosetta, jolla on ollut monimuotoinen esikäsitteily. Ulkonäöllisesti se on kellertävää ja omaa perunalle ominaisen maun. Perunahiutaleta käytetään laajasti eri tuotteissa kuten lihatuotteissa, mausteissa ja kastikkeissa. Pääasiallinen syy perunahiutaleen käytölle on sen käyttö täyteaineena kosteuden sitojana. Käyttökohde riippuu myös pitkälti perunahiutaleen partikkelikoosta.

Perunahiutaleen valmistusprosessi ei ole hankala verrattuna perunajauhoon. Perunat vastaanotetaan ja pestään. Nopean kiehautuksen jälkeen perunat kuoritaan, tällöin kuori irtoaa helpommin. Kuorinnan jälkeen perunat pestään ja tarkistetaan virheistä ja perunaan kuulumattomista asioista, kuten metallinpaloista. Seuraavaksi perunat pilkotaan, ryöpätään nopeasti ja keitetään jäähdytyksen jälkeen. Keitetyt perunat möyhennetään ja pursotetaan rumpukuivaimen, jossa perunasose kuivataan halutun paksuiseksi liuskaksi. Liuska jauhetaan ja pakataan säilötystä varten (Perunahiutale - Yleistä [Viitattu 24.5.2017].)

## 4 MATERIAALI JA MENETELMÄT

### 4.1 Työsuunnitelman laatiminen

#### 4.1.1 Koekeittäövaiheen suunnitleminen

Työsuunnitelmaa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon useita seikkoja, jotka vaikuttavat sen toistettavuuteen, seurattavuuteen sekä yleisesti projektin eteenpäin kulkuun. Lahnapihvin koekeittäövaihetta suunniteltaessa tulee huomioida, että hitaasti jääkaapissa sulatettu massa on huoneenlämpöinen ennen sen jatkoprosessointia. Massa sulatetaan hitaasti jääkaapissa, jotta rakenne ei muutu sulatuksen aikana, nopea sulatus saattaa aiheuttaa rakennemuutoksia. Käytettävä massa leikataan sopiviksi paloiksi, jotta jokaiselle koekeittäökerralle on juuri sulatettu kappale, tällöin massasta ei pääse irtoamaan ylimääräistä vettä.

Toinen suuri huomioitava tekijä on paistolämpötila ja kypsennyksen kesto. Nämä vaikuttavat paljon kypsennetyin tuotteen ominaisuuksiin. Useamman testin kautta paistolämpötila ja kypsennyksen kesto saadaan vakioitua sopiviksi ja kypsennystulos on samanlainen jokaisella testituotteella. Paistolämpötilaa ja kypsennyksen kestoa voidaan aluksi seurata lämpömittarilla ja ajastimella. Varsinaisia testituotteita tehtäessä on mahdollista jättää lämpömittari pois, sillä sen aiheuttamasta pistoreiästä voi mahdollisesti vuotaa nestettä sekä aiheuttaa ongelmia tuotetta kääntäessä paiston aikana.

Kypsennysmenetelmän valitseminen on arvokysymys. Halutaanko valmistaa useampi tuote kerralla kiertoilmauunissa, mutta tällöin ei saada hyvää paistopintaa sekä tuotteesta saattaa irrota höyrystymisen kautta enemmän nestettä. Paistinpannalla saavutetaan parempi paistopinta ja tuotteesta ei pääse höyrystymään ylimääräistä nestettä hyvin optimoidun paistolämpötilan ja kypsennysajan vuoksi. Ongelmana on kuitenkin pieni kypsennyserä, tosin se ei koekeittäövaihetta haittaa. Paksupohjaisella paistinpannalla on mahdollista saavuttaa tasaisempi lämmönsiirto kypsennettävään tuotteeseen.

Paistinpannalla kypsennettäessä paistinpannulle laitetaan pieni määrä vettä. Veden kiehuessa paistinpannu on tarpeeksi kuuma ja vesi voidaan pyyhkiä tai kaataa pois. Paistinpannulle laitetaan hyvin ohut kerros öljyä kahdesta syystä, jottei tuote tarttuisi paistinpannuun ja lämpö siirtyisi tuotteeseen paremmin. Kypsennyksen aikana tuote ruskistetaan toiselta puolelta nopeasti, mikä edesauttaa vedensidontaa sulkemalla veden läpipääsyn. Tuote voidaan kypsentää loppuun käännettyltä puolelta tai kääntöjä voidaan tehdä useampi, jos tuotteen rakenne pysyy kasassa. Kypsennyksen aikana seurataan tuotteen ulkonäköä, kasassa pysyvyyttä, alkupainoa ja loppupainoa.

Paistolämpötilan ja kypsennysajan selvittyä voidaan lähteä arvioimaan yhden testisarjan ajankäyttöä. Käytettävä aika voi lisääntyä tilannekohtaisesti rakenteensäättöainetta käytettäessä punnitsemiseen ja mahdolliseen esikäsittelyyn.

Koekeittäövaiheessa kypsennetystä lahnapihvinäytteestä leikataan standardin kokoisia palasia, jotka myöhemmin testataan rakennemittarilla.

#### 4.1.2 Lahnapihvimassan valmistus

Lahnapihvimassan valmistaminen testikäyttöön on monivaiheinen prosessi, joka on jokaisella testinäytteellä lähes samanlainen. Massan valmistuksessa käytetään useita välineitä jäädytetyn massan leikkaamisesta näytepalojen ottamiseen saakka. Taulukossa 3 ilmoitetaan käytettäviä välineitä:

Taulukko 3. Valmistukseen käytettävät välineet.

Sahateräinen veitsi	Tarkka puntari	Tehosekoitin	Pieniä mittakippoja
Lusikoita	Alumiinifoliota	Mortteli	Siivilä
Käsivatkain	Omenapora	Pyöreä piparimuotti	Paistinlasta
Kulhoja	Pieniä laseja	Vasara	Leikkuulevy

Massan valmistus aloitetaan jo edellisenä päivänä tai varhain saman päivän aikana jolloin illemmalla voidaan suorittaa testejä. Ensimmäisenä vaiheena lahnamassa otetaan pakastimesta ja siitä leikataan näytteiden painoa vastaava määrä. Leikkaus tehdään joko sahalaitaisella veitsellä ja hiljalleen paksummalla veitsellä



halkaisten pala vasaraa apuna käyttäen tai elintarvikekäyttöön sopivalla ruostumattomalla sahalla. Opinnäytetyön kannalta tällaista sahaa ei ollut saatavilla, joten leikkaus suoritettiin aiemmin mainitulla tavalla. Punnittua sopiva määrä leikattua lahnmassaa se sijoitetaan muovipurkkiin ja jääkaappiin tai pöydälle sulamaan, riippuen seuraavasta testien suorittamisen ajankohdasta.

Massan ollessa sulanut voidaan aloittaa kasaamaan tarvittavia välineitä ja punnitsemaan rakenteensäästöaineita testejä varten. Ensimmäisenä vaiheena välineiden keruun jälkeen on leikata sopivan kokoisia alumiinifolio levyjä. Parhaiten tämä onnistuu leikkaamalla kolme pitkää palaa leikkuupöytää vasten veitsellä. Nämä kasaataan ja leikataan kolmeksi samankokoiseksi palaksi, jolloin saadaan yhdeksälle näytteelle aluset. Seuraavaksi leikataan kolmesta talouspaperiarkista useampi samankokoinen jokaiselle näytteelle. Tätä käytetään havainnoimaan tasolle jäävä irronnut neste.

Seuraavana vaiheena punnitaan 7,5 grammaa vettä pieniin laseihin pipettiä apuna käyttäen, määrä riippuu käytettävien rakenteensäästöaineiden määrästä. Seuraavaksi punnitaan käytettävä rakenteensäästöaine mittakippoihin ja mittakipot on merkitty rakenteensäästöaineen määrän mukaan. Sokerijuurikaskuidun kannalta on tärkeää jauhaa hiutaleet mahdollisimman hienoksi käyttäen morttelia ja siivilää. Näiden jälkeen sulanut lahnmassa jauhetaan hienommaksi massaksi tehosekoittimella ja punnitaan kulhoihin. Jokaiseen kulhoon punnitaan 90 grammaa lahnmassaa.

Seuraavana vaiheena on sekoittaa rakenteensäästöaine veteen ja tämän lisäystapa riippuu rakenteensäästöaineen ominaisuuksista. Rakenteensäästöaineilla joilla on hyvin nopea ja voimakas vedensitomiskyky eroaa muista siten, että rakenteensäästöaine sekoitetaan ensin pieneen määrään öljyä, jottei vettä lisättäessä se paakkuunnu kelvottomaksi. Pieneen lasiin lisätään 15–25 pisaran verran öljyä pipettiä käyttäen ja jauhe sekoitetaan siihen hyvin ja vesi lisätään nopeasti samalla sekoittaen. Tämä osoittautui parhaimmaksi keinoksi saada esimerkiksi guarkumi nesteytettyä. Kun rakenteensäästöaine on nesteytetty vedessä tasaisesti, se lisätään lahnmassan sekaan ja sekoitetaan hyvin käsivatkaista käyttäen. Sekoitus suoritetaan pienimmästä suurimpaan pitoisuuteen.

Lahnapihvimassan sekoituksen jälkeen näytteet punnitaan numeroiduille alumiini-foliolevyille ja painetaan muotoonsa pyöreää piparimuottia käyttäen. Massa tasoi-tellaan piparimuotissa tasapohjaisen korkin avulla. Tällöin näytteet ovat kaikki sa-manmuotoisia ja korkuisia. Tämän jälkeen foliolla oleva massa punnitaan, jotta saadaan selville muotoilun aikana irronnut massa. Lahnapihvinäytteet ovat nyt val-miita kypsennettäväksi.

#### 4.1.3 Kuiva-ainemittaus

Kuiva-ainemittauksella pyritään selvittämään lahnamassan sisältämä kuiva-aineen määrä. Käytännössä mittauksella tarkastellaan massan ravintoainepitoisuutta ja niiden muutoksia. Tähän lukeutuu hiilihydraatit, rasvat, proteiinit, vitamiinit, mine-raalit ja antioksidantit. Mittaus on tärkeä, kun valmistetaan kuivatuotteita, kuten kissanruokia tai rehua joidenka laatua pyritään pitää tasaisena. Lahnapihvin tuote-kehityksen kannalta sillä pyritään selvittämään potentiaalisen sidottavan veden määrää.

Kuiva-ainepitoisuutta voidaan mitata monella menetelmällä, mutta helpoin tapa on kuivata tuote lämpökaapissa kahdesta kolmen päivän ajan, jolloin tuotteesta höy-rystyy kaikki kosteus. Itikanmäen elintarvikelaboratorion Termaks lämpökaappi on helppokäyttöinen ja sen sisäinen lämpötila on hyvin stabiili tähän tarkoitukseen. Lahnamassa homogoidaan, jotta otettava näyte olisi mahdollisimman tasainen. Massasta punnitaan näytettä esipunnituille foliopaloille tai dekanterilaseihin. Näyt-teet sijoitetaan 105 celsiusasteiseen lämpökaappiin kahdesta kolmeen päivään, jonka jälkeen näytteet punnitaan niiden kuivuttua. Kaapissa ei suositella olevan useaa näytettä samaan aikaan, koska höyrystyvä vesi voi häiritä muiden tuotteiden kuivumista. Kosteuspitoisuus lasketaan seuraavasti:

$$\left( \frac{\text{Alkupaino} - \text{loppupaino}}{\text{loppupaino}} \right) * 100 = \%$$

Saaduista luvuista otetaan keskiarvo lahnamassan kosteuspitoisuudelle sekä sen vastakohtana on kuiva-ainepitoisuus. Testistä voidaan myös nähdä, kuinka käytet-tävissä olevan lahnamassan kuiva-ainepitoisuus eroaa Finelin tekemistä tuloksista.

#### 4.1.4 pH mittaus

Lahnamassan pH vaikuttaa sen vedenpidätyskykyyn ja käytettävien rakenteensäästöaineiden geelinmuodostamiskykyyn ja muodostuneen geelin vahvuuteen. Tästä johtuen on hyvä kartoittaa käytettävän lahamassan pH heti alkumetreillä tuotekehityksessä. Lahnamassasta tehdään homogenoitu seos, josta otetaan näytteitä testejä varten. Mittaus tehdään suhteessa 1 osa näytettä ja 9 osaa tislattua vettä. Näytettä sekoitetaan joko sauvasekoittimella tai koeputkisekoittimella. Testi suoritetaan Itikanmäen elintarvikelaboratorion pHomenal mittauslaitteella, jolla voidaan tutkia myös kiinteiden näytteiden pH:ta. Jokaisen näytteen jälkeen tulee pitää pieni tauko, jotta laitteisto palaa takaisin kalibroituun arvoon, jonka jälkeen voidaan jälleen testata uusi näyte. Täten näytteiden väliset eroavuudet eivät vaikuta toistensa tuloksiin.

#### 4.1.5 Aw-mittaus

Aktiivisen veden mittaus on tärkeä osa tuoteturvallisuutta ja sitä kontrolloimalla voidaan parantaa tuotteen hyllyikää. Hyvin suunnitellulla tuotteella voidaan esimerkiksi estää homeen kasvu. Mittauksissa ei varsinaisesti mitata kemiallisesti tai fyysisesti sitoutunutta vettä, vaan sitä osaa vedestä joka on mikrobeille käytettävissä.

Varsinaisesti aw-mittaus ei ole tärkeä osa lahnapihvin tuotekehitystä, sillä tuotekehityksessä ei keskitytä tuotteen säilyvyyteen. Testejä voidaan tehdä rakennetestien ohella, sillä aktiivisen veden mittaus tapahtuu hitaasti ja laitteisto on helppokäyttöinen. Itikanmäen elintarvikelaboratorion Novasina Labmaster laitteella voidaan seurata näytteiden veden aktiivisuutta. Homogenoitua näytettä mitataan mittakipon puoleen väliin ja kippo laitetaan laitteeseen mittausta varten. Laite mittaa näytteen osittaista vedenhöyrystymispainetta ja vertaa sitä tislattun veden osittaiseen höyrystymispaineeseen. Mittauksen jälkeen laite ilmaisee tuotteen aktiivisen veden pitoisuuden, lämpötilan ja kuluneen ajan.

#### **4.1.6 Lahnapihvin rakennemittaus**

Rakennemittaus on lahnapihvin tuotekehityksen olennaisin ja yksi tärkeimmistä vaiheista. Rakennemittauksia tehdään Itikanmäen TA-XT2 Texture Analyzer laitteella, jolla on mahdollista seurata rakenteellisia muutoksia eri näytteistä. Lahnapihvin rakennetta tarkkaillaan käyttäen laitteen tupla kompressio ominaisuutta TPA liitännäisellä. TPA on lyhenne nimestä Texture Profile Analysis, jota usein käytetään elintarviketuotteiden rakennemittauksissa. Sitä voidaan myös käyttää muissa tuotannoissa kuten lääketeollisuudessa, geeleissä ja hoitotuotteissa. Tuotetesteissä saadaan seuraavanlainen kuvaaja, tarkemmat analyttiset tiedot näkyvät kuvaajasta tehdyssä Excel tiedostossa, minkä laitteisto teettää.

Laitteisto on hyvin helppokäyttöinen ja asetukset tulevat automaattisesti valmistajalta. Testi toistetaan jokaiselle lahnapihvistä otetulle näytteelle kerran ja tuotteesta saadut keskiarvot sijoitetaan seuraavaksi kaavaan koekeittövaiheen lopussa.

### **4.2 Alkukartoitus lahnamassa ominaisuuksista**

Ensimmäisenä tuotekehityksen taustatutkimusvaiheessa on lähteä tarkastelemaan lahnamassan erinäisiä ominaisuuksia. Saatujen tulosten perusteella voidaan lähteä suunnittelemaan mahdollisia sovelluksia tuotteen parantamiseksi. Mittauksia tehdään lahnamassalle, jossa käytetään tilanteesta riippuen vain vettä lisänä.

#### **4.2.1 Aw-mittaus**

Aktiivisen veden määrän mittaus suoritetaan kahdessa erässä. Kypsentämätöntä näytettä mitataan sillä välin, kun toista osaa kypsennetään. Lahnapihvi on kypsä, kun sen sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Mittaamalla näitä kahta tuotetta saadaan selville mahdollinen poikkeavuus aktiivisen veden pitoisuudessa. Sopiva määrä kypsentämätöntä lahnamassaa möyhenetään tehosekoittimella ja tästä otetaan Aw-mittauksia varten näytteitä mittakuppeihin siten, että lahnamassaa on mittakupin merkkiin asti. Mittakuppi laitetaan mittauslaitteistoon ja toinen näyte laitetaan

mittauslaitteen lämpökammioon, jotta seuraavan näytteen mittaukseen kuluu vähemmän aikaa. Mittauksessa saatuja tuloksia ilmoitetaan 4 taulukossa:

Taulukko 4. Aw-mittaus.

Näyte	Aw-luku	Aika	°C
Paistamaton.1	0,988	0.20.40	25
Paistamaton.2	0,988	0.18.51	25
Paistamaton.3	0,989	0.15.26	25
Paistettu.1	0,987	0.19.17	25
Paistettu.2	0,986	0.21.48	25
Paistettu.3	0,991	0.06.48	25

Saaduista arvoista on havaittavissa, että kypsentämättömän ja kypsennetyn tuotteen välillä ei ole juurikaan suurta muutosta aktiivisen veden pitoisuudessa. Viimeinen mittaus voi hyvinkin olla virheellinen, joka saattaa johtua näytteen sisältämästä suuremmasta kosteuspitoisuudesta. Suurempi kosteuspitoisuus voi johtua epätaisisesta kypsennyksestä. Kypsennys suoritettiin paistinpannulla.

#### 4.2.2 Rakennemittaus

Rakennemittausta varten leikataan kypsennetyistä pihveistä omenaporalla näytteitä. Leikkaus pyritään tekemään mahdollisimman varoen, sillä terä on paksu ja näyte murtuu helposti. Näytteillä on myös paha tapa tarttua terään leikkauksen yhteydessä. Rakennemittaus suoritetaan TA-XT2 Texture Analyzer laitteella. Mittaukseen käytetään TPA liitäntää ja siihen lukeutuvaa tuplakompressio menetelmää. Kuvassa 3 on esillä rakennemittauslaitteisto, jolla testejä suoritetaan.



Kuva 2. Rakennemittauslaitteisto.

Laitteiston kalibraatio suoritetaan tuotemittaukselle tarkoitettulla tavalla. Asetuksissa joudutaan tekemään lieviä muutoksia, joihin kuuluu tuotteen pinta-ala, tuotteen paino ja korkeus, puristus-syvyys ja puristimen alku- ja loppukorkeus. Alkuperäiset asetukset saadaan TPA-mittausta varten kuitenkin valmiiksi laaditusta profiilista. Käytettävässä laitteistossa on hieman vikaa, sillä puristin jumittuu välillä asentoonsa ja siten tuottaa virhetuloksia. Tähän pyritään vaikuttamaan viemällä puristinta edestakaisin manuaalisesti, jottei jumitusta tapahtuisi testien aikana. Mittauksen aikana saadut tulokset ilmaistaan 5 taulukossa keskiarvoina ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 5. Alkukartoitus rakennemittauksesta paistinpannalla.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	3	1264,99 ± 117,31	-2,42 ± 0,35	0,83 ± 0,04	0,64 ± 0,02	808,44 ± 68,83	674,9 ± 81
L.Pihvi +2,5g vesi	9	974,03 ± 71,81	-32,57 ± 10,78	0,81 ± 0,01	0,63 ± 0,01	611,88 ± 44,68	496,35 ± 41,71

Kypsennettäessä kiertoilmaunissa arvot ilmaistaan keskiarvona 6 taulukossa ja se on seuraavanlainen:

Taulukko 6. Alkukartoitus rakennemittauksesta kiertoilmaunissa.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
L.Pihvi +2,5g vesi	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9

Arvoja vertaillaan myöhemmin koekeittiövaiheen lopussa, kun niitä on kertynyt näytteistä.

### 4.2.3 Kuiva-ainemittaus ja paistohäviö

Aktiivisen veden mittauksen yhteydessä möyhennetystä lahnammassa ja kypsennetyistä pihveistä otetaan näytteitä kuiva-ainemittauksia varten. Mittauksessa käytetään Termaks lämpökaappia, jossa pidetään lämpötilaa tasaisesti 105 celsiusasteissa. Näytteet möyhennetään ja punnitaan noin 10 grammaa esipunnittuihin kiviin dekantterilaseihin. Näytteet sijoitetaan lämpökaappiin kolmeksi päiväksi, jonka aikana näytteistä haihtuu kaikki kosteus. Kuivauksen päätyttyä näytteet punnitaan. Kuvassa 4 näkyy laitteisto, jolla näytteet kuivataan ja kuivatut näytteet.



Kuva 3. Kuiva-ainemittauslaitteisto ja kuivatut näytteet.

Jatkossa kuiva-ainemittauksia suunniteltaessa on suositeltavaa käyttää alumiinifoliota, sillä jotakin dekanterilasit ylittävät laboratoriopuntarin salliman painomäärän. Toisena syynä käyttää alumiinifoliota on se, että kuivattua näytettä on hyvin hankala irrottaa dekanterilasista. Kestää usean pesun, jotta näyte saadaan kunnolla pestyä pois. Kuiva-ainemittauksessa saadut tulokset ilmoitetaan 7 taulukossa ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 7. Kuiva-ainemittaus tuloksia.

Näyte	Näytettä (g)	Kuiva-ainepitoisuus	Kosteuspitoisuus
Paistamaton.1	10,04	19,62 %	80,38 %
Paistamaton.2	10,01	19,28 %	80,72 %
Paistettu.1	10,00	24,30 %	75,70 %
Paistettu.2	10,01	25,17 %	74,83 %
Paistettu.3	10,01	23,58 %	76,42 %

Saaduista arvoista on havaittavissa, että irtoavaa kosteutta on paljon. Tätä voidaan pyrkiä sitomaan tuotteeseen erinäisillä vedensidonta-aineilla ja täten saantoa voidaan parantaa. Saannon parantuessa tuotteen kilohinta paranee ja tuotekohtaiset voitot paranevat. Jatkotutkimuksilla lähdetään selvittämään lisättävän vedensitojan määrän vaikutusta paistohäviöön. Pelkkää vedensitojaa käytettäessä tuote saattaa jäädä pehmeäksi ja täten kelpaamattomaksi kuluttajille ja täten markkinoille, joten se tarvitsee muita aineita saavuttaakseen paremman kiinteän rakenteen. Näitä edullisia raaka-aineita voivat olla esimerkiksi perunahiutale tai perunamuusi.



Kuva 4. Massa ennen ja jälkeen kuiva-ainemittausta ja ruoto.

Kuva 5 näyttää minkä näköistä lahnmassa on ennen ja jälkeen kypsennyksen. Kuiva-ainemittauksessa on myös havaittavissa yksi lahnmassan ongelmista, sen sisältämät ruodot. Kuiva-ainemittauksen testinäytteissä vain yhdessä oli tosin näitä havaittavissa, joten ongelma ei näytä olevan toistaiseksi kovin suuri.

Paistohäviötä mitattaessa otetaan huomioon paistettavien pihvien alku- ja loppupaino sekä tasolle jäävä neste ja sisälämpötila. Myös kypsennyslämpötilaa pyritään kontrolloimaan, mutta toistaiseksi se on tuottanut ongelmia. Näitä ongelmia ovat paistolämpötilan epätasaisuus sekä kypsennysaikojen puute. Kypsennystaso voisi myös olla vakaa, jottei öljyä käytettäessä öljy kerääntyisi jyrkästi toiselle puolelle paistinpannaa.

Kypsennyksen aikana tuotteet paistetaan lievästi öljytyllä paistinpannalla, kunnes lahnapihvin sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Paistolämpötilan on oltava tarpeeksi korkea, jotta tuotteelle saadaan hyvä paistopinta. Paistotulokset näkyvät kuvassa 6.





Kuva 5. Rakenteensäätöaineeton kypsennetty lahnapihvi.

Kypsennystulosten keskiarvo näkyy taulukossa 8 ja se on seuraavanlainen:

Taulukko 8. Alkukartoitus paistohäviöstä paistinpannulla.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäätöaineeton	3	29,8 ± 0,045	0,25 ± 0,036	24,41 ± 0,141	18,92 ± 0,524

Paistohäviö on melko suuri ja tätä pyritään vähentämään lisäämällä vedensidonta aineita ja muita vettä sitovia raaka-aineita. Kypsennyksessä saavutettiin tuotteelle hyvä paistopinta sekä paistohäviötä saatiin kontrolloitua hyvin ensimmäisellä koe-paistolla. Loppua kohden kypsennettäessä paistolämpötila alkoi olla jo aika suuri, josta korkeampi paistohäviö saattaa johtua.

Kypsennyksessä on mahdollista käyttää enemmän öljyä ja tämä edellyttää lisätyn öljyn punnitsemista alussa ja lopussa, jotta voidaan laskea, kuinka paljon öljyä pihvi on vetänyt itseensä.

Samanlainen kypsennystestisarja suoritettiin myöhemmin myös kiertoilmauunilla ja testit suoritetaan 160 celsiusasteessa ilman korkeaa ilmankiertoa ja ilman kosteusta. Kypsennys lopetetaan, kun tuote saavuttaa 65 celsiusasteen sisälämpötilan. Tuote ei saavuta paistinpannun tavoin vettä sulkevaa paistopintaa, joten paistohäviö tällä laitteistolla on suurempi ja irronnut vesi jää pihvin pinnalle. Kypsennyksen jälkeen näytteiden pinnalta poistetaan tämä irronnut vesi ja tuotteet punnitaan talouspaperipalojen päällä, jonka jälkeen on nähtävissä tasolle jäävä neste. Mittaus-tulosten keskiarvo näkyy taulukossa 9 ja se on seuraavanlainen:

Taulukko 9. Alkukartoitus paistohäviöstä kiertoilmaunissa.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086

Paistohäviöstä tekee kiinnostavan se, että oletetusti kiertoilmaunia käytettäessä paistohäviön pitäisi olla korkeampi irtoavan veden vuoksi. Näin ei kuitenkaan ole käynyt, vaan paistinpannalla kypsennetyt tuotteet ovat menettäneet höyrystymisen kautta paljon kosteutta.

#### 4.2.4 pH-mittaus

PH-mittaus suoritetaan vain kypsentämättömästä näytteestä eikä mittausta suoriteta useana päivänä, sillä mittauksella ei pyritä selvittämään massan säilyvyyttä. Mittausta varten otetaan 1 gramma lahamassaa koeputkeen Aw-mittauksen yhteydessä möyhennetystä lahamassasta ja lisätään 9 grammaa tislattua vettä koeputkeen. Näytteet sekoitetaan koeputkisekoittimella hetken ajan, kunnes näyte on sekoittunut tasaiseksi. Mittaus suoritetaan pHenomenal mittauslaitteella, joka on etukäteen kalibroitu neutraaliin happamuuteen. Laitteiston happamuutta mittaava anturi laitetaan liuokseen ja arvo otetaan ylös sitten, kun laitteisto on lakannut mittaamasta. Mittauksen jälkeen anturi huuhdellaan tislattulla vedellä ja laitteisto annetaan palautua takaisin kalibroituun arvoon mittausten välissä. Mittaustulokset näkyvät taulukossa 10 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 10. Alkukartoitus lahamassan pH arvoista.

Näyte	pH-luku	°C
Paistamaton.1	6,684	20
Paistamaton.2	6,672	20
Paistamaton.3	6,677	20

Saaduista arvoista on havaittavissa, että kalan liha on lähellä neutraalia pH-arvoa.

#### **4.2.5 Johtopäätökset**

Lahnapihvin kypsentyminen onnistui suhteellisen hyvin paistinpannulla. Sille saatiin hyvä paistopinta ja vältettiin ylimääräinen nesteen irtoaminen pitämällä sisälämpötila maksimissaan 65 celsiusastetta. Suuremmassa lämpötilassa nestettä olisi voinut irrota huomattavasti enemmän. Jatkotutkimuksissa otettiin kiertoilmauuni käyttöön kypsennyksessä, sillä paistolämpötilan muutos paistinpannulla kypsennettäessä vaikuttaa suuresti paistohäviöön.

Pihvi on vielä suhteellisen pehmeää, haaleata ja hajoavaa. Näihin voidaan pyrkiä vaikuttamaan lisäämällä rakenteensäätoainetta, mikä rakentaisi tuotteen rakennetta kovemmaksi, kestävämmäksi ja samalla sitoen kosteutta ennen kypsennystä sekä kypsennyksen aikana. Tuotteeseen olisi myös saatava hieman väriä, jota voidaan saada käyttämällä perunahiutaleita.

### **4.3 Rakenteensäätoaineen vedensidontakyvyn aistinvarallinen seuranta**

#### **4.3.1 Testin esittely ja tarkoitus**

Testeillä pyritään havainnollistamaan käytettävien rakenteensäätoaineiden reaktiivisuutta ollessaan yhteyksissä veden kanssa. Tämä on tärkeää ajatellen tuotteen kypsennystä, jossa tuotteesta irtoaa lihassäikeiden supistumisen yhteydessä lihasnestettä. Kosteutta irtoaa myös lihassäikeiden pinnalta ja väleistä. Jotta tämä kaikki irtoava neste saadaan pysymään tuotteessa, on käytettävän rakenteensäätoaineen oltava nopeasti reagoiva. Tällöin saadaan minimoitua tuotetappiot ja nostettua tuotavuutta. Mittauksessa otetaan myös huomioon käytettävä rakenteensäätoaineen määrä nesteeseen verrattuna.

#### **4.3.2 Käyttömäärä ja mittaustapa**

Testeissä käytetään tuotteille katsottuja enimmäispitoisuuksia. Joillain näistä rakenteensäätoaineista ei ole maksimimäärä, mutta näitä kuitenkin pyritään käyttämään

saman verran kuin muitakin rakenteensäästöaineita. Käyttöpitoisuudet ovat taulukossa 11 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 11. Vedensidontakyvyn seurantaan käytetyt ainemäärät.

Näyte	Vesi (g)	Rakenteensäästöaine (g)	S.A %
Psyllium	7,5	1,287	15 %
Sokerijuurikaskuitu	7,5	1,485	17 %
Konjac glucomannan*	7,5	0,985	12 %
Johanneksenleipäpuu*	7,5	1,485	17 %
Perunajauho	7,5	1,485	17 %
Perunahiutale	7,5	1,485	17 %
Guarkumi*	7,5	0,49	6 %
Gelatiini	7,5	1,485	17 %

Tähdellä merkattuihin näytteisiin nesteytymisen parantamiseksi lisättiin pieni määrä öljyä. Testit suoritetaan lisäämällä rakenteensäästöaine kylmään veteen pienessä lasissa ja laittamalla nämä kiehuvalle vedelle täytettyyn astiaan lämpöhauteeseen, sillä osa reagoi lämmön vaikutuksessa muodostaen geelin. Lämmityksellä myös seurataan näytteen reagoimista kypsennettäessä. Hauteen lämpötilaa nostetaan aluksi ja annetaan laskea hiljalleen. Näytteiden ominaisuuksia seurataan aistillisesti arvioiden puolen tunnin välein. Jatkotutkimuksissa voidaan käyttää rakennemittauslaitteiston nesteominaisuuksien mittausta osiolla, jolla voidaan saada tarkempaa dataa.

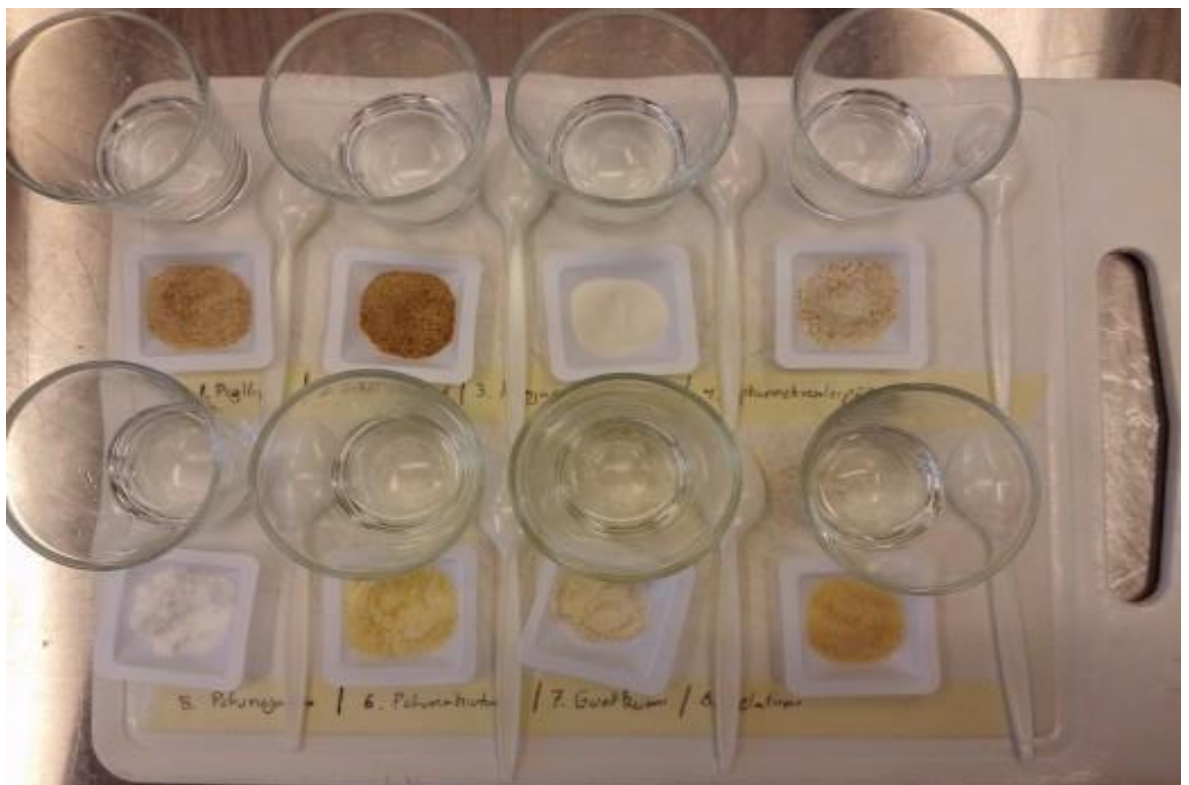
#### 4.3.3 Testien suoritus, tulokset ja yhteenveto

Oheisessa taulukossa 12 on tiivistelmä tehdyistä testeistä ja arvioista, kuinka ne soveltuvat tuotekehitykseen:

Taulukko 12. Vedensidontakyvyn seurannan tuloksia.

Näyte	Lämpötila	Muutos	Sekoitettavuus
Psyllium	Kylmä	1min imenyt kosteuden	Kyllä
Johanneksenleipäpuu	Kylmä	1min imenyt kosteuden	Kyllä
Perunahiutale	Kylmä	5min kankea ja mureneva	Kyllä
Guarkumi	Kylmä	Heti	Kyllä

Näytteiden seuraamisen ohella ilmeni erinäisiä huomioita niiden ominaisuuksista. Ensimmäisenä havaintona ovat nämä neljä rakenteensäätoainetta, jotka reagoivat kaikkein nopeimmin veteen sekä eivät vaikuttaneet reagoivan negatiivisesti kuumennuksen aikana. Ennakkosuosikkina näistä on guarkumi, joka välittömästi ollessaan kontaktissa veden kanssa muodosti kohtuullisen jähmeän ja sekoitettavan rakenteen joka itsessään ei ole geeli. Suuremmissa pitoisuuksissa saavuttaisi saman vaikutuksen, kuin nämä muut ennakkosuosikit. Psyllium ja johanneksenleipäpuu muodostivat hyvinkin kumimaisen rakenteen suhteellisen nopeasti, mikä kertoo niiden kyvystä sitoa suuren määrän kosteutta itseensä. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon se seikka, että pitoisuudet olivat näillä suuret. Perunajauho on neljäntenä suosikkina, sillä sitoessaan kosteutta se ei muutu kumimaiseksi ja on vielä sekoitettavissa näytteeseen. Kuvassa 7 näkyy näytetestisarja ennen rakenteensäätoaineen sijoitusta nesteeseen.



Kuva 6. Järjestely rakenteensäätoaineiden käyttöä varten.

Muut näytteet joko eivät reagoineen juurikaan, reagoivat hitaasti tai reagoivat negatiivisesti kuumennuksen aikana, kuten gelatiini, joka kuumennuksen aikana sulii kokonaan ja täten on hylkäämiskelpoinen testituloksissa. Sokerijuurikaskuitukaan ei ole kovin ihanteellinen, sillä se jäi kosteaksi puuroksi, täten ei kyennyt sitomaan

kaikkea kosteutta. Perunajauho ja konjac glucomannan tuottivat pettymyksen, sillä oletusten mukaan näiden pitäisi sitoa kosteutta suhteellisen nopeasti, mutta näillä ei ollut juurikaan muutosta koko testisarjan aikana. Käytetty konjac glucomannan, joka oli elintarvikelaboratoriossa saattaa olla vanhentunutta tai virheellistä, koska dieettinä käytettävä konjac glucomannan kapseli pitäisi 8 minuutin aikana tehdä kahdesta desilitrasta lusikoitavaa puuroa.

#### **4.3.4 Johtopäätökset**

Saatujen tulosten perusteella voidaan olettaa näiden neljän näytteen soveltuvan kaikkein parhaiten tuotteen kanssa. Rakenteensäätoaineista voidaan tehdä mahdollisia koesarjoja, joissa pitoisuudet ovat kaikilla samat ja ominaisuuksia lähdetään mittaamaan rakennemittarilla.

### **4.4 Ominaisuuksien seuranta – Gelatiini**

#### **4.4.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö**

Testisarjalla pyritään selvittämään gelatiinin soveltuvuutta rakenteensäätoaineena tuotteen vedensidontakyvyn parantamiseksi. Aiempien testien tuloksena on oletettavissa, että gelatiini ei juurikaan sovellu tämän kaltaisen tuotteen valmistamiseen ja täten vedensidontakyky ei ole kovinkaan hyvä. Testeillä kuitenkin pyritään miettimään kuinka kuivana lisääminen ja märkänä lisääminen vaikuttaa rakenteensäätoaineen sekoittuvuuteen. Tällä tarkoitetaan gelatiinin lisäämistä tuotteeseen kuivana tai lisätynä pieneen määrään nestettä. Testin yhteydessä suoritetaan toinen testi, jossa lisätään tuotteen gelatiinipitoisuutta noin prosentilla. Näytteissä tulee ottaa huomioon pienempi kosteuspitoisuus, kun myöhemmin ilmeni, että guarkumia ei voida lisätä nesteeseen yli 7% pitoisuuksissa. Testeissä käytettävät pitoisuudet ilmoitetaan taulukossa 13 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 13. Gelatiinin käyttömäärät testisarjassa.

Näyte 1,5 %	Massa (g)	Näyte 2,5 %	Massa (g)
Lahnamassa	60	Lahnamassa	90
Vesi	5	Vesi	5
Gelatiini	0,99	Gelatiini	2,44
Gelatiinipitoisuus	1,50 %	Gelatiinipitoisuus	2,50 %

Lahnapihvimassaa valmistetaan siten, että se riittää neljälle 30 gramman pihville. Muutoin lahnassa valmistetaan edellä suunnitellulla tavalla. Kuivassa versiossa vesi lisätään suoraan massaan, joka sekoitetaan tasaiseksi sähkövatkaimella. Sekoituksen jälkeen lisätään punnittu gelatiini ja sekoitetaan nopeasti uudelleen, jottei massaan synny paakkuja.

Märässä versiossa gelatiini lisätään suoraan nesteeseen, jonka jälkeen liuos lisätään suoraan lahnassa sekaan ja sekoitetaan nopeasti sähkövatkaimella hyvin paakkujen syntymisen välttämiseksi.

Massat jaetaan neljälle alumiinifoliolle ja muokataan muotoonsa kypsennystä varten. Alumiinifoliota käytetään, jottei muotoiltavasta pihvistä pääse imeytymään nestettä kuten leivinpaperia käytettäessä. Gelatiinipihvien ulkonäkö näkyy kuvasta 8.



Kuva 7. Gelatiini pihvi ennen kypsennystä.

Lahnapihvit kypsennetään paistinpannulla, jonka pinnalle on hierottu hieman öljyä. Kypsennys pyritään tekemään nopeasti, jottei näytteestä irtoa ylimääräistä nestettä. Lahnapihvi kypsennetään nopeasti toiselta puolelta, jonka jälkeen se käännetään ja annetaan paistua loppuun, kunnes sisälämpötila on noin 65 celsiusastetta.

Kahden viimeisen näytteen paistamisessa ilmeni ongelmia niiden tarttuessa paistinpannuun. Irronneet palat kerättiin talteen ja ne otettiin huomioon näytteitä punnittaessa ja huomioitavaa on, että paistinpannu tulee öljytä uudelleen jokaisen paiston jälkeen. Paistopinta on suunnilleen samanlainen kaikilla pihveillä. Kypsennyksestä saadut tulokset näkyvät taulukossa 14 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 14. Gelatiinin paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,8 ± 0,055	0,25 ± 0,044	24,41 ± 0,173	18,92 ± 0,642
Gel 1.5% K	3	28,05 ± 1,365	1,3 ± 0,025	23,37 ± 1,61	21,38 ± 0,02
Gel 1.5% M	3	29,42 ± 0,03	1,2 ± 0,04	24,33 ± 0,03	21,38 ± 0
Gel 2.5%	3	29,45 ± 0,021	1,21 ± 0,026	24,3 ± 0,186	21,61 ± 0,644

Paistohäviö verrattuna toisiinsa on pieni ja eroavaisuus todennäköisesti johtuu paistolämpötilan eroavaisuuksista, mikä on jatkuva ongelma tuotenäytteitä kypsennettäessä. Korkea paistohäviö gelatiinia käytettäessä johtuu sen tavasta sulaa 60 celsiusasteessa. Tuloksista on havaittavissa, että suurta eroa näytteiden paistohäviöillä ei ole, mutta osa käytettävistä rakenteensäästöaineista tarvitsee nesteytystä ennen tuotteeseen lisäämistä. Lahnapihvillä jonka gelatiinipitoisuus on 2.5 % paistohäviö on suurin, sillä gelatiini ei juurikaan sekoittunut näytteeseen vaan on paakkuuntunut tuotteeseen.





Kuva 8. Gelatiinipaakut pihvissä.

Kuvassa 10 havaittavat valkoiset laikut ovat gelatiipaakkuja, jotka eivät ole sekoittuneet tuotteeseen ja tämä johtunee gelatiinin suuremmasta pitoisuudesta lisättävässä nesteessä. Nestemäärän lisääminen olisi hyväksi gelatiinille, jotta se ei kerkeä kovettua ennen paakkuuntumista. Myös gelatiinin lisääminen kiehuvaan nesteeseen olisi hyödyksi.

Kypsennettäessä gelatiinipitoiset pihvit käyttäytyivät oletetusti. Gelatiini sulii pihvistä jättäen pihvin rakenteen reikäiseksi ja täten kelpaamattomaksi lopulliseksi tuotteeksi. Näitä ongelmia on havainnollistettu kuvassa 11.



Kuva 9. Gelatiinipihvin ulkonäkö.

Rakennemittausta varten otettavan näytteen leikkaaminen omenaporalla tuotti ongelmia näytteiden murenevuuden vuoksi.

#### 4.4.2 Rakennemittaus

Rakennemittausta varten jokaisesta pihvistä otetaan omenaporalla varovaisesti näyte rakennemittausta varten. Otetut näytteet painavat suunnilleen saman verran toisiinsa nähden. Ylimääräisen liikuttamisen aiheuttaman murenemisen vuoksi kaikkia näytteitä ei punnittu. Kuvassa 12 näkyy rakennemittausta varten otettuja näytteitä ennen testien suoritusta.



Kuva 10. Gelatiinipitoisia näytteitä ennen rakennemittausta.

Rakennemittauksesta saatuja tuloksia on sijoitettu taulukkoon numero 15 ja saadut tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 15. Gelatiinin rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	3	1264,99 ± 117,31	-2,42 ± 0,35	0,83 ± 0,04	0,64 ± 0,02	808,44 ± 68,83	674,9 ± 81
Gelatiini 1,5 % Kuiva	4	816,47 ± 81,12	-2,74 ± 0,11	0,66 ± 0	0,47 ± 0,01	382,74 ± 37,77	252,96 ± 25,24
Gelatiini 1,5 % Märkä	4	844,03 ± 82,57	-3,99 ± 0,57	0,71 ± 0,06	0,47 ± 0	397,26 ± 38,73	290,13 ± 53,94
Gelatiini 2,5 %	3	448,74 ± 89,01	-0,09 ± 0,02	0,72 ± 0,08	0,46 ± 0,02	205,68 ± 38,36	154,04 ± 46,3

#### 4.4.3 Aw-mittaus

Aw mittauksen tuloksissa ei ole juurikaan muutosta. Taulukossa 16 on ilmoitettu saadut arvot ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 16. Gelatiinin veden aktiivisuus tuloksia.

Tuote	Aw
Gel 1.5% K.1	0,990
Gel 1.5% K.1	0,991
Gel 1.5% M.1	0,990
Gel 1.5% M.2	0,990
Gel 2.5% M.1	0,989
Gel 2.5% M.2	0,990
Gel 2.5% M.3	0,990

#### **4.4.4 Aistinvarainen arviointi**

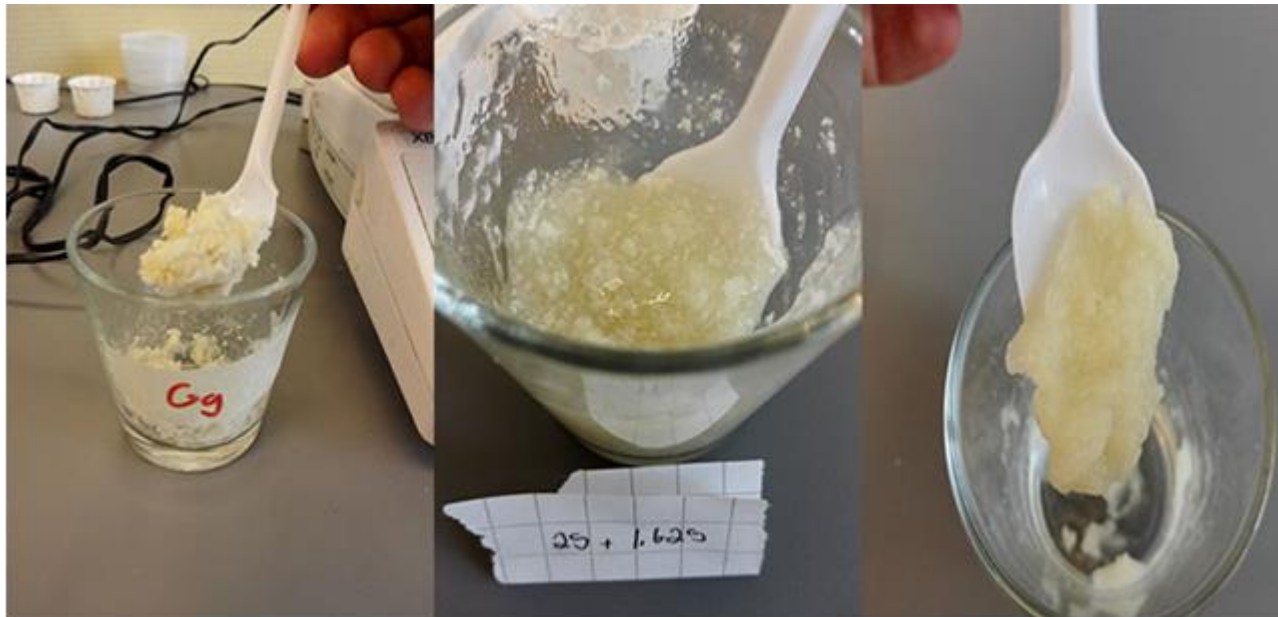
Gelatiini rakenteensäätoaineena pihvissä ei oikein toimi. Pihvi on hyvin tahmea ja tuoksu on hyvin epämiellyttävä. Tuotteen soveltuvuutta ei myöskään paranna sen huono suutuntuma, sillä pureskeltaessa tuotetta siitä jää gelatiinia hampaisiin, mikä on ikävä tunne. Rakenteensäätoainetta lisättäessä tulee olla hyvin nopealiikkeinen, jottei paakkuja synny. Gelatiinia ei myöskään tule valmistaa suurissa pitoisuuksissa, jottei paakkuja synny jo nesteytys vaiheessa. Terällisellä tehosekoittimella sekoitettaessa massaa, jossa on gelatiinia lisättyä ei onnistu kovinkaan hyvin, massassa on silmin havaittavissa gelatiinipaakkuja. Jatkotutkimuksilla olisi mahdollista parantaa tätä, mutta tuotekehityksen kannalta gelatiinin käyttö ei jatku sen tahmaisuu- den, suutuntuman ja epämiellyttävien hajujen vuoksi.

#### **4.5 Ominaisuuksien seuranta – Guarkumi paistinpannulla**

##### **4.5.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö**

Testeillä on tarkoitus selvittää guarkumin ja ksantaanikumin soveltuvuutta lahnapihvin rakenteen parantamisessa. Huomioiden gelatiinin tapa muodostaa paakkuja kuivana lisättyä on oletettavissa guarkumin ja ksantaanikumin reagoivan samalla tavalla, eli on parasta lisätä lisättävän veden määrää hitusen. Koska guarkumi ja ksantaanikumi reagoivat voimakkaasti veden kanssa, on hyvä lähteä liuottamaan jauheydistelmää öljyyn ennen hydraatiota. Testien alkuvaiheessa tätä ei olla huomioitu, vaan tämä on jälkeempään havaittu ominaisuus, jota voidaan käyttää hyväksi. Testeissä otetaan käyttöön myös ksantaanikumi, mikä vaikuttaa positiivisesti guarkumin muodostamaan geeliin. Testit suoritetaan kahdessa erässä, koska paistinpannulla kypsentyminen tuottaa jatkuvasti ongelmia.

Guarkumia nesteyttäessä vastaan tuli sen ärhäkkyys nesteensidontakyky mikä estää sen sekoittamista sellaisenaan tuotteeseen ja pieneen vesimäärään. Myöskään jauheen hiljalleen lisääminen veteen ei onnistu, vaan silloin muodostuu pieniä paakkuja, jolloin rakenteensäätoaine ei jakaudu lahnapihvimassaan tasaisesti. Kuvassa 13 havainnollistetaan näitä tuloksia.



Kuva 11. Guarkumin käyttäytyminen yhdessä veden kanssa.

Tähän voidaan kuitenkin vaikuttaa sekoittamalla jauhe pariin pisaraan öljyä. Jauheen sekoituttua voidaan liuokseen lisätä tarvittava vesi nopeasti, jolloin jauhe nesteytyy tasaisemmin muodostamatta paakkuja. Rakenteensäätoaineliuoksen valmistamiseen käytettävät määrät on ilmoitettu taulukossa 17 ja niitä käytetään seuraavia määriä:

Taulukko 17. Guarkumin ja ksantaanikumin käyttömääriä testisarjassa.

Liuos	Vettä (g)	Guarkumi (g)	Ksantaanikumi (g)	Josta käytetään (g)
0,5 % Gk + 0,35 ksant	10	0,6536	0,46	5,5568
0,5 % Guarkumi	10	0,6536	0	5,3268
0,375 % Guarkumi	10	0,4892	0	5,244
0,281 % Guarkumi	10	0,366	0	2,595
0,21 % Guarkumi	10	0,274	0	2,5685

Myöhempien mietintöjen kautta on Lahnapihvimassan määrän ollessa rajoitettu, joudutaan kahdesta viimeisestä erästä tehdä vain yhdet pihvit. Tämä hankaloittaa massan ja rakenteensäätoaineen sekoitettavuutta sähkövatkaimella.

Lahnapihvimassasta valmistetaan noin 30 gramman pihvejä. Pihvejä on valmistettu kahtena eri päivänä. Sulatettu lahnassa hienonnetaan tehosekoittimella, jonka jälkeen se jaetaan kulhoihin lämpiämään huoneenlämpöön. Lisättävät rakenteensäätoaineet mitataan mittakippoihin ja niihin sekoitetaan parin pisaran verran öljyä

pipetillä ja sekoitetaan hammastikulla tasaiseksi. Rakenteensäätoaineisiin lisätään vesi, kun lahnassa on tarpeeksi lämmin sekoitusta varten. Guarkumi nesteytyy hyvin nopeasti kankeaksi, joten se on nopeasti sekoitettava massaan. Tällöin ei muodostu ylimääräisiä paakkuja, jotka saattavat haittaa rakennemittausta.

Lahnapihvimassa jaetaan punnituille alumiinifolioille, joilla ne muokataan muotoonsa kypsennystä varten. Kuvassa 14 näkyy näytteiden ulkonäkö ennen kypsennystä.



Kuva 12. Guarkumipitoisia pihvit ennen kypsennystä.

Lahnapihvinäytteet kypsennetään paistinpannalla sopivalla lämmöllä, jotta tuotteelle saadaan paistopinta. Paistinpannulle on levitetty pieni määrä öljyä. Kypsennys suoritetaan suhteellisen nopeasti, jottei tuotteesta irtoa ylimääräistä nestettä. Lahnapihvi käännetään, kun paistopinta on saavutettu ja tuotetta kypsennetään kääntämisen jälkeen, kunnes saavutetaan 65 celsiusasteen sisälämpötila. Näytteiden paistopinta näkyy kuvassa 15.



Kuva 13. Guarkumipitoinen pihvi paistinpannulla kypsennyksen jälkeen.

Pihvien kypsennyksessä ei ilmennyt juurikaan ongelmia. Kypsennyksessä käytettiin juuri sopivasti öljyä, jottei pihvi tartu paistinpannuun kiinni. Jatkoa ajatellen pitää hankkia käyttöön ohuempi paistinlasta, jottei pihvit halkeilisi niitä nostaessa. Saadut kypsennystulokset on sijoitettu taulukkoon 18 ja saadut arvot ovat seuraavanlaisia:

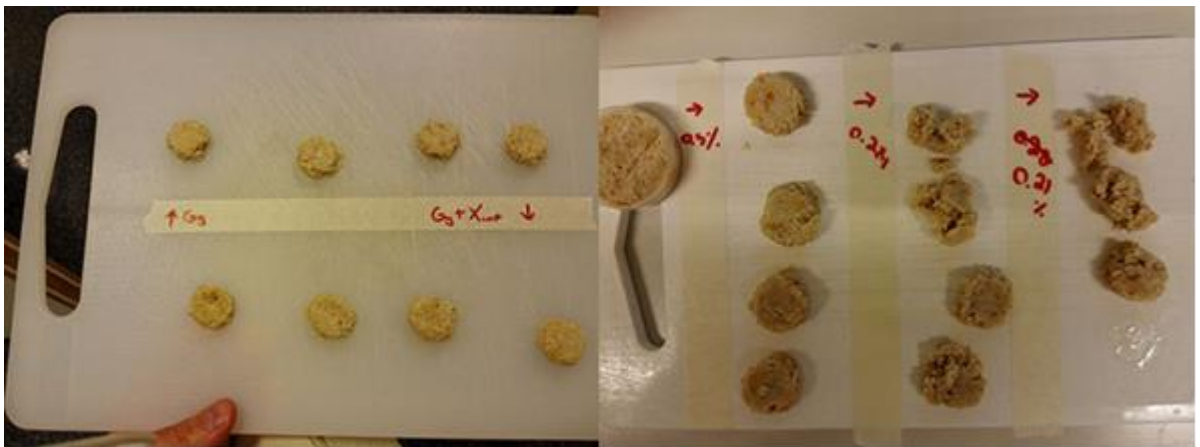
Taulukko 18. Guarkumi + ksantaanikumi paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Lisäaineeton	3	29,41 ± 0,023	0,35 ± 0,051	25,09 ± 0,213	18,88 ± 0,741
0,21 % Guarkumi	1	28,42 ± 0	0,44 ± 0	26,96 ± 0	7,1 ± 0
0,281 % Guarkumi	1	29,97 ± 0	0,43 ± 0	28,21 ± 0	7,66 ± 0
0,375 % Guarkumi	1	30,99 ± 0	0,38 ± 0	28,06 ± 0	11,23 ± 0
0,5 % Guarkumi	3	29,24 ± 0,21	0,29 ± 0,026	27,47 ± 0,089	7,98 ± 0,541
0,5 % Gk + 0,35 ksant	2	29,92 ± 0,475	0,29 ± 0,05	28,39 ± 0,51	6,95 ± 0,003

Paistohäviö ei juurikaan muutu näytteiden välillä, paitsi 0,375 % pitoisuudella. Tämä johtunee paistolämpötilan epätarkkuudesta ja paistoajan pituuden vaihtelusta. Tällöin kypsennyslämpötila on ollut joko liian matala ja kypsennyksessä mennyt kauemmin, tai liian kuuma ja kypsennyksen aikana on tästä johtuen haihtunut enemmän nestettä. Tähän voidaan mahdollisesti vaikuttaa valmistamalla lahnapihville oma kypsennysmenetelmä joko kiertoilmauunissa tai paistinpannulla.

#### 4.5.2 Rakennemittaus

Rakennemittauksia varten otettavia näytteitä leikataan ohuella alumiinilevystä valmistetulla sylinterillä. Sylinterin halkaisija on noin 15 mm. Tämä osoittautui paremmaksi kuin omenapora, joka usein mursi näytepalat. Alumiinisylinterillä otetut palat mitataan rakennemittauslaitteella ja havaittavissa on, että pienissä pitoisuuksissa guarkumi aiheuttaa takertuvuutta. Puristuksen jälkeen näyte on hajonnut lähes täysin. Kuvasta puuttuu 0,375 % pitoiset näytteet, sillä niiden mittaus suoritettiin jälkikäteen. Kuvassa 16 näytetään rakennemittaukseen otettuja näytteitä, sekä rakennemittauksen jälkeisiä näytteitä, jotka eivät ole kestäneet mittauksen aikaista puristusta.



Kuva 14. Guarkumi + ksant.kumi näytteitä ennen ja jälkeen rakennemittauksen. Taulukossa 19 on sijoitettuna saadut rakennemittauks tulokset ja ne ovat seuraavallaisia:

Taulukko 19. Guarkumi + ksantaanikumi rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	3	1264,99 ± 117,31	-2,42 ± 0,35	0,83 ± 0,04	0,64 ± 0,02	808,44 ± 68,83	674,9 ± 81
Guarkumi 0,210 %	4	836,72 ± 85,37	-13,91 ± 1,4	0,71 ± 0,03	0,44 ± 0,02	363,91 ± 24,08	257,29 ± 24,6
Guarkumi 0,281 %	4	480,03 ± 17,08	-14,16 ± 3,7	0,55 ± 0,02	0,38 ± 0,01	184,62 ± 9,58	101,98 ± 7,91
Guarkumi 0,375 %	4	442,43 ± 55,96	-14,81 ± 5,4	0,51 ± 0,06	0,35 ± 0	154,7 ± 17,57	80,56 ± 17,59
Guarkumi 0,500 %	4	372,05 ± 23,84	-4,18 ± 1,01	0,44 ± 0,01	0,34 ± 0,01	127,13 ± 10,45	56,14 ± 6,18
Guarkumi 0,500 & ksant 0,35 %	4	203 ± 11,51	-0,69 ± 0,2	0,25 ± 0,02	0,25 ± 0,01	50,44 ± 2,86	12,84 ± 1,56

Tuloksista on havaittavissa, että suurissa pitoisuuksissa lahnapihvistä tulee hyvin pehmeä. Rakenteensäästöaine toimii hyvin vedensitojana, kun sitä käytetään hyvin



vähän. Ongelmana guarkumilla on kuitenkin juurikin sen korkea vedensidontakyky, mikä edellyttää jauheen nesteytymistä vedessä, mikä myös saattaa aiheuttaa paakkujen muodostumista. Liuoksesta on mahdollista saada homogeenistä ilman öljyn lisäämistä, mutta tarvittava laitteisto saattaa maksaa paljon.

#### 4.5.3 Aw-mittaus

Aw mittauksessa oli todennäköisesti kalibraatio ongelmaa, sillä osalla näytteistä oli sama tai korkeampi aktiivisen veden pitoisuus kuin tislattulla vedellä. Näytteet oli esilämmitetty lämmityskammiossa, mikä todennäköisesti aiheutti virheellisiä tuloksia. Muutoin näytteiden välisissä aktiivisen veden pitoisuuksissa ei ollut juurikaan muutoksia. Näytteiden vedenaktiivisuus näkyy taulukossa 20 ja ne ovat seuraavalaisia:

Taulukko 20. Guarkumi + ksantaanikumi vedensidonta tuloksia.

Tuote	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0,988
Guarkumi 0,5 % 0,35 % ksantaanikumi	1,000
Guarkumi 0,5 %	1,001
Guarkumi 0,375 %	0,998
Guarkumi 0,281 %	0,988
Guarkumi 0,21 %	0,988

#### 4.5.4 Aistinvarainen arviointi

Guarkumi ei juurikaan maistu eikä tuoksu kypsennetystä tuotteesta gelatiinin tavoin, joten se on mahdollinen toimiva rakenteensäästöaine tuotekehityksessä, kunhan sitä käytetään hyvin pienissä pitoisuuksissa. Paistopinnaltaan pihveistä tuli hyviä, sekä massassa ei ole havaittavissa paakkuja, jos guarkumi on saatu nesteytymään tassaisesti lisättävään veteen. Levitettäessä ja muokatessa massaa se ei ole tarttuvaa ja pihvin muodostaminen on helppoa. Kuvassa 17 on guarkumi ja ksantaanikumi pitoinen lahnapihvi ennen kypsennystä.



Kuva 15. Guarkumi + ksant pihvi ulkonäkö ennen kypsennystä.

## 4.6 Ominaisuuksien seuranta – Guarkumi Kiertoilmauuni

### 4.6.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö

Kiertoilmauunin käyttöön ottaminen on ollut tärkeä vaihe tuotekehitystä sen kyvyn kypsentää usea tuote samassa lämpötilassa, sekä kypsennyksen aikana on mahdollista seurata tuotteen sisälämpötilaa anturin avulla. Ohjeistuksina kalapihvin kypsennykselle on internetissä ollut 175 celsiusasteen lämpötiloja normaalilla uunilla, joten kiertoilmauunilla lämpötila voi olla hieman matalampi. Kypsennykselle valittiin 160 celsiusasteen lämpötila. Haittana kiertoilmauunia käytettäessä on se, ettei tuotteelle saada vettä sitovaa paistopintaa aikaan. Kypsennys lopetetaan, kun tuotteen sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Massan valmistukseen käytettävät pitoisuudet ilmoitetaan taulukossa 21 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 21. Guarkumi käyttömääriä kiertoilmauuni testisarjassa.

Näyte	G.k (g)	Vesi (g)	Lahna (g)
Guarkumi 0,160 %	0,1563	7,5	90
Guarkumi 0,333 %	0,326	7,5	90
Guarkumi 0,500 %	0,49	7,5	90

Lahnapihvimassa valmistetaan aiemmin ilmoitetulla tavalla valmistetaan yhdeksän 30 gramman pihviä. Guarkumin nesteyttämisen yhteydessä käytetään jokaisessa liuoksessa 15 tippaa öljyä. Tipat lasketaan pasteur pipetin avulla. Näytteen 0,16 % pitoisuudella oli ongelmia nesteyttäessä ja pieniä paakkuja syntyi liuokseen. Tämä saattaa aiheuttaa virhetuloksia paistohäviössä. Tipat lasketaan pasteur pipetin avulla. Kuvassa 18 on guarkumipitoisia näytteitä kypsennyksen jälkeen.



Kuva 16. Nestettä guarkumipitoisten pihvien päällä.

Kypsennyksen jälkeen näytteiden päälle kertynyt neste poistetaan ja lahnapihvi-näytteet punnitaan talous paperin päälle, jonka jälkeen saadaan laskettua tasolle jäänyt neste. Tämä määrä erotetaan tuotteen painosta, koska se on irronnutta vettä. Jos laskettua vettä ei eroteta tuotteen loppupaino jää liian korkeaksi ja täten laskisi paistohäviötä. Taulukossa 22 on ilmoitettuna näytteiden paistohäviöt ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 22. Guarkumin paistohäviö kiertoilmaunissa tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Guarkumi 0.16%	3	29,43 ± 0,022	0,74 ± 0,093	26,6 ± 0,078	12,13 ± 0,489
Guarkumi 0.333%	3	29,47 ± 0,009	0,41 ± 0,007	27,99 ± 0,053	6,44 ± 0,17
Guarkumi 0.5%	3	29,39 ± 0,012	0,45 ± 0,012	28,02 ± 0,055	6,18 ± 0,213

Paistohäviöstä on havaittavissa, että kypsennyksen kiertoilmaunissa kypsennetty tuote pienemmissä pitoisuuksissa pitää heikommin nestettä. Tämä saattaa hyvinkin johtua huonosta guarkumin nesteytyksestä liuoksen valmistuksen aikana. Näytteet kuitenkin osoittavat guarkumin olevan hyvinkin kelvollinen tuotteen tuotekehitykseen sen korkean vedensidontakyvyn ansiosta.

#### 4.6.2 Rakennemittaus

Rakennemittausta varten kypsennetyistä näytteistä leikataan kolme näytepalaa omenaporan avulla. Tekniikka on parempi, kun omenaporan lyö nopeasti pihvin lävitse, eikä yritä varovaisesti pyörittämällä leikata palasta. Guarkumipitoisten näytteiden rakennemittauksista saadut tulokset on ilmoitettu taulukossa numero 23 ja tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 23. Guarkumin rakennemittaus kiertoilmauuni tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Guarkumi 0,160 %	9	378,45 ± 14,67	-16,33 ± 2,63	0,65 ± 0,01	0,57 ± 0,01	214,03 ± 7,4	139,09 ± 5,86
Guarkumi 0,333 %	9	212,34 ± 5,69	-38,17 ± 2,2	0,59 ± 0,01	0,48 ± 0,01	101,82 ± 2,48	59,95 ± 1,87
Guarkumi 0,500 %	9	210,84 ± 7,57	-39,67 ± 2,49	0,58 ± 0,02	0,48 ± 0,01	103,32 ± 3,6	76,58 ± 3,66

Tuloksista voidaan päätellä, että 0,333 % pitoisuudella ollaan aivan guarkumin vedensidonnan rajalla näytteessä. Lisättäessä enemmän guarkumia ei saavuteta kovinkaan suurta muutosta näytteen ominaisuuksiin. Tarve mitata 0,16 % pitoisuus uudestaan ei ole kovinkaan suuri, sillä maksimipitoisuus on jo saavutettu. Takertuvuus tuotteella on hyvin suuri.

Verrattaessa paistinpannulla kypsennettyihin tuotteisiin on huomattavassa suuria eroja takertuvuuden, koheesiovoiman, kumimaisuuden ja pureskeltavuuden kanssa. Nämä johtunevat paistopinnan muodostumisesta ja lämmön siirron nopeudesta tuotteen sisälle.

#### 4.6.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Otettaessa rakennemittausta varten näytteitä samalla muserretaan Aw-mittauslaitteiston mittakuppeihin näytettä mittaviivaan asti. Näytteet laitetaan heti mittaukseen, sillä mittaus kestää testeissä kauiten. Aw-mittaus ei tuottanut suuria eroavaisuuksia näytteiden välillä. Mittaustulokset on ilmoitettu taulukossa 24 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 24. Guarkumin aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.

Näyte	Rakenteensäätöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäätöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,981
Guarkumi 0.16%	0,048	29,43	25,86	3,57	1,54	0,981
Guarkumi 0.333%	0,101	29,47	27,58	1,90	3,18	0,987
Guarkumi 0.5%	0,151	29,39	27,57	1,82	3,20	0,981

Näytteiden välillä mitataan rakenteensäätöaineiden vedensidontakykyä. Aiemmin testeissä ilmoitetun ongelmien vuoksi, näytteen 0,16 % tuloksissa on huomattavissa haitallinen piikki. Guarkumi on osoittautunut erittäin hyväksi vedensitojaksi massaan lisättäessä ja kypsennyksen aikana.

#### 4.6.4 Aistinvarainen arviointi

Paistinpannalla kypsennyksen tavoin guarkumi toimii kiertoilmaunilla kypsentaessäkin. Pihvi kuitenkin jää molemmissa tapauksissa tahmeaksi ja hyvin pehmeäksi. Ei tarvitse paljoa sormella painaa, että pihvi painuu kasaan. Soveltuvuus tuotekehityksessä guarkumilla on erinomainen sen suuren vedensidontakyvyn vuoksi ennen kypsennystä ja kypsennyksen aikana. Rakenteen parantamiseksi on kuitenkin suositeltavaa yhdistää guarkumia jonkin rakennetta parantavan aineen kanssa. Rakenteellisesti kypsennetyissä pihveissä ei ollut huomattavissa guarkumi-paakkuja, joten liuksen valmistus ja sekoitus lahnamassaan onnistui hyvin.

Kiertoilmaunissa kypsennetyt pihvit jäävät ilman paistopintaa ja täten hyvin haalean värisiksi ja täten on suositeltavaa, että jatkotutkimuksia tehdään pintapaistolaitteella. Tällöin tuote saadaan kypsennettyä hyvin nopeasti, sekä nesteen irtoamista estävä paistopinta saavutetaan. Tällä on myös rakenteellista ja esteettistä etua.

## 4.7 Ominaisuuksien seuranta – Psyllium paistinpannu

### 4.7.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö

Testeillä pyritään selvittää, soveltuuko psyllium lahnapihvin tuotekehityksessä. Sillä on lupaavia vedensitovia ominaisuuksia havaittuna jo aiemmissa kokeissa. Ensimmäisen kahden minuutin sisällä psyllium alkaa tehokkaasti nesteytymään ja on pian lähes mahdotonta sekoittaa lahnamassaan. Testejä suoritettiin ensin käyttäen paistinpannuja, mutta myöhemmissä testeissä aloitettiin käyttämään kiertoilmauunia tasanaisemman kypsennystulosten saavuttamiseksi. Toinen ongelma ilmeni, kun näitä näytteitä mitattiin rakennemittarilla. Laitteisto lakkasi toimimasta kokonaan ja suurin osa näytteistä jäi mittaamatta. Ennen seuraavaa testisarjaa laitteisto huollettiin huolellisesti. Huollosta huolimatta laite jatkaa oikuttelemista ja mittaustapaan jouduttiin tekemään muutoksia. Kuvassa 19 näkyy psyllium pitoiset näytteet ennen ja jälkeen kypsennystä.



Kuva 17. Psyllium paistopinta paistinpannulla kypsennettynä.

Lahnapihvimassan valmistaminen tehdään aiemmin esitetyllä tavalla ja käytettävät määrät ilmoitetaan taulukossa numero 25. Käyttömäärät ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 25. Psylliumin käyttömäärät paistinpannu testisarjassa.

Näyte	Psyllium (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
-------	--------------	----------	----------------

Psyllium 0,16 %	0,162	7,50	90
Psyllium 0,333 %	0,326	7,50	90
Psyllium 0,5 %	0,490	7,50	90
Psyllium 0,75 %	0,737	7,50	90
Psyllium 1,079 %	1,062	7,50	90

Kypsennys suoritetaan paistinpannalla, jolle on hierottu pieni määrä öljyä, jottei näyte pala pannuun kiinni. Kypsennys suoritetaan kohtuullisella lämmöllä ja suhteellisen nopeasti, jottei tuotteesta irtoa ylimääräistä nestettä. Tuote on kypsä, kun sen sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Sisälämpötilan mittaaminen tuottaa vieläkin ongelmia ja tuotteet kypsyvät välillä liikaa mittauksen epätarkkuuden vuoksi. Kypsennyksestä saadut tulokset näkyvät taulukossa numero 26 ja saadut tulokset ovat seuraavanlaisia:

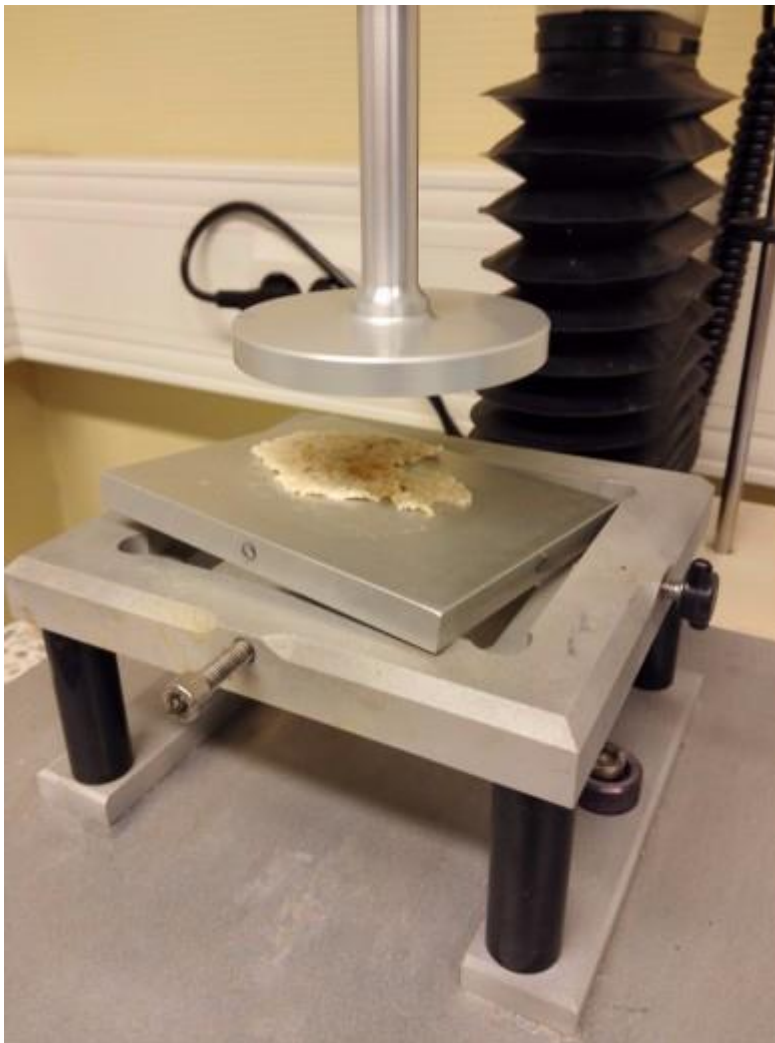
Taulukko 26. Psylliumin paistohäviö paistinpannalla tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,8 ± 0,055	24,41 ± 0,173	0,25 ± 0,044	18,92 ± 0,642
Psyllium 0,16 %	3	29,99 ± 0,093	24,23 ± 0,088	0,25 ± 0,044	20,03 ± 0,659
Psyllium 0,333 %	3	29,45 ± 0,365	25,47 ± 0,145	0,21 ± 0,017	14,22 ± 1,216
Psyllium 0,5 %	3	29,81 ± 0,015	24,77 ± 0,203	0,25 ± 0,04	17,75 ± 0,599
Psyllium 0,75 %	3	29,77 ± 0,036	26,52 ± 0,091	0,26 ± 0,038	11,78 ± 0,351
Psyllium 1,079 %	3	29,72 ± 0,049	26,91 ± 0,009	0,23 ± 0,036	10,23 ± 0,282

Saaduista arvoista on huomattavissa, että paistohäviöt eroavat suuresti toisistaan ja haluttua optimaalista on vaikea lähteä arvioimaan. Ongelmana yleisimmin on tuotteen sisälämpötilan mittauksen hankaluus, sekä kypsennystason nopeasti kasvava lämpötila mittausten edetessä. Psyllium pitoisuuden kasvaessa, on kuitenkin havaittavissa sen positiivinen vaikutus tuotteessa. Psylliumin käyttöä rakenteensäästöaineena lahnapihvissä jatketaan kiertoilmauunia apuna käyttäen tarkempien tuloksien toivossa.

#### 4.7.2 Rakennemittaus

Näytteitä otetaan omenaporan mittojen mukaan tehdyn alumiinisylinterin avulla, joka on testauksen alla. Todennäköisesti tämän avulla saadaan näyte otettua murtumatta ja sijoitettua testialustalle hajoamatta. Rakennemittauslaitteisto hajosi kesken ensimmäisen mittausserän aikana, joten näistä ei ole saatavilla luotettavia mittaus tuloksia. Kuvassa 20 näkyy, kuinka laitteisto on painanut näytteen läpi suoraan levyyn ja vetäen tämän irti telineestään.



Kuva 18. Rakennemittauslaitteisto meni epäkuuntoon.

Myöhemmissä mittauksissa ilmeni myös ongelmia, vaikka laitteisto on huollettu. Suuria ongelmia ei näissä mittauksissa ilmennyt, mutta laitteisto mittasi entiseen tapaan tyhjää ja sen sai korjattua vain käynnistämällä laitteiston uudelleen. Mittaus tulokset näkyvät taulukossa 27 ja tulokset olivat seuraavanlaisia:



Taulukko 27. Psylliumin rakennemittaus paistinpannalla tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	9	974,03 ± 71,81	-32,57 ± 10,78	0,81 ± 0,01	0,63 ± 0,01	611,88 ± 44,68	496,35 ± 41,71
Psyllium 0,750 %	6	563,8 ± 23,5	-0,33 ± 0,1	0,56 ± 0,01	0,44 ± 0,01	248,38 ± 9,69	138,15 ± 5,88
Psyllium 1,079 %	11	389,4 ± 21,07	-0,75 ± 0,26	0,56 ± 0,02	0,44 ± 0,01	169,85 ± 8,33	94,13 ± 5,02

Mittausten vähäinen määrä ja mittauslaitteiston virheet saattavat antaa näissä mittauksissa virheellisiä tuloksia. Myöskään kypsennyksen aikana tulevat virheelliset arvot haittaavat lopullista arviointia. Mittaustuloksia vertaillaan yhteenvedossa kokeittövaiheen viimeisessä vaiheessa.

#### 4.7.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Aktiivisen veden mittausta varten kypsennetyistä näytteistä otetaan pieniä palasia, jotka muserretaan ja sekoitetaan pienessä lasikipossa ja mitataan mittauslaitteiston mittakipon puoleen väliin asti. Seuraavat näytteet sijoitetaan esilämmityskammioon, jotta mittausaika lyhenisi. Tulokset näkyvät taulukossa 28 ja ne olivat seuraavanlaisia:

Taulukko 28. Psylliumin aw-mittaus ja sidottu vesi paistinpannalla tuloksia.

Näyte	Rakenteensäästöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0	29,80	24,16	5,64	0,00	0,984
Psyllium 0,16 %	0,048	29,99	23,98	6,01	-0,25	0,981
Psyllium 0,333 %	0,101	29,45	25,21	4,24	1,09	0,987
Psyllium 0,5 %	0,151	29,81	24,51	5,29	0,23	0,981
Psyllium 0,75 %	0,226	30,00	26,28	3,72	1,90	0,984
Psyllium 1,079 %	0,323	30,00	26,66	3,34	2,25	0,984

Mittauksista on huomattavissa, että vedenaktiivisuus ei juurikaan muuttunut näytteiden välillä ja psyllium hyvin pienissä pitoisuuksissa ei sido juurikaan näytteen sisältämää nestettä. Korkea paistohäviö johtunee myös siitä, ettei se kypsennyksen aikana pysty nopeasti sitomaan irtoavaa nestettä.

#### 4.7.4 Aistinvarainen arviointi

Paistinpannulla kypsennettäessä lahnapihvi saa ihan hyvän paistopinnan, joka jokseenkin estää ylimääräisen veden irtoamista tuotteesta. Ulkonäöltään ja rakenteeltaan pihvi on lähes samanlainen kuin muutkin, vaalea ja pehmeä. Suutuntumaltaan näytteet eivät tunnu pahalta. Ei ole liian tahmea tai rakenteensäätoaine ei maistu näytteistä. Rakenteensäätoaine ei myöskään tuo tuotteeseen ylimääräisiä hajuja. Tuotteelle on todennäköisesti mahdollista saada parempi paistohäviö lisäämällä rakenteensäätoainetta ja parantamalla kypsennysmenetelmää.

### 4.8 Ominaisuuksien seuranta – Psyllium kiertoilmauuni

#### 4.8.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö

Mittaustulosten tarkkuuden parantamiseksi otetaan kiertoilmauuni käyttöön. Sillä on mahdollista pitää kypsennyslämpötila tasaisena, tarkkailla sisälämpötilan kohoamista sekä kypsentää usea tuote samoissa olosuhteissa. Lahnapihvimassan valmistaminen suoritetaan edellä mainitun ohjeen mukaan ja pitoisuuksina käytetään edellisten testien perusteella hyväksi havaittuja määriä. Myös uusi määrite rakenteensäätoaineettomalle lahnapihville on valmistettava, kun kypsennysmenetelmää vaihdetaan. Käytettävät pitoisuudet ovat taulukossa 29 ja testipitoisuudet ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 29. Psylliumin käyttömäärä kiertoilmauuni testisarjassa.

Näyte	Psyllium (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
Rakenteensäätoaineeton	0,000	7,5	90
Psyllium 0,75 %	0,739	7,5	90
Psyllium 1,3074 %	1,288	7,5	90

Kiertoilmauunin asetuksina käytetään 160 celsiusastetta, sisätilan kosteutta ei nosteta ja käytetään ilmakierron matalinta nopeutta, koska suuremmilla ilmavirtauksilla lahnapihvit liikehtivät alumiinifolion päällä. Kiertoilmauunia ei esilämmitetä lämpö-

mittarin asennusvaikeuksien vuoksi. Pihvit ovat hyvin ohuita ja pehmeitä, joten kankaan mittarin asennus vaatii tarkkuutta ja kärsivällisyyttä, jottei näyte menetä muotoaan tai murru. Kypsennys lopetetaan, kun näytteet saavuttavat 65 celsiusasteen sisälämpötilan. Kypsennyksestä saadut tulokset näkyvät taulukossa 30 ja saadut tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 30. Psylliumin paistohäviö kiertoilmauunissa tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Lisäaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Psyllium 0,75 %	3	29,42 ± 0,025	1,16 ± 0,022	25,86 ± 0,091	16,06 ± 0,362
Psyllium 1,3074 %	3	29,41 ± 0,009	1,17 ± 0,053	26,91 ± 0,007	12,48 ± 0,131

Mittauksista on huomattavissa, että kiertoilmauunilla tuotteesta irtoaa huomattavasti enemmän nestettä. Kypsennyksen jälkeen on tuotteen pinnalla havaittavissa pieni lammikko nestettä, joka on päässyt irtoamaan puuttuvan paistopinnan vuoksi. Neste poistetaan käyttäen talouspaperia. Myös paistohäviötä punnittaessa on tuotteesta punnittava tasolle jäävä neste, jotta voidaan arvioida paljonko itse näyte enää painaa. Havaittavissa on kuitenkin se, että paistohäviö on viimeinkin lähes tasainen näytteiden välillä.

#### 4.8.2 Rakennemittaus

Alumiinisylinteri on osoittautunut epäkelvoksi leikkaustavaksi sen tasaisen leikkausterän vuoksi, joka lopulta aiheutti enemmän haittaa kuin hyötyä. Käyttöön otetaan takaisin omenapora, jolla saadaan otettua ehjä näyte nopealla napautuksella. Jokaisesta kypsennyksestä näytteestä otetaan kolme näytettä rakennemittauksia varten. Mittaus suoritetaan hyväksi katsotulla tavalla, jossa automaattisen mittauksen alkamisen sijaan käytetään manuaalista mittauksia. Tällöin mittaustaso asetetaan hienon näytettä korkeammalle ja mittaus alkaa heti. Tällä tavoin mittaustulokset ei enää mittaa tyhjää kuten aiemmin. Taulukossa 31 on ilmoitettu saadut rakennemittauksen tulokset ja mittaustulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 31. Psylliumin rakennemittaus kiertoilmauunissa tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Psyllium 0,750 %	9	428,66 ± 21,31	-28 ± 6,54	0,56 ± 0,01	0,44 ± 0,01	186,78 ± 9,05	104,79 ± 5,45
Psyllium 1,307 %	9	390,78 ± 11,58	-26,56 ± 4,68	0,55 ± 0,01	0,42 ± 0,01	163,13 ± 4,83	88,98 ± 2,63

Rakennemittauksen perusteella on huomioitavissa, että 0,75 % pitoinen näyte on hieman pehmeämpi, kun se on kypsennetty kiertoilmaunissa. Tämä johtunee paistopinnan puuttumisesta. Takertuvuus on myös noussut huomasti, koska tuotteella ei ole paistopintaa ja täten pinta on kostea ja tarttuva. Muilta arvoiltaan näyte on lähes samanlainen verrattuna paistinpannulla kypsennettyyn.

#### 4.8.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Kun näytteet on kerätty omenaporalla rakennemittauksia varten, voidaan ottaa näytteitä vedenaktiivisuusmittausta varten. Mittauskippoon sijoitetaan näytettä merkki- viivaan asti ja kippo laitetaan laitteeseen mittausta varten. Toinen kippo laitetaan esilämmitys säiliöön, jotta mittausaika lyhenisi. Mittaustulokset on sijoitettu tauluk- koon 32 ja tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 32. Psylliumin aw-mittaus ja sidottu vesi kiertoilmaunissa tuloksia.

Näyte	Rakenteensäästöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,984
Psyllium 0,75 %	0,225	29,42	24,70	4,73	0,71	0,981
Psyllium 1,079 %	0,323	29,41	25,22	4,19	1,17	0,987
Psyllium 1,3074 %	0,391	29,41	25,74	3,67	1,63	0,981

Jälleen on huomattavissa, että vedenaktiivisuus hyppii satunnaisesti edestakaisin. Suurimpia muutoksia tuotteella voi olla tämän suhteen, jos tuote menettää hyvin suuren nestemäärän.

Sidottu vesi on suhteellisen pieni käytetyn rakenteensäästöaineen määrään ja näh- täväksi jää, miten se pärjää muiden käytettävien rakenteensäästöaineiden kanssa.

#### 4.8.4 Aistinvarainen arviointi

Näytteet ei muuten eroa paistinpannulla kypsennetyistä näytteistä, muuten kuin paistopinnan puuttumisella. Sellaisenaan tuote ei tule selviämään markkinoilla, vaan se tarvitsee hyvän paistopinnan ollakseen houkutteleva. Huomattava etu kuitenkin on, että näytteitä on huomattavasti helpompi ja nopeampi kypsentää kiertoilmauunilla. Myös uusien asetusten käyttöönotto kiertoilmauunissa mahdollistaa jatkovirtely tuotteen rakenteen kehityksessä.

Sinänsä psyllium osoittautui lupaavaksi alussa, mutta sen vedensidontanopeus ei ole kovin hyvä ajatellen kypsennyksen nopeutta ja silloin irtoavaa nestettä. Tuotteen kypsennys ei kestä montaa minuuttia ja sen aikana tulisi sitoa kaikki irtoava neste, jotta tuote olisi mahdollisimman tuotantotehokas. Jää nähtäväksi, miten tämä on verrattavissa muihin rakenteensäästöaineisiin.

### 4.9 Ominaisuuksien seuranta – Johanneksenleipäpuujauhe

#### 4.9.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö

Testeillä pyritään selvittää johanneksenleipäpuujauheen soveltuvuutta lahnapihvin tuotekehityksessä. Rakenteensäästöaineena se on osoittanut hyviä tuloksia sitoessaan nesteen hyvin ja muodostaen kiinteän rakenteen. Myöskään korkea lämpötila ei vaikuttanut rakenteeseen negatiivisesti testin aikana. Näytteitä kypsennetään kiertoilmauunilla, joka on osoittautunut erityisen hyväksi tehdessä koekeittövaiheessa tuotetestejä. Lahnapihvimassa valmistetaan ohjeistuksen mukaan ja käytettävät pitoisuudet näkyvät taulukossa 33 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 33. Johanneksenleipäpuujauheen käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	J.P jauhe (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
J.P jauhe 0,5 %	0,493	7,5	90
J.P jauhe 1,0 %	0,985	7,5	90
J.P jauhe 1,5 %	1,478	7,5	90

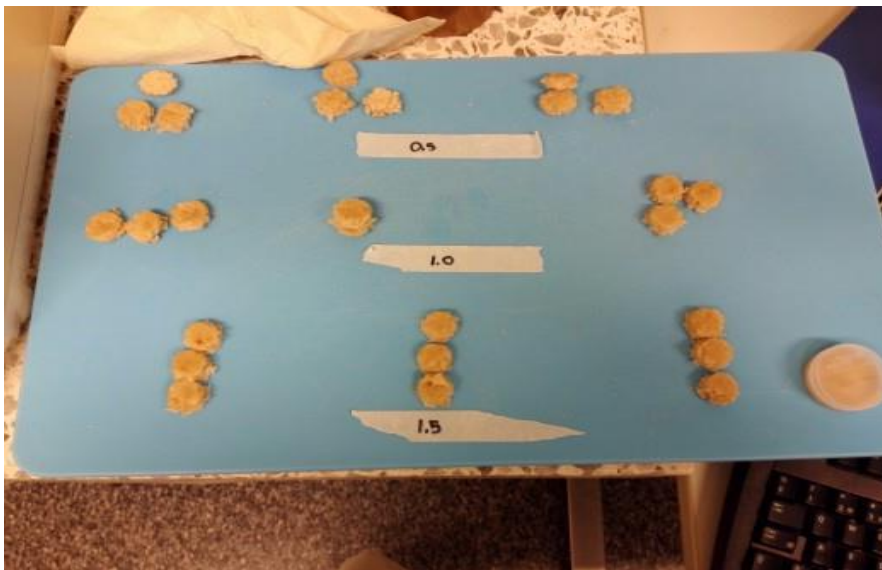
Massan valmistukseen ei tarvinnut käyttää öljyä guarkumin tavoin tällä kertaa ja paakkuja ei syntynyt rakenteensäästöaineliuoksen valmistamisen aikana. Näytteitä lähdetään kypsentämään kiertoilmauunissa 160 celsiusasteessa, matalalla ilman- kierrolla ilman sisätilan kosteutusta. Kypsennys lopetetaan, kun sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Paistohäviön yhteydessä tehdyt mittaukset on sijoitettu taulukkoon 34 ja saadut tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 34. Johanneksenleipäpuujauheen paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
J.P jauhe 0,5 %	3	29,4 ± 0,02	0,95 ± 0,061	25,44 ± 0,181	16,69 ± 0,687
J.P jauhe 1,0 %	3	29,4 ± 0,009	0,85 ± 0,048	26,34 ± 0,084	13,29 ± 0,369
J.P jauhe 1,5 %	3	29,41 ± 0,022	0,81 ± 0,012	26,36 ± 0,093	13,09 ± 0,368

Saatujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että johanneksenleipäpuujauhe käyttäytyy samalla tavoin psylliumin kanssa, mutta hieman huonommin. Paistohäviö pysyy tasaisena näytteiden välillä ja suuria eroavaisuuksia ei ole enää havaittavissa. Vertailukohtainen arvio tehdään, kun kaikki näytteet on mitattu.

#### 4.9.2 Rakennemittaus



Kuva 19. Johanneksenleipäpuupitoisia näytteitä ennen rakennemittausta.

Kuvassa 21 näkyy rakennemittausta varten otetut näytteet ennen mittausta. Omenaporalla otettujen näytteiden rakennetta mitataan rakennemittauslaitteen TPA metodilla. Rakennemittauksesta saadut tulokset on sijoitettu taulukkoon 35 ja mittauksessa saatiin seuraavanlaisia tuloksia:

Taulukko 35. Johanneksenleipäpuujauheen rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
J.leippujauhe 0,5 %	9	502,26 ± 15,84	-36,68 ± 5,81	0,67 ± 0,01	0,47 ± 0,01	236,89 ± 7,67	160,3 ± 7,46
J.leippujauhe 1,0 %	9	332,25 ± 14,35	-48,04 ± 8,21	0,41 ± 0,01	0,35 ± 0,01	117,3 ± 4,33	48,12 ± 2,64
J.leippujauhe 1,5 %	9	311,82 ± 11,22	-25,21 ± 5,4	0,36 ± 0,01	0,33 ± 0,01	102,4 ± 2,61	37,36 ± 2,02

Mittaustuloksista on huomattavissa, että näyte on pehmeäkö ja tahmea. Tuloksista on havaittavissa, että näyte 0,5 % on todennäköisesti viallinen, koska sen puristukseen samoihin mittoihin tarvitaan paljon enemmän voimaa. Jotta saataisiin lineaarisempi tulos olisi tämä mittaus tehtävä uudelleen.

#### 4.9.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Vedenaktiivisuusmittausta varten otetaan mittakippoihin näytteitä, jotka sitten rakennemittauksen ohessa mitataan. Toinen näyte laitetaan esilämmityskammioon, jossa se lämmitetään lähelle mittauskammion lämpötilaa, jotta mittausaika laskisi huomattavasti. Mittauksessa saatiin seuraavanlaisia tuloksia:

Taulukko 36. Johanneksenleipäpuujauheen aw-mittaus ja sidottu vesi tuloksia.

Näyte	Rakenteensäästöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,984
J.P jauhe 0,5 %	0,151	29,40	24,49	4,91	0,11	0,981
J.P jauhe 1,0 %	0,201	29,40	25,49	3,91	1,06	0,987
J.P jauhe 1,5 %	0,448	29,41	25,56	3,85	0,92	0,981

Vedenaktiivisuudesta on havaittavissa, että se ei koskaan mene yli 0,990 vaan pysyy sen ja 0,980 välissä. Tämä on ominaista käytetyille rakenteensäästöainepitoisuuksille. Varsinaisia johtopäätöksiä tästä ei voi lähteä vetämään, sillä arvot vaihtelevat olematta rinnastettavissa käytettyyn rakenteensäästöainemäärään.

Sidotun veden määrästä on havaittavissa, että on hyvin lähellä arvoon, joka on matalammassa pitoisuudessa psylliumilla. Näiden kahden välillä on lähdettävä tutki-  
maan tarkemmin rakenteellisia muutoksia näytteiden välillä.

#### **4.9.4 Aistinvarainen arviointi**

Näytteet jäivät haaleiksi kuten muissakin testeissä. Myöskään käytetty rakenteen-  
säätöaine ei maistu tai tuoksu tuotteesta eikä sillä ole juurikaan suutuntumaa. Jo-  
hanneksenleipäpuujauhe on tuotekehityksen kannalta ihan hyväksyttävä vaihto-  
ehto. Suuremmissa pitoisuuksissa olisi mahdollista päästä lähelle minimipaistohä-  
viötä. Jotta rakenteensäätöaine olisi hyvä tuotekehityksen kannalta, sen tulisi sitoa  
hyvin nestettä ennen kypsennystä ja kypsennyksen aikanakin.

### **4.10 Ominaisuuksien seuranta – Sokerijuurikaskuitu**

#### **4.10.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö**

Sokerijuurikaskuitu eroaa muista rakenteensäätöaineista siten, että se on suurina  
hiutaleina ja se joudutaan jauhamaan hienoksi jauheeksi käsin. Se kykenee sito-  
maan itseensä 3–4 kertaa oman painonsa määrän vettä, mutta nähtäväksi jää  
kuinka se soveltuu lahnapihvin tuotekehitykseen. Se on osoittanut jo heikkoa ve-  
densidotakykyä aiemmissa testeissä ja on hankala prosessoida käyttökelpoiseksi.  
Sokerijuurikaskuidun soveltuvuutta lähdetään testaamaan käyttäen kiertoilmaunia  
ja nostamalla sokerijuurikaskuidun pitoisuutta puolen prosentin välein. Uuden ra-  
kennemittausmenetelmän ansiosta mittaukset ovat hyvin nopeita ja luotettavia. On-  
gelmat ovat lakanneet esiintymästä ja testaukset voivat jatkua ongelmitta.

Koska sokerijuurikaskuitua myydään isoina hiutaleina ja jotta sillä olisi parempi ve-  
densitomiskyky, sitä on jatkokäsiteltävä hienommaksi. Tämä onnistuu morttelia  
apuna käyttäen. Morttelin pohjalle ripotellaan ruokalusikallinen hiutaleita ja niitä jau-  
hetaan, kunnes pohjalla on sopiva määrä jauhetta. Tämä jauhe viedään tiheään sii-



vilän läpi, jotta vain pienin partikkelikoko pääsee läpi. Läpimenemätön jauhe laite-  
taan takaisin mortteliin ja jauhamista jatketaan, kunnes hienoa jauhetta on tarpeeksi  
testejä varten. Kuvassa 22 näkyy sokerijuurikaskuitu ennen ja jälkeen jauhannan.



Kuva 20. Sokerijuurikaskuitu ennen ja jälkeen morttelilla jauhamisen.

Muulla tavoin massan valmistus suoritetaan samalla tavalla kuin muissakin tapauk-  
sissa. Käyttöpitoisuudet näkyvät taulukossa 37 ja taulukko on seuraavanlainen:

Taulukko 37. Sokerijuurikaskuidun käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	Sokerijuurikaskuitu (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
S.Kuitu 0,5 %	0,493	7,5	90
S.Kuitu 1,0 %	0,985	7,5	90
S.Kuitu 1,5 %	1,478	7,5	90

Kypsennys suoritetaan kiertoilmaunissa 160 celsiusasteessa, vähäisellä kiertoil-  
malla sekä ilman sisäilman kosteutusta. Paistohäviön yhteydessä otetut arvot ovat  
taulukossa 38 ja saadut tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 38. Sokerijuurikaskuidun paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
S.Kuitu 0,5 %	3	29,4 ± 0,023	1,26 ± 0,089	25,04 ± 0,289	19,11 ± 1,122
S.Kuitu 1,0 %	3	29,39 ± 0,015	1,18 ± 0,026	25,83 ± 0,06	16,16 ± 0,298
S.Kuitu 1,5 %	3	29,42 ± 0,012	1,18 ± 0,058	26 ± 0,107	15,62 ± 0,483

Saaduista arvoista on pääteltävissä, että sokerijuurikkaalla ei ole kovin hyvä vedensidontakyky ja on täten kelpaamaton tuotekehitykseen. Jotta sokerijuurikaskuitu sitoisi saman määrän vettä, kuin muut käytetyt rakenteensäästöaineet, sitä tulisi käyttää huomattavasti enemmän. Tuloksista on myös havaittavissa, että näytteiden välinen kypsennys on onnistunut suhteellisen hyvin, ei ole hirveän korkeita eroja paistohäviössä.

#### 4.10.2 Rakennemittaus

Omenaporalla leikataan jokaisesta näytteestä kolme saman muotoista ja kokoista palasta rakennemittausta varten. Näytteet sijoitetaan leikkuulaudalle järjestykseen. Koska mittauspääte on lähes samalla korkeudella kuin näyte, niin näytteet joudutaan sijoittamaan ja poistamaan laitteesta viivoitinta apuna käyttäen ja taso pyyhittään talouspaperilla mittausten välissä. Rakennemittauksesta saadut tulokset on sijoitettu taulukkoon 39 ja mittaustulokset olivat seuraavanlaisia:

Taulukko 39. Sokerijuurikaskuidun rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Sokerijuurikaskuitu 0,5 %	9	574,67 ± 31,65	-5,18 ± 1,6	0,74 ± 0,02	0,68 ± 0,01	387,42 ± 20,57	289,67 ± 21,69
Sokerijuurikaskuitu 1,0 %	9	563,72 ± 24,98	-6,52 ± 0,9	0,75 ± 0,01	0,65 ± 0	364,24 ± 15,3	272,22 ± 14,3
Sokerijuurikaskuitu 1,5 %	9	556,83 ± 21,5	-7,1 ± 1,23	0,73 ± 0,02	0,67 ± 0,01	374,56 ± 13,67	275,65 ± 13,32

Rakennemittauksesta ei ole erikoista mainintaa. Paistohäviön ollessa suuri tuote on rakenteeltaan kovempi ja täten käytettävä voima halutun deformaation saamiseksi on suurempi.

#### 4.10.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Näytteet aktiivisen veden mittaukseen otetaan rakennemittausnäytteiden ottamisen yhteydessä. Mittakippoon sijoitetaan murskattua näytettä mittaviivaan asti ja näytteet sijoitetaan mittauslaitteistoon. Mittaustulokset on sijoitettu taulukkoon 40 ja tulokset olivat seuraavanlaisia:

Taulukko 40. Sokerijuurikaskuidun aw-mittaus ja sidottu vesi tuloksia.

Näyte	Rakenteensäätöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäätöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,984
S.Kuitu 0,5 %	0,151	29,40	23,78	5,62	-0,61	0,981
S.Kuitu 1,0 %	0,201	29,39	24,64	4,75	0,16	0,987
S.Kuitu 1,5 %	0,448	29,42	24,83	4,60	0,19	0,981

Huomattavissa on, että aktiivinen vesi on pysynyt suhteellisen korkeana, mutta silti tasaisena. Tietoa siitä ei ole, miten tämä edistää tuotekehitystä eteenpäin.

Sidotun veden määrä suhteessa käytettyyn rakenteensäätöaineen määrään ei ole kovinkaan hyvä ja täten rakenteensäätöainetta ei suositella käytettävän tuotekehityksessä. Rakenteensäätöainetta suositellaan käytettävän kuidun lisääjänä tuotteissa, joilla siihen on tarvetta.

#### 4.10.4 Aistinvarainen arviointi

Käytettäessä sokerijuurikaskuitua tuotteelle tulee hiekkainen suutuntuma, mikä ei ole eduksi tuotteelle. Muutoin tuote on ulkonäöltään ja tuoksultaan samanlainen muihin nähden. Tuotteella on haalea pinta ja tuoksuu hyvin kalalle.

### 4.11 Ominaisuuksien seuranta – Perunajauho

#### 4.11.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö

Testeillä pyritään selvittää perunajauhon soveltuvuutta lahnapihvin tuotekehityksessä. Sitä käytetään pitkälti suurustamiseen ja jauhoseoksissa leivonnassa. Aiempien testien perusteella perunajauho ei kyennyt sitomaan vettä kovinkaan hyvin yksikseen pienissä pitoisuuksissa. Näytteet kypsennetään kiertoilmauunilla, jotta tuotteiden väliset paistohäviöt pysyisivät tasaisempana.

Lahnapihvimassan valmistus tehdään aiemmin ilmoitetun reseptin mukaan ja perunajauho lisätään lämpimään veteen ennen lahnamassaan sekoitusta. Käytettävät pitoisuudet on sijoitettu taulukkoon 41 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 41. Perunajauhon käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	Perunajauho (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
Perunajauho 0,5 %	0,493	7,5	90
Perunajauho 1,0 %	0,985	7,5	90
Perunajauho 1,5 %	1,478	7,5	90

Kypsennys suoritetaan kiertoilmauunissa 160 celsiusasteessa, pienimmällä ilmavirralla ja ilmankosteutusta ei käytetä. Tuote on kypsä, kun se saavuttaa 65 celsiusasteen sisälämpötilan. Kypsennyksen yhteydessä otetut arvot on sijoitettu taulukkoon 42 ja tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 42. Perunajauhon paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Perunajauho 0,5 %	3	29,44 ± 0,012	1,2 ± 0,122	25,01 ± 0,049	19,16 ± 0,23
Perunajauho 1,0 %	3	29,42 ± 0,024	0,99 ± 0,125	25,34 ± 0,136	17,25 ± 0,854
Perunajauho 1,5 %	3	29,4 ± 0,007	1,11 ± 0,13	25,72 ± 0,01	16,27 ± 0,43

Ei niinkään ole yllätys, kun perunajauho ei juurikaan kykene sitomaan nestettä, joka tuli jo aiemmissa testeissä havaittua. Huonosta vedensidontakyvystä huolimatta tuloksista on nähtävissä kiertoilmauunin toimivuus järkevänä vaihtoehtona kypsennystapaa valittaessa koekeittiövaihetta varten. Vaikka määrät vaihtelevat vähän, ne eivät kuitenkaan vaihtele liikaa häiritäkseen tuloksia. Myöhemmin ajatellen maissi-tärkkelys olisi voinut ehkä olla parempi vaihtoehto. Kypsennyksessä näytteillä on sama pieni nestelammikko niiden päällä ja se on poistettava talouspaperin avulla.

#### 4.11.2 Rakennemittaus

Omenaporalla kerätään jokaisesta näytteestä kolme näytettä rakennemittausta varten. Näytteet ovat saman kokoisia ja muotoisia toisiinsa nähden. Rakennemittauksesta saadut tulokset on sijoitettu taulukkoon 43 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 43. Perunajauhon rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Perunajauho 0,5 %	9	512,27 ± 42,67	-5,12 ± 2,14	0,52 ± 0,02	0,45 ± 0,01	344,13 ± 26,97	268,32 ± 25,74
Perunajauho 1,0 %	9	468,11 ± 25,15	-4,56 ± 1,32	0,5 ± 0,01	0,44 ± 0,01	307,42 ± 12,58	230,68 ± 12,94
Perunajauho 1,5 %	9	385,95 ± 23,78	-1,98 ± 0,57	0,45 ± 0,02	0,43 ± 0	246,12 ± 14,18	166,46 ± 13,68

Aiemmistä tuloksista oli oletettavissa, että näyte on rakenteeltaan kovempaa, sillä perunajauho ei juurikaan vaikuttanut näytteen vedensidontakykyyn.

#### 4.11.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Näytteistä joista on jo omenaporalla leikattu näytteitä rakennemittauksista varten, mu-serretaan vedensidontamittauksista varten mittakippojen puoleen väliin. Mittaus suori-tetaan rakennusmittauksen yhteydessä, jotta aikaa kuluisi mahdollisimman vähän. Tulokset ovat nähtävissä taulukossa 44 ja saadut arvot ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 44. Perunajauhon aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.

Näyte	Rakenteensäästöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,984
Perunajauho 0,5 %	0,151	29,44	23,80	5,64	-0,61	0,981
Perunajauho 1,0 %	0,201	29,42	24,34	5,07	-0,07	0,987
Perunajauho 1,5 %	0,448	29,40	24,61	4,78	-0,01	0,981

Näytteiden aktiivinen veden arvoja on vaikea lähteä arvioimaan, sillä varsinaista vertailukohdetta tälle arvolle ei ole tullut.

Sidottu vesi taasen kertoo jo paljon perunajauhon vedensidontakyvystä. Suhteessa käytettyyn määrään se ei juurikaan kykene sitomaan vettä itseensä. Sitä tulisi käyt-tää huomattavasti suurempi määrä, jotta saavutettaisiin läheskään samanlaisia tu-loksia kuin aiemmissa testeissä. Tuotteesta pyritään tehdä pitoisuudeltaan korkeasti kalapitoinen sekä kuitenkin samalla pyritään pitämään kustannukset matalina. Vaikka perunajauho laskisi tuotteen hintaa, se kuitenkin laskee käytettävän kalan määrää liikaa.

#### 4.11.4 Aistinvarainen arviointi

Rakenteeltaan näytteet ovat kuin aiemmat, mutta nestettä irtoaa paljon helpommin. Väriltään ja tuoksultaan näyte ei ole juurikaan muuttunut, sillä perunajauho on väriltään ja tuoksultaan neutraali. Näyte murenee lähes samalla tavalla kuin rakenteensaäätöaineeton näyte, joten parannusta ei ollut juurikaan.

#### 4.12 Ominaisuuksien seuranta - Perunahiutale

##### 4.12.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö

Testeillä pyritään selvittämään, soveltuuko perunahiutale lahnapihvin tuotekehityksessä. Perunajauholla on loistava kyky sitoa nopeasti nestettä itseensä, tosin nähtäväksi jää kuinka hyvin se kykenee sitomaan itseensä lyhyen kypsennyksen aikana. Se osoitti aiemmissa testeissä hyviä tuloksia nopealla vedensidontakyvyllä sitoen kaiken veden ja muodostaen kankean murenevan rakenteen, jolloin sekoituvuuskin olisi hyvin mahdollista.

Lahnapihvimassa valmistetaan aiemmin ilmoitetulla tavalla ja perunahiutale kykenee sitomaan kaiken lämpöistä nestettä. Käyttöpitoisuudet on sijoitettu taulukkoon 45 ja lahnapihvimassan valmistukseen käytetään seuraavia määriä:

Taulukko 45. Perunahiutaleen käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	Perunahiutale (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
Perunahiutale 0,5 %	0,49	7,5	90
Perunahiutale 1,0 %	0,99	7,5	90
Perunahiutale 1,5 %	1,48	7,5	90

Kypsennys suoritetaan kiertoilmauunilla 160 celsiusasteessa, matalalla kiertoilmalla sekä ilman sisäilman kosteutusta. Uunia ei lähdetä esilämmittämään, koska lämpömittarin asentaminen uunin ollessa kuuma on hankalaa, sillä mittarin johto on hyvin kankea ja täten helposti repii lahnapihvin kahtia. Kypsennyksen asetukset ja asetelu kiertoilmauunissa on nähtävissä kuvassa 23.



Kuva 21. Kiertoilmauunin asetukset sekä lämpömittarin asettelu.

Kypsentyminen päättyy, kun näyte saavuttaa 65 celsiusasteen sisälämpötilan. Paistohäviön yhteydessä otetut tulokset on sijoitettu taulukkoon 46 ja kypsennyksestä saatiin seuraavanlaisia tuloksia:

Taulukko 46. Perunahiutaleen paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Perunahiutale 0,5 %	3	29,43 ± 0,012	1,18 ± 0,009	25,26 ± 0,14	14,17 ± 0,506
Perunahiutale 1,0 %	3	29,4 ± 0,024	1,08 ± 0,021	25,76 ± 0,023	12,38 ± 0,112
Perunahiutale 1,5 %	3	29,42 ± 0,012	1,04 ± 0,102	26,29 ± 0,127	10,62 ± 0,408

Perunahiutaleella on jokseenkin hyvä vedensidontakyky suuremmissa pitoisuuksissa vaikkakin samanlainen pieni nestelammikko on jokaisen näytteen päällä puuttuvan paistopinnan takia.

#### 4.12.2 Rakennemittaus

Omenaporalla leikataan kypsennetyistä näytteistä palasia rakennemittauksia varten. Nopea napautus on osoittautunut hyväksi tavaksi leikata nopeasti ja tasaisesti näy-

tettä repimättä sitä rikki. Jokaisesta kypsennetystä näytteestä otetaan kolme näytettä ja mittaukset suoritetaan vedenaktiivisuus mittauksen ohella. Mittaustulokset on sijoitettu taulukkoon 47. Saadut mittaustulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 47. Perunahiutaleen rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Perunahiutale 0,5 %	9	793,3 ± 42,67	-8,38 ± 2,14	0,79 ± 0,02	0,67 ± 0,01	529,58 ± 26,97	419,68 ± 25,74
Perunahiutale 1,0 %	9	720,94 ± 25,15	-5,98 ± 1,32	0,75 ± 0,01	0,66 ± 0,01	473,52 ± 12,58	354,82 ± 12,94
Perunahiutale 1,5 %	9	601,9 ± 23,78	-2,95 ± 0,57	0,67 ± 0,02	0,64 ± 0	383,2 ± 14,18	258,22 ± 13,68

Perunahiutale käyttäytyy vasten odotusten rakennemittauksissa. Vaikkakin rakenteensäästöainetta käytetään enemmän rakenne ei juurikaan muutu heikommaksi kuin muissa tapauksissa. Myöskään näytteen kumimaisuus ja pureskeltavuus eivät kärsi ollenkaan lisättäessä perunahiutaleta massaansa. Rakennemittausten perusteella perunahiutale on oivallinen rakenteensäästöaine, kunhan sitä käyttää jonkin muun rakenteensäästöaineen kanssa, kuten esimerkiksi guarkumin, jolla on tois-taiseksi paras vedensidontakyky muihin nähden. Näytteen 1,0 % kohdalla on todennäköisesti tapahtunut ongelmia sekoituksen kanssa ja täten arvot ovat jääneet pienemmiksi.

#### 4.12.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Näytteistä kerätään pieniä määriä vedenaktiivisuus mittausta varten. Möyhennettyä massaa laitetaan mittakipon puoleen väliin, jonka jälkeen mittaukset voidaan suorittaa. Rakenteenmittauksesta saadut tulokset on sijoitettu taulukkoon 48.

Taulukko 48. Perunahiutaleen aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.

Näyte	Rakenteensäästöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,984
Perunahiutale 0,5 %	0,151	29,43	24,08	5,35	0,85	0,981
Perunahiutale 1,0 %	0,201	29,40	24,68	4,72	1,35	0,987
Perunahiutale 1,5 %	0,448	29,42	25,26	4,16	1,67	0,981



Vedenaktiivisuudella ei ole pääteltävissä oikein mitään, koska se vaihtelee käytetyn perunahiutaleen määrästä riippumatta. Lahnapihvin tuotekehityksen kannalta ei ehkä lähteä seuraamaan vedenaktiivisuutta näytteiden välillä.

Sidottu vesi on suhteellisen pieni käytettyyn perunahiutaleen määrään, mutta useat rakenteensäätöaineet ovat jo samalla alueella, joten nähtäväksi jää miten se pärjää vertailussa muihin rakenteensäätöaineisiin.

#### **4.12.4 Aistinvarainen arviointi**

Pihvistä tuli odotettua haaleampi, sillä perunahiutale on kerman kellertävää ja tuo tuotteelle perunamaisen ominaismaun ja tuoksun. Suutuntumaltaan näytteet eivät olleet ollenkaan pahoja vaan ihan odotetun pehmeitä.

Perunahiutale on osoittautunut hyväksi rakenteensäätöaineeksi lahnapihveissä. Paistohäviötä voidaan vielä lähteä optimoimaan kypsentämällä tuote pannulla tai pintapaistolaitteella. Pintapaistolaitte toisi standardi nopeuden ja kypsennyslämpötilan tuotteelle, mikä takaisi näytteiden olevan samanlaisia kypsennyksen jälkeen.

### **4.13 Ominaisuuksien seuranta – Konjac Glucomannan esitesti**

#### **4.13.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö**

Testeillä pyritään selvittämään konjac glucomannan soveltuvuutta lahnapihvin tuotekehityksessä. Sillä on havaittu olevan hyvinkin korkea vedensidontakyky, tosin aiempien testien perusteella sillä ei juurikaan ole minkäänlaisia vedensidontakykyä. Tämä saattaa johtua pilalle menneestä rakenteensäätöaineesta tai se on väärnlaatuista kohteeseen nähden. Mittaukset suoritetaan rakenteensäätöaineella, jota on löytynyt elintarvikelaboratoriosta. Konjac Glucomannaania on tilattu lisää, joten testejä on mahdollista suorittaa uudelleen uudella rakenteensäätöaineella.

Näyte erä valmistetaan edellä ilmoitetun ohjeistuksen mukaan. Rakenteensäätoaine liuos ei tunnu käyttäytyvän oletetulla tavalla tai mitenkään ohjeistuksen mukaisesti eikä sakeutumista ole havaittavissa pitoisuudella 0,333 % ja 1,000 %. Pitoisuudella 0,666 % on havaittavissa jonkinlaista sakeutumista, mikä on hyvin epäta Vallista näille rakenteensäätoaineliuoksille. Syy miksi tämä sakeutui saattaa johtua käytetystä lasista, joka on saattanut olla huonosti pesty ja täten sisältänyt jotain pH:ta laskevaa ainetta. Testeillä on nähtävissä, käyttäytyykö rakenteensäätoaineet lahnapihvissä kypsennyksen aikana paremmin. Lahnapihvimassan valmistukseen käytettävät määrät ovat taulukossa 49 niitä käytetään seuraavia määriä:

Taulukko 49. Konjac glucomannan\_1 käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	Kj.G (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
Kj.G 0,333%	0,328	7,5	90
Kj.G 0,666%	0,656	7,5	90
Kj.G 1,000%	0,985	7,5	90

Kypsennys tehdään kiertoilmaunissa 160 celsiusasteessa, matalalla kiertoilmalla ja ilman sisätilojen kosteutusta. Kiertoilmaunia ei esilämmitetä lämpömittarin asennuksessa havaittujen ongelmien vuoksi. Tuote on kypsä, kun sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Paistohäviötä mitattaessa saadut tulokset ovat taulukossa 50 ja tuotteiden kypsennyttyä saatiin seuraavanlaisia tuloksia:

Taulukko 50. Konjac glucomannan\_1 paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäätoaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Kj.G 0,333 %	3	29,42 ± 0,018	1,54 ± 0,034	25,47 ± 0,068	18,67 ± 0,356
Kj.G 0,666 %	3	29,42 ± 0,02	1,25 ± 0,12	26,49 ± 0,139	14,19 ± 0,807
Kj.G 1,000 %	3	29,43 ± 0,03	1,2 ± 0,079	26,3 ± 0,124	14,7 ± 0,593

Tuloksista on havaittavissa, että käytetty rakenteensäätoaine ei juurikaan toimi tuotteessa, tai ylipäättänsä. Pelkän ulkonäön perusteella on havaittavissa, että näytteistä on irronnut hyvin paljon nestettä. Pihvi näennäisesti ui nesteessään. Ylimääräistä nestettä on myös irronnut paistopinnan puuttuessa, joka sulkisi nesteen ulospääsyn pinnoilta. Punnitusta varten pinnoille kerääntynyt neste on poistettava, jotta saadaan järkeviä tuloksia.

#### 4.13.2 Rakennemittaus

Punnituksen jälkeen näytteistä otetaan omenaporalla palasia rakennemittausta varten. Palat sijoitetaan niille merkityille paikoille leikkuulaudalle, jolla niitä on helppo kuljettaa rakennemittauslaitteen luokse. Mittauslaitteessa käytetään hyväksi havaittua manuaalista asetusta, jossa mottaustaso asetetaan 10 mm korkeudelle, mikä on juuri näytteen yläpuolella. Mittaus suoritetaan vedensidonnan ohella ja mittaus alkaa heti, kun mittaus käynnistyy. Rakennemittauksen tulokset on sijoitettu taulukkoon 51. Mittauksessa saadaan seuraavanlaisia tuloksia:

Taulukko 51. Konjac glucomannan\_1 rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäästöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Konjac glucomannan 0,333 %	9	549,86 ± 24,02	-6,5 ± 2,36	0,72 ± 0,02	0,7 ± 0,01	384,18 ± 14,31	276,52 ± 16,19
Konjac glucomannan 0,666 %	9	614,76 ± 20,42	-12,23 ± 3,15	0,79 ± 0,01	0,67 ± 0	412,83 ± 14,27	324,53 ± 13,03
Konjac glucomannan 1,000 %	9	552,15 ± 24,72	-6,43 ± 1,56	0,75 ± 0,02	0,69 ± 0,01	381,35 ± 14,65	286,38 ± 14,01

Tuloksista näkyy, että jotain on tapahtunut näytteelle, jonka pitoisuus on 0,666 %. Se on muita näytteitä kovempi ja takertuvampi. Näin alkuun arvoista on huomattavissa, että näytteet eivät pehmenneet juurikaan, mutta se oli oletettua korkean pais-tohäviön vuoksi. Mittaustuloksia vertaillaan yhteenvedossa koekeittövaiheen lopussa.

#### 4.13.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Aktiivisen veden mittausta varten näytteistä otetaan palasia kuppiin, jossa se sekoitetaan ja sijoitetaan mittauslaitteiston kuppeihin siten, että se on hieman yli puolen välin. Mittauskippo sijoitetaan mittauslaitteistoon ja toinen kuppi stabilointikammioon. Mittaustulokset ovat taulukossa 52 ja ne ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 52. Konjac glucomannan\_1 aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.

Näyte	Rakenteensäästöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäästöaineeton	0	29,42	24,27	5,14		0,981
Kj.G 0,333%	0,101	29,42	23,92	5,49	-0,43	0,982
Kj.G 0,666%	0,201	29,42	25,25	4,17	0,82	0,983
Kj.G 1,000%	0,300	29,43	25,10	4,33	0,58	0,982

Tällä kertaa vedenaktiivisuus on pysynyt tasaisena, mutta siitä ei ole juurikaan mitään pääteltävissä, koska suurin osa nesteestä on vielä tuotteessa. Arvoista on myös nähtävissä, miten rakenteensäästöaine ei juurikaan ole kyennyt sitomaan vettä ja optimaalinen väli tälle näytteelle oletetusti olisi välillä 0,666 – 1,000 %. Negatiivinen arvo kertoo, että rakenteensäästöaineella tällä pitoisuudella on ollut negatiivinen vaikutus paistohäviöön. Tulos on myös todennäköisesti mennyt pilalle tässä kohdassa. Tässä tapauksessa paistohäviö on suurempi kuin kontrollissa.

#### **4.13.4 Aistinvarainen arviointi**

Ulkonäöllisesti pihvi on samanlainen kuin muutkin pihvit, haalean värinen ja ilman paistopintaa. Omaa kalapihville omaisen tuoksun ja suutuntuma on sama kuin pihvillä, jossa ei ole käytetty rakenteensäästöainetta.

### **4.14 Ominaisuuksien seuranta – Konjac Glucomannan**

#### **4.14.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö**

Testeillä pyritään selvittämään konjac glucomannan soveltuvuutta lahnapihvin tuotekehityksessä. Sillä on havaittu olevan hyvinkin korkea vedensidontakyky, tosin aiempien testien perusteella sillä ei juurikaan ole minkäänlaisia vedensidontakykyä. Tämä saattaa johtua pilalle menneestä rakenteensäästöaineesta tai se on vääränlaatuista kohteeseen nähden. Mittaukset suoritetaan rakenteensäästöaineella, jota on löytynyt elintarvikelaboratoriosta. Konjac Glucomannaania on tilattu lisää, joten testejä on mahdollista suorittaa uudelleen uudella rakenteensäästöaineella.

Lahnapihvimassan valmistaminen suoritettiin edellisen ohjeistuksen mukaan, mutta konjac glucomannan valmistettiin jo edellisenä päivänä. Rakenteensäästöainetta pidettiin lämpöhauteessa parin tunnin ajan ja jätettiin sakeutumaan seuraavaan päivään asti. Käyttömäärät on ilmoitettu taulukossa 53 ja määrät ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 53. Konjac glucomannan\_2 käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	Kj.G (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
Kj.G 0,333%	0,328	7,5	90
Kj.G 0,666%	0,656	7,5	90
Kj.G 1,000%	0,985	7,5	90

Kypsennys suoritetaan kiertoilmauunissa 160 celsiusasteessa, matalalla kiertoilamalla ilman sisätilan kosteutusta. Lämpömittari asetetaan näytteeseen varovaisesti, sillä mittarin johto on erittäin kankea ja vapaana se repisi näytteen heti halki. Kiertoilmauunia ei esilämmitetä tämän vuoksi. Kypsennys päättyy, kun näytteen sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Kiertoilmauunissa kypsennyksestä saadut tulokset ilmoitetaan taulukossa 54 ja tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 54. Konjac glucomannan\_2 paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakennesäätöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Kj.G 0,333 %	3	29,39 ± 0,017	1,54 ± 0,034	25,54 ± 0,19	18,36 ± 0,731
Kj.G 0,666 %	3	29,4 ± 0,007	1,25 ± 0,12	26 ± 0,163	15,83 ± 0,874
Kj.G 1,000 %	3	29,42 ± 0,029	1,2 ± 0,079	26 ± 0,122	15,71 ± 0,153

Muiden näytteiden tavoin myös tällä kertaa näytteiden päällä on havaittavissa pieniä lammikoita nestettä, jotka on poistettava ennen näytteiden punnitsemista. Tuloksista on havaittavissa, että konjac glucomannan ei todellakaan ole käyttäytynyt niin kuin sen pitäisi ja vedensidonta on jäänyt hyvinkin pieneksi. Näytejauhe on todennäköisesti jotain sekoitusta jonkin toisen jauheen kanssa, tai se on vioittunutta. Paistohäviöltään näytteet käyttäytyvät samalla tavalla kuin edellisessäkin testisarjassa, joten rakenteensäätöaineen käsittelytavalla ei ollut vaikutusta lopputulokseen.

Mahdollisilla uusintakokeilla juuri tilatulla konjac glucomannan jauheella voisi erilaisia tuloksia. Asiaa täytyy tutkia, että toimiiko tämä jauhe sille esitetyllä tavalla.

#### 4.14.2 Rakennemittaus

Rakennemittauksia varten otettavat näytteet kerätään omenaporalla kuten aiemmissakin tapauksissa. Mittauksessa saadut tulokset on ilmoitettu taulukossa 55 ja tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 55. Konjac glucomannan\_2 rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäätöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Konjac glucomannan 0,333 %	9	725,73 ± 41,64	-10,74 ± 2,07	0,76 ± 0,02	0,66 ± 0,01	475,77 ± 25,31	363,75 ± 24,64
Konjac glucomannan 0,666 %	9	632,44 ± 34,33	-16,12 ± 6,34	0,75 ± 0,01	0,64 ± 0,01	402,55 ± 16,66	304,45 ± 16,07
Konjac glucomannan 1,000 %	9	582,47 ± 27,04	-8,51 ± 3,33	0,74 ± 0,01	0,63 ± 0,01	367,35 ± 17,22	271,88 ± 12,68

Kuten arvella pystyi, näytteet ovat tavallista kovemmat, koska vedensidontakyky ei ole ollut tarpeeksi hyvä rakenteensäätöaineella. Rakenteensäätöainejauhe käyttäytyy oudolla tavalla pienimmässä pitoisuudessa, jolla kovuus näyttää olevan suurempi kuin kontrollissa. Kovuuden nousu todennäköisesti johtuu suuremmasta pais-tohäviöstä, tosin tämä ei selitä miten edellisten testien mukaan lähes samalla pais-tohäviöllä olevalla näytteellä on matalampi kovuus.

#### 4.14.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Kun näytteistä on otettu näytteet rakennemittauksia varten, voidaan niistä ottaa haarukalla pieniä palasia, jotka möyhennetään pienessä lasissa ennen mittakippoihin laittamista. Mittakipot täytetään puoleen väliin näytteellä ja ensimmäinen mitattava näyte sijoitetaan mittauslaitteen mittauskammioon ja toinen näyte esilämmityskammioon. Mittaustulokset on ilmoitettu taulukossa 56 ja tulokset ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 56. Konjac glucomannan\_2 aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.

Näyte	Rakenteensäätöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäätöaineeton	0	29,42	24,27	5,14	0,00	0,981
Kj.G 0,333%	0,101	29,39	23,99	5,40	-0,33	0,981
Kj.G 0,666%	0,201	29,40	24,75	4,65	0,34	0,987
Kj.G 1,000%	0,300	29,42	24,80	4,62	0,28	0,981

Veden aktiivisuudesta ei voida jälleen päätellä mitään, sillä se hyppii edestakaisin näytepitoisuuksien välillä. Sidotun veden arvot ovat lähes samat kuin edellisessä testeissä, joten rakenteensäätöaineen käsittelytavalla ei ollut muutosta.

#### **4.14.4 Aistinvarainen arviointi**

Näyte on ulkonäöllisesti samankaltainen kuin muutkin kiertoilmaunissa kypsennetyt näytteet. Myöskään näytteellä ei ole eroavaa tuoksua tai makua. Suutuntumaltaan rakenteensäätöainetta ei ole huomattavissa.

### **4.15 Ominaisuuksien seuranta – Konjac Glucomannan**

#### **4.15.1 Koe-erän valmistus ja paistohäviö**

Testeillä pyritään saamaan selville, että onko konjac glucomannan sopiva rakenteensäätöaine lahnapihvin tuotekehityksessä. Aiemmissa testeissä käytetyt rakenteensäätöaineet eivät käyttäytyneet oletetusti, joten on todennäköistä, että jauhe on ollut aivan jotain muuta. Kuvassa 24 on havainnollistettavissa rakenteensäätöaineen erilaisuus, kun käytettävän öljyn määrää vaihdetaan.



Kuva 22. Uuden konjac glucomannan käyttäytyminen lisättynä nesteeseen. Lahnapihvimassa valmistetaan aiemmin ilmoitetun reseptin mukaisesti ja ensites-tien perusteella tätä uutta rakenteensäätoainetta tulee nesteyttää kuten guarkumia. Ensin näytettä pitää liottaa öljyyn, jotta näyte ei paakkuunnu, kun siihen lisätään vettä. Parhaimmaksi määräksi liuotuksessa osoittautui 20 – 25 tippaa öljyä ja tästä käytettiin pienintä määrää testeissä. Vesi lisätään seokseen nopeasti ja sekoitetaan samalla, kunnes liuos on tarpeeksi kankeaa lisättäväksi lahnapihvimassaan. Suu- rimman pitoisuuden kohdalla rakenteensäätoaineliuos oli ehkä jo liian kankeaa li- sättäväksi massaan mukaan. Massan muotoileminen ennen kypsennystä on han- kalaa, koska massa on hyvin tahmeaa ja tarttuu kaikkeen. Kypsennyksessä käyte- tään kiertoilmauunia ja taulukossa 57 on ilmoitettu testissä käytettävien aineiden käyttöpitoisuudet:

Taulukko 57. Konjac glucomannan\_3 käyttömääriä testisarjassa.

Näyte	Kj.G (g)	Vesi (g)	Lahnamassa (g)
Kj.G 0,333%	0,328	7,5	90
Kj.G 0,666%	0,656	7,5	90
Kj.G 1,000%	0,985	7,5	90

Kiertoilmauunin kypsennyslämpötila on 160 celsiusastetta, matalin ilmankierto sekä sisäilmatilaa ei kosteuteta. Esilämmitystä ei tehdä, koska lämpömittarin asentami-



nen on hankalaa. Tuotteet ovat kypsiä, kun sisälämpötila saavuttaa 65 celsiusastetta. Kypsennyksestä saadut tulokset sijoitetaan taulukkoon 58 ja arvot ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 58. Konjac glucomannan\_3 paistohäviö tuloksia.

Näyte	N	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (%)
Rakenteensäästöaineeton	3	29,42 ± 0,026	1,22 ± 0,062	25,5 ± 0,026	17,48 ± 0,086
Kj.G 0,333 %	3	29,41 ± 0,029	0,24 ± 0,02	27,71 ± 0,08	6,61 ± 0,249
Kj.G 0,666 %	3	29,49 ± 0,067	0,15 ± 0,012	27,95 ± 0,117	5,76 ± 0,202
Kj.G 1,000 %	3	29,46 ± 0,015	0,08 ± 0,009	27,85 ± 0,04	5,73 ± 0,208



Kuva 23. Lähes nesteetön pinta käytettäessä uutta konjac glucomannaania.

Kuvassa 25 on nähtävissä konjac glucomannaanin vaikutus. Kuvassa kypsennyksen jälkeen kokonaisuutena ja yksittäin havainnollistettuna nesteen puuttuminen pinnalla. Uusi rakenteensäästöaine on osoittautunut erinomaiseksi vedensidonta-aineeksi. Pihvien päällä, joissa on käytetty konjac glucomannaania, ei ole juurikaan havaittavaa vettä eikä irronnutta vettä ole myöskään foliolla. Rakenteensäästöaine on toiminut yllättävän hyvin.

#### 4.15.2 Rakennemittaus

Rakennemittausta varten otetaan omenaporalla näytteitä rakennemittausta varten. Näytepalat eivät murru tai muutu rakenteellisesti leikkauksen ja siirron aikana. Massaa on helppo käsitellä sen pehmeiden vuoksi. Rakennemittauksien tulokset ovat taulukossa 59 ja mittauksissa saatiin seuraavanlaisia tuloksia:

Taulukko 59. Konjac glucomannan\_3 rakennemittaus tuloksia.

Näyte	N	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäätöaineeton	6	715,2 ± 45,21	-4,96 ± 0,96	0,73 ± 0,03	0,66 ± 0,01	470,24 ± 28,77	344,57 ± 28,9
Konjac glucomannan 0,333 %	9	259,68 ± 4,73	-21,21 ± 6,68	0,49 ± 0,02	0,38 ± 0,01	99,16 ± 2,04	48,22 ± 1,77
Konjac glucomannan 0,666 %	9	223,4 ± 4,67	-20,92 ± 3,76	0,35 ± 0,01	0,3 ± 0	66,89 ± 1,97	23,63 ± 1,32
Konjac glucomannan 1,000 %	9	226,91 ± 4,5	-23,78 ± 4,33	0,32 ± 0,02	0,27 ± 0,01	61,31 ± 2,78	19,91 ± 2,07

Kuten oletettavissa oli, on näytteet huomattavasti rakenteensäätöaineetonta pehmeämpiä ja takertuvampia. Arvoista näkyy, että korkeimmassa pitoisuudessa käytetty rakenteensäätöaineliuos ei ole täysin sekoittunut näytteeseen.

#### 4.15.3 Aw-mittaus ja sidottu vesi

Kypsennetyistä näytteistä kerätään näytteitä veden aktiivisuus mittausta varten. Otettua massaa sekoitetaan kupeissa, jonka jälkeen se siirretään veden aktiivisuus mittarin mittakuppeihin siten, että sitä on hieman yli merkkiviivan. Ensimmäinen kuppi sijoitetaan mittauskammioon ja toinen stabilointikammioon. Mittaustulokset on sijoitettu taulukkoon 60 ja arvot ovat seuraavanlaisia:

Taulukko 60. Konjac glucomannan\_3 aw-mittaus ja sidottu vesi tulokset.

Näyte	Rakenteensäätöaine (g)	Paino.A (g)	Paino.L (g)	P.Häviö (g)	Sidottu vesi (g)	Aw
Rakenteensäätöaineeton	0	29,42	24,27	5,14		0,981
Kj.G 0,333%	0,101	29,41	27,47	1,94	3,11	0,983
Kj.G 0,666%	0,201	29,49	27,79	1,70	3,28	0,981
Kj.G 1,000%	0,300	29,46	27,77	1,69	3,22	0,985

Vedenaktiivisuudesta ei ole jälleen mitään apua sen hyppiessä edestakaisin eri pitoisuuksilla. Sidotun veden määrällä onkin jo jotain arvoa tuotekehitykselle. Havaittavissa on, että uusi konjac glucomannan on erinomainen rakenteensäätöaine lahnapihveille. Pienissäkin pitoisuuksissa sillä on hyvin korkea vedensidontakyky. Käytettyyn määrään nähden se on sitonut erittäin hyvin kosteutta, mutta suuremmissa pitoisuuksissa sen käytölle ei ole tarvetta, sillä rakenteensäätöaine on sitonut kaiken potentiaalisen nesteen ja osa irtoavasta nesteestä haihtuu kypsennyksen aikana.

#### **4.15.4 Aistinvarainen arviointi**

Konjac glucomannan jauheella on kalamainen ominaishaju, mutta kypsennetyssä tuotteessa sitä ei ole havaittavissa. Tämä johtunee kalan omasta hajusta tai jauheen tuoma haju katoaa kypsennyksen aikana. Rakenteeltaan pihvit ovat hyvin pehmeitä ja suutuntuma on tämän mukainen. Näytteillä on mattapinta, joka ei omaa hyvää paistopintaa, mikä estäisi vielä hieman nestettä irtoamasta. Makua on vaikea arvioida, koska se on niin olematon.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Tulokset

#### 5.1.1 Sidottu vesi

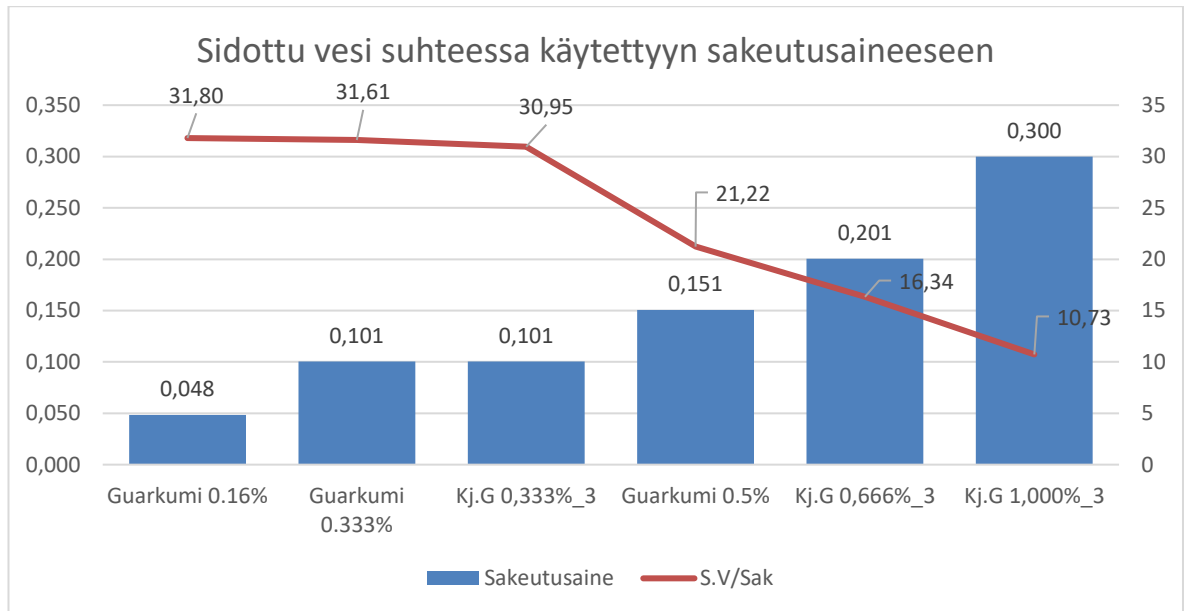
Saaduista tuloksista on pääteltävissä, että guarakumi ja konjac glucomannan ovat selkeästi parhaimpia rakenteensäästöaineita niiden korkean vedensidontakyvyn vuoksi. Tätä pystytään ilmaisemaan taulukossa ilmoittamalla sidotun veden määrä suhteessa rakenteensäästö aineen määrään. Sidottua vettä laskiessa on otettu huomioon näytteen sisältämä kosteus sekä potentiaalinen sidottava neste. Laskuissa otetaan myös huomioon lisättävän rakenteensäästöaineen vaikutus näytteen sisältämään nestemäärään. Laskuissa on keskitytty kiertoilmaunissa kypsennettyihin tuotteisiin, jotka ovat osoittautuneet näytekohtaisesti paremmiksi kuin paistinpannulla kypsennetyt. Taulukko 61 sisältää laskelmia sidotun veden määrästä suhteessa rakenteensäästöaineeseen. Korkein pisteytys osoittaa hyvää vedensidontakykyä suhteessa käytetyn aineen määrään.

Taulukko 61. Pisteytystaulukko rakenteensäästöaineille.

Näyte	Rakenteensäästöaine	Sidottu vesi	S.V/Rak
Guarkumi 0.16%	0,048	1,54	31,80
Guarkumi 0.333%	0,101	3,18	31,61
Kj.G 0,333%_3	0,101	3,11	30,95
Guarkumi 0.5%	0,151	3,20	21,22
Kj.G 0,666%_3	0,201	3,28	16,34
Kj.G 1,000%_3	0,300	3,22	10,73
Perunajauho 1,5 %	0,448	-0,01	-0,01
Perunajauho 1,0 %	0,201	-0,07	-0,35
S.Kuitu 0,5 %	0,151	-0,61	-4,05
Perunajauho 0,5 %	0,151	-0,61	-4,06

Saaduista arvoista on huomioitavissa, että perunajauho ei juurikaan sovellu tuotekehityksessä, sillä perunajauho ei kerkeä liisteröitymään kypsennyksen aikana, vaikka sillä on matala liisteröitymislämpötila. Myöskään sokerijuurikaskuitu ei ole menestynyt juurikaan, vaikkakin se suuremmissa pitoisuuksissa sitookin pienen

määrän nestettä. Kun luvut parhaimmin menestyneistä rakenteensäätoaineista si-  
 joitetaan graafiseen kaavioon 1, voidaan visuaalisesti näyttää kuinka tuotekehityk-  
 sessä ei kannata lähteä lisäämään rakenteensäätoaineen määrää yli pitoisuuden  
 0,333 %. Määrää voi lisätä vain, jos tuotteeseen lisätään enemmän nestettä, kuin  
 testeissä on määritetty.



Kaava 1. Sidottu vesi suhteessa käytettyyn rakenteensäätoaineeseen.

Rakenteensäätoainetta ei suositella lisäävän, sillä pienemmillä pitoisuuksilla on saavutettu jo maksimi sidottavan veden määrä. Sidottavaa vettä on noin 5,14 gramman verran ja kaikkea ei voida sitoa, koska osa vedestä höyrystyy näytteestä kypsennyksen aikana.

### 5.1.2 Rakennemittaus

Tuloksista on havaittavissa, että hyvin vettä sitovan rakenteensäätoaineen lisäys heikentää tuotteen kovuutta niinkin paljon, että näytepihvi on vielä muotoiltavissa kypsennyksen jälkeen. Noin kolmasosa näytteistä hylätään vertailussa, sillä niillä on havaittu matala vedensidontakyky. Kun keskitytään etsimään parhain rakenne, niin se on väistämättä näytteellä, jossa on käytetty perunahiutaletta rakenteensäätoaineena pitoisuuksissa 1,0–1,5 %. Tämä on havainnollistettavissa taulukossa 62.

Taulukko 62. Rakennemittausvertailua.

Näyte	Ko- vuus	Takertu- vuus	Kimmoi- suus	Koheesio- voima	Kumimai- suus	Pureskelta- vuus	Sidottu vesi	Kilo- hinta
Perunahiutale 1,5 %	712,06	-11,43	0,76	0,60	426,39	324,02	1,67	5,928
Perunahiutale 0,5 %	668,40	-5,35	0,74	0,67	444,52	329,48	0,85	6,259
Perunahiutale 1,0 %	607,93	-5,12	0,69	0,64	389,93	270,92	1,35	6,109
Kj.G_3_0,333 %	259,68	-21,21	0,49	0,38	99,16	48,22	3,11	5,620
G.k 0,333 %	212,34	-38,17	0,59	0,48	101,82	59,95	3,18	5,661
Rakenteensäästöaine- ton	715,20	-4,96	0,73	0,66	470,24	344,57	0,00	6,235

Vaikkakin perunahiutaleella onkin hyviä ominaisuuksia rakenteellisesti, on sillä pieniä ongelmia vedensidontakyvyn kanssa. Jatkotuotekehitystä varten onkin suositeltavissa lähteä tutkimaan perunahiutaleen ja konjac glucomannaanin tai guarkumin yhteisvaikutusta eri pitoisuuksissa. Rakenteensäästöainetta valittaessa perunahiutaleen rinnalle on huomattavissa, että konjac glucomannaania käytettäessä rakenne on parempi ja vähemmän tarttuvaa kuin guarkumi. Jatkotutkimuksissa tulee myös miettiä konjac glucomannaanin käyttämistä tilanteessa, jossa se käsitellään siten, että se tuottaa lämpöstabiliia geeliä. Tällä voisi olla positiivinen vaikutus tuotteen rakenteeseen.

Vaikkakin konjac glucomannaanin käyttö samassa pitoisuudessa kuin guarkumi on hieman kalliimpaa, on huomioitava sen tuoma etu tuotteen kovuudessa, joka on tavoiteltava tuoteominaisuus.

### 5.1.3 Hintavariaatio

Tuotteen hinnan arviointi riippuu pitkälti siitä, millä hintaa valmistaja ostaa raaka-aineensa. Arvioissa on käytetty hintoja usean internetistä löytyvän lähteen perusteella, useimmat ovat myytävänä suurissa erissä ja ovat täten halvempia. Hintaa myös laskee ostaako materiaalit tukusta, kaupasta tai ulkomailta. Materiaalien postituksia ei ole otettu hinnan laskussa mukaan ja ulkomailta tilattaessa on mahdollista saada postitus myös ilmaiseksi. Saadut myyntihinnat painoineen on sijoitettu taulukkoon 63, jossa on myös laskettuna kilohinta näiden arvojen perusteella. Löytyneet materiaalihinnat olivat seuraavanlaisia:

Taulukko 63. Kilohintoja.

Näyte	Myyntipaino (g)	Hinta (€)	Kilohinta
-------	-----------------	-----------	-----------

Guarkumi	1000	40,91	40,91
Johanneksenleipäpuujauhe	350	5,06	14,46
Konjac glucomannan	500	23,71	47,42
Perunahiutale	15000	26,1	1,74
Perunajauho	5000	17	3,40
Psyllium	3000	60	20,00
Sokerijuurikaskuitu	400	3,89	9,73
Gelatiini	65	1,75	26,92

Osalla tuotteista on todennäköisesti saada vielä parempia kilohintoja tukun kautta. Opinnäytetyön aikana ei ollut mahdollisuutta tutkia tukun hintoja, sillä tukkujen sivut eivät julkista hintojaan ilman kyselyä. Näillä hinnoilla on kuitenkin mahdollista päästä jo positiivisiin tuloksiin tuotekehityksessä. Taulukossa 64 on nähtävissä, kuinka paljon tuottoa saadaan parannettua parhaimmin menestyneillä rakenteensäästöaineilla.

Taulukko 64. Voittosuhte.

Näyte	Valmistus hinta	valmistusKilohinta	Kilohinta	Tuotto	
Guarkumi 0.333%	0,155	5,178	5,620	0,614	9,85 %
Kj.G_3_0,333%	0,156	5,200	5,661	0,573	9,20 %
Guarkumi 0.5%	0,157	5,246	5,681	0,554	8,88 %
Kj.G_3_0,666%	0,160	5,358	5,746	0,489	7,84 %
Kj.G_3_1,000%	0,164	5,516	5,903	0,331	5,32 %
Guarkumi 0.16%	0,153	5,108	5,919	0,316	5,06 %
Perunahiutale 1,5 %	0,150	5,062	5,928	0,307	4,92 %
Rakenteensäästöaineeton	0,151	5,042	6,235	0,000	0,00 %

Voittosuhte kasvaa mitä vähemmän rakenteensäästöainetta käytetään ja mitä enemmän nestettä saadaan pidettyä tuotteessa. Tällöin tuotteen tuotantohinta laskee. Guarkumia tai konjac glucomannaania käytettäessä on tuotteelle mahdollista saada suhteellisen korkea voittosuhte. Perunahiutaleta ja guarkumia yhdistettäessä on mahdollista päästä jonkinlaiseen kompromissiin vedensidonnassa ja rakenteessa kuitenkin samalla pitäen tuotantohinnan alhaalla.

#### 5.1.4 Rakenteensäästöaineen valinta

Rakenteensäästöaineen valinnassa on monta tekijää jotka vaikuttavat lopulliseen ratkaisuun. Ensimmäinen vaikuttava tekijä on kuitenkin se, että laskeeko käytettävä

rakenteensäätöaine tuotteen tuotantohintaa. Tämä poistaa osan mahdollisista käytettävistä rakenteensäätöaineista, joita ovat virheellisesti merkitty konjac glucomannan, sokerijuurikaskuitu sekä pienissä pitoisuuksissa perunajauho, perunahiutale ja psyllium. Taulukossa 65 on nähtävissä positiivisesti menestyneiden rakenteensäätöaineiden vaikutus tuotteen hintaan:

Taulukko 65. Kilohintavertailua.

Näyte	Valmistus hinta	valmistusKilohinta	Kilohinta	Tuotto	
Guarkumi 0.333%	0,155	5,161	5,620	0,614	9,85 %
Kj.G_3_0,333%	0,156	5,183	5,661	0,573	9,20 %
Guarkumi 0.5%	0,157	5,220	5,681	0,554	8,88 %
Kj.G_3_0,666%	0,160	5,322	5,746	0,489	7,84 %
Kj.G_3_1,000%	0,164	5,461	5,903	0,331	5,32 %
Guarkumi 0.16%	0,153	5,099	5,919	0,316	5,06 %
Perunahiutale 1,5 %	0,150	4,986	5,928	0,307	4,92 %
J.P jauhe 1,0 %	0,153	5,102	6,005	0,230	3,69 %
J.P jauhe 1,5 %	0,155	5,176	6,076	0,159	2,55 %
Psyllium 1,3074 %	0,157	5,231	6,097	0,138	2,21 %
Perunahiutale 1,0 %	0,151	5,017	6,103	0,131	2,10 %
Perunajauho 1,5 %	0,150	5,011	6,109	0,126	2,02 %
S.Kuitu 1,0 %	0,152	5,069	6,154	0,080	1,29 %
S.Kuitu 1,5 %	0,153	5,105	6,173	0,062	0,99 %
Psyllium 1,079 %	0,156	5,198	6,183	0,052	0,83 %
Perunajauho 1,0 %	0,151	5,029	6,205	0,029	0,47 %
J.P jauhe 0,5 %	0,153	5,087	6,231	0,003	0,06 %
Rakenteensäätöaineeton	0,151	5,042	6,235	0,000	0,00 %

Listassa on vielä rakenteensäätöaineita jotka eivät sinne kuulu niiden matalan vedensitomiskyvyn vuoksi. Tällaisia aineita ovat sellaiset joilla on hyvin matala kilohinta. Listalta poistuu sokerijuurikaskuitu ja perunajauho. Myös alle prosentin tuotantoa parantaneet rakenteensäätöaineet voidaan poistaa ehdotuksista huoletta. Jäljelle jäävät sellaiset rakenteensäätöaineet, joilla on yli kahden prosentin paranus kilohinnassa.

Seuraava kriteeri voi olla kovuus ja taulukossa 66 on lista, joka koostuu rakenteensäätöaineista, joiden voitto kilohintaa kohden on yli 0,2€. Lista on seuraavanlainen:

Taulukko 66. Rakenne ja voitto kilohinnassa.

Näyte	Kovuus	Tuotto
-------	--------	--------



Perunahiutale 1,5 %	712,058	0,31
G.k 0,16 %	378,450	0,32
J.P jauhe 1,0 %	332,251	0,23
Kj.G_3_0,333 %	259,683	0,57
Kj.G_3_1,000 %	226,907	0,33
Kj.G_3_0,666%	223,399	0,49
G.k 0,33 %	212,337	0,61
G.k 0,50%	210,837	0,55
Rakenteensäästöaineeton	715,203	

Tästä eteenpäin tuotesuunnittelu jää spekulatioksi, koska parhain tulos olisi saatavissa, kun lähdetään yhdistämään rakenteensäästöainetta, jolla on havaitusti paras rakenteellinen kovuus ja rakenteensäästöainetta, joka sitoo parhaiten kosteutta. Tässä tapauksessa se olisi perunahiutaleen ja guarukumin tai konjac glucomannanin yhdistelmä ja tavoite arvoa lähdetäisiin etsimään aistinvaraisen arvioinnin perusteella.

## 5.2 Pohdintaa

Opinnäytetyön aikana on ollut monenlaista ongelmaa ohjeistuksesta laitteiston ongelmiin. Tuotekehitysosiossa on mainintaa siitä, että tuotekehitystä suunniteltaessa pitäisi olla useampi henkilö tuotetta suunnittelemassa ja valvomassa tuotekehityksen kulkua. Näin ei ole päässyt tapahtumaan tämän opinnäytetyön aikana. Alkutilanteen huono työohjeistus ja pohjan antaminen sille, mitä pitää lähteä kehittämään eivät auttaneet suunnitelmien muodostamisessa ja toteutuksessa. Myöskään jatkuva suunnitelmien vaihtaminen ja uusien ristiriidassa olevien suunnitelmien tuominen ei auta tuotekehityksessä juurikaan. Suurena ongelmana oli myös kaikki mahdollinen tarvittava laitteisto ja tarvike mikä tuotekehityksessä tarvittiin. Lämpötilan mittauslaitteisto on surkea ja kypsennystasot ovat kallellaan tai muuten toimii huonosti. Käytettävä laitteisto on huonosti huollettu ja päivitetty. Rakennemittauslaitteisto, jolla testejä suoritetaan, on päivitykseltään ikuisuuden vanhaa, mikä olisi helposti korjattavissa, kunhan päivityksen lataisi ja asentaisi. Opinnäytetyössä ei myöskään auttanut yhtään tämän laitteiston hajoaminen. Kokonaisuudessaan opinnäytetyö olisi edennyt huomattavasti paremmin, jos tarpeellista apua olisi ollut enemmän ja laitteisto olisi paremmassa kunnossa.

## LÄHTEET

- Airaksinen, S. 2007. Kalankäsittelyn käytännöt ja tuotelaatu. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.5.2017]. Saatavana: <http://docplayer.fi/16628918-Kalankasittelyn-kaytannot-ja-tuotelaatu.html>. 18.
- Calvarro, J., Perez-Palacios, T. 2016. Modification of gelatin functionality for culinary applications by using transglutaminase. Food Science. 29.
- Carob jauhe - yleistä. Ei päiväystä. <http://painonpudotusnetti.fi>. [Viitattu 25.5.2017]. Saatavissa: <http://painonpudotusnetti.fi/carob-jauhe/>
- Guarkumi – booraksi ja kalsium. Ei päiväystä. <http://supremegums.com>. [Viitattu 26.5.2017]. Saatavissa: <http://supremegums.com/guar/>
- Guarkumi - yleistä. Ei päiväystä. [molecularrecipes.com](http://molecularrecipes.com). [Viitattu 25.5.2017]. Saatavissa: <http://www.molecularrecipes.com/hydrocolloid-guide/guar-gum/>
- Hoefler, A. 2004. American Association of Cereal Chemists. Eagan Press Handbook Series. Hydrocolloids: Practical guides for the food industry. 7–25, 27–41, 67–76.
- How potato flakes are produced. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.5.2017]. Saatavana: <https://www.onions-potatoes.com/processing/flakes.php>.
- Huttu-Hiltunen, E., Koivumäki, S & Luhtala, M. 1994. Seinäjoki: Helsingin yliopisto, maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus 1994. Teoksessa: Elintarvikeyrityksen tuotekehitysprosessi. 10–13, 17–18, 21–22, 30–32.
- Johanneksenleipäpuujauhe - yleistä. Ei päiväystä. [ekoodit.fi](http://ekoodit.fi). [Viitattu 25.5.2017]. Saatavissa: <http://ekoodit.fi/E410/johanneksenleipapuujaue/>
- Järvelä, A. 2011. Kotimaisen Tuorekalan Tuoreuden Arviointi Laatuindeksi-Menetelmällä Qim®. Helsingin yliopisto, Maatalous- metsätieteen tiedekunta, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos. [Opinnäytetyö]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/28485>. 10–13.
- Koskinen, J. 12.3.2013. Lahnojen ja särkien poistokalastus vähentää tehokkaasti vesien ravinteita. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 4.12.2016]. Saatavana: [http://mmm.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/lahnojen-ja-sarkien-poistokalastus-va-hentaa-tehokkaasti-vesien-ravinteita](http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/lahnojen-ja-sarkien-poistokalastus-va-hentaa-tehokkaasti-vesien-ravinteita)

- Kupiainen, T. Järvinen, E. 2009. Miksi kuluttaja ostaa valmisruokaa?: Valmisruokien valintaan vaikuttavat tekijät eri kuluttajaryhmissä. [Tutkimusjulkaisu]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts174.pdf>. 7–8.
- Lahna - yleistä. Ei päiväystä. Hovinsalon.fi. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavissa: <http://www.hovinsalon.fi/index.php?pageid=410&aid=436&lang=fi>
- Lindroos, M., Vihma, A., Vesterinen, J & Berghäll, J. 2006. Helsingin Yliopisto, Taloustieteen laitos. Kotitalouksien ympäristökysymyksiä: lähiruoka, valmisruoka ja luontomatkailu. [Opinnäytetyökokoelma]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavana: <http://www.helsinki.fi/taloustiede/Abs/Selv40.pdf>. 7.
- Nelson, Amy L. 2001. American Association of Cereal Chemists. Eagan Press Handbook Series. High-Fiber Ingredients: Practical guides for the food industry. 8–24, 29.
- Nyberg, K. Vetikko, J. Castrén, M. 2011. Paintek Oy: Suomen vapaa-ajankalastajien keskusjärjestö. Lahnan käsittely ja käyttö. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavana: <https://issuu.com/vapaa-ajankalastajat/docs/lahnaopas>. 2–3.
- Ofstad, R., Kidman, S., Myklebust, R & Hermansson, A-M. 1993. Food Structure: Volume 12, Number 2, Article 4. Liquid Holding Capacity and Structural Changes During Heating of Fish Muscle: Cod (*Gadus morhua* L.) and Salmon (*Salmo salar*). [verkkójulkaisu]. [Viitattu 6.12.2016]. Saatavana: <http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1311&context=foodmicrostructure>. 163–164.
- Perunahiutale - yleistä. Ei päiväystä. onions-potatoes.com. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavissa: <https://www.onions-potatoes.com/processing/flakes.php>
- Perunahiutale - yleistä. Ei päiväystä. Wikipedia. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Starch\\_production#cite\\_ref-1](https://en.wikipedia.org/wiki/Starch_production#cite_ref-1)
- Perunajauho - yleistä. Ei päiväystä. finnামyl.fi. [Viitattu 26.5.2017]. Saatavissa: [http://www.finnামyl.fi/site?node\\_id=30](http://www.finnামyl.fi/site?node_id=30)
- Perunajauhon käyttö – yleistä. Ei päiväystä. lynnskitchenadventures.com. [Viitattu 26.5.2017]. Saatavissa: <http://www.lynskitchenadventures.com/2012/11/what-is-potato-starch-food-facts.html>
- Psyllium - yleistä. Ei päiväystä. psylliums.com. [Viitattu 26.5.2017]. Saatavissa: [http://www.psylliums.com/psyllium\\_processing\\_and\\_packaging.htm](http://www.psylliums.com/psyllium_processing_and_packaging.htm)
- Puolanne, E. 2013. HY/elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos. Elintarviketeknologian peruskurssi. Liha 2 -kurssin luentomoniste. Julkaisematon. Liha ja lihavalmisteet, 35–38.

- Pääkkönen, J. Vuorikoski, S. Pirkanniemi, K. Hyytiä, H. 2004. Suomen Ympäristö: Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen perunatärkkelysteollisuudessa. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40374/SY\\_729.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40374/SY_729.pdf?sequence=1). 12–18
- Rakennemittauslaitteisto - yleistä. Ei päiväystä. [texturetechnologies.com](http://texturetechnologies.com). [Viitattu 24.5.2017]. Saatavissa: <http://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>.
- Sokerijuurikaskuitu - yleistä. Ei päiväystä. [oriolashop.fi](http://oriolashop.fi). [Viitattu 26.5.2017]. Saatavissa: <https://oriolashop.fi/fi/Tuoteryhm%C3%A4t/Elintarvikkeet/Fibrex-Sokerijuurikaskuitu-400-g/p/54155>
- Totosaus, A. 2009. Global Science Books: The use of potato starch in meat products. [Tutkimusjulkaisu]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavana: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/FOOD\\_3\(S11\)/FOOD\\_3\(S11\)102-108o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/FOOD_3(S11)/FOOD_3(S11)102-108o.pdf). 104.
- Viinisalo, M., Nikkilä, M., Varjonen, J. 2008. Kuluttajatutkimuskeskus, Helsinki. Elintarvikkeiden kulutusmuutokset kotitalouksissa vuosina 1966–2006. [Raportti]. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavana: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152387/Elintarvikkeiden\\_kulutusmuutokset\\_kotitalouksissa\\_vuosina\\_1966-2006.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152387/Elintarvikkeiden_kulutusmuutokset_kotitalouksissa_vuosina_1966-2006.pdf?sequence=1). 23–24

**LIITTEET**

## Lahnamassan ominaisuudet ilman rakenteensäätoaineita

Näyte - Paistinpannu	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
L.Pihvi Rakenteensäätoaineeton_1	1277,32	-1,80	0,80	0,67	852,76	682,55
L.Pihvi Rakenteensäätoaineeton_2	1055,93	-3,01	0,79	0,64	673,41	530,93
L.Pihvi Rakenteensäätoaineeton_3	1461,73	-2,46	0,90	0,62	899,16	811,22
L.Pihvi +2,5g vesi_1	840,23	-2,84	0,75	0,69	576,67	431,34
L.Pihvi +2,5g vesi_2	972,51	-36,31	0,83	0,62	602,86	497,26
L.Pihvi +2,5g vesi_3	1124,90	-1,52	0,85	0,62	701,17	597,01
L.Pihvi +2,5g vesi_4	1409,88	-79,51	0,85	0,64	894,66	755,80
L.Pihvi +2,5g vesi_5	1054,49	-61,61	0,79	0,60	628,28	495,93
L.Pihvi +2,5g vesi_6	708,47	-33,24	0,78	0,58	410,32	319,34
L.Pihvi +2,5g vesi_7	727,94	-3,48	0,78	0,68	497,69	386,23
L.Pihvi +2,5g vesi_8	1001,98	-73,09	0,85	0,59	590,16	499,87
L.Pihvi +2,5g vesi_9	925,89	-1,55	0,80	0,65	605,08	484,33

Näyte - paistinpannu	Paino.A	Neste.Tas	Paino.L	P.Häviö	K.A
Rakenteensäätoaineeton + 2,5g vettä	29,79	0,22	24,68	17,89 %	
Rakenteensäätoaineeton + 2,5g vettä	29,9	0,20	24,09	20,10 %	
Rakenteensäätoaineeton + 2,5g vettä	29,71	0,34	24,47	18,78 %	18,9 %

Näyte - kiertoilmauuni	Kovuus	Takertuvuus	Koheesiovoima	Kimmoisuus	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Rakenteensäätoaineeton2,5 g vettä_1	838,54	-8,46	0,84	0,65	541,8	456,5
Rakenteensäätoaineeton2,5 g vettä_2	594,6	-6,53	0,81	0,64	380,46	307,91
Rakenteensäätoaineeton2,5 g vettä_3	618,91	-1,93	0,66	0,69	427,36	283,33
Rakenteensäätoaineeton2,5 g vettä_4	707,84	-3,07	0,71	0,66	464,28	330,45
Rakenteensäätoaineeton2,5 g vettä_5	673,11	-5	0,64	0,66	442,43	284,49
Rakenteensäätoaineeton2,5 g vettä_6	858,22	-4,75	0,72	0,66	565,11	404,73

Näyte - kiertoilmauuni	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö	K.A
Rakenteensäätoaineeton + 2,5g vettä	29,37	1,3	25,54	17,47 %	
Rakenteensäätoaineeton + 2,5g vettä	29,46	1,1	25,45	17,35 %	
Rakenteensäätoaineeton + 2,5g vettä	29,42	1,27	25,5	17,64 %	17,48 %

## Rakenteensäätoaineiden ominaisuuksien seuranta

Näyte 12:50	Lämpötila	Muutos	Sekoitettavuus
Psyllium	Kylmä	1min imenyt kosteuden	Kyllä
Sokerijuurikaskuitu	Kylmä	Kosteaa puuro	Kyllä
Konjac glucomannan	Kylmä	Ei vaikutusta	Kyllä
Johanneksenleipäpuu	Kylmä	1min imenyt kosteuden	Kyllä
Perunajauho	Kylmä	Sakka pohjalla	Kyllä
Perunahiutale	Kylmä	5min kankea ja mureneva	Kyllä
Guarkumi	Kylmä	Heti	Kyllä
Gelatiini	Kylmä	5min imenyt kosteuden	Kyllä

Näyte 13:20	Lämpötila	Muutos	Sekoitettavuus
Psyllium	Kuuma	Kumimainen	Ei
Sokerijuurikaskuitu	Kuuma	Puuro	Kyllä
Konjac glucomannan	Kuuma	Todella laiha keitto	Kyllä
Johanneksenleipäpuu	Kuuma	Kumimainen	Ei
Perunajauho	Kuuma	Ei muutosta	Kyllä
Perunahiutale	Kuuma	Ei muutosta	Kyllä
Guarkumi	Kuuma	Ei muutosta	Kyllä
Gelatiini	Kuuma	Sulanut	Kyllä

Näyte 13:50	Lämpötila	Muutos	Sekoitettavuus
Psyllium	Lämmin	Ei muutosta	Ei
Sokerijuurikaskuitu	Lämmin	Ei muutosta	Kyllä
Konjac glucomannan	Lämmin	Laiha keitto	Kyllä
Johanneksenleipäpuu	Lämmin	Ei muutosta	Ei
Perunajauho	Lämmin	Ei muutosta	Kyllä
Perunahiutale	Lämmin	Ei muutosta	Kyllä

Guarkumi	Lämmin	Kiinteämpi	Ehkä, paakkuja?
Gelatiini	Lämmin	Hyytelö	Ehkä

Näyte 14:20	Lämpötila	Muutos	Sekoitettavuus
Psyllium	Kylmä	Ei muutosta	Ei
Sokerijuurikaskuitu	Kylmä	Ei muutosta	Kyllä
Konjac glucomannan	Kylmä	Ei muutosta	Kyllä
Johanneksenleipäpuu	Kylmä	Ei muutosta	Ei
Perunajauho	Kylmä	Ei muutosta	Kyllä
Perunahiutale	Kylmä	Ei muutosta	Kyllä
Guarkumi	Kylmä	Ei muutosta	Ehkä, paakkuja?
Gelatiini	Kylmä	Kova hyytelö	Ei

## Gelatiini ominaisuuksien seuranta

Näyte	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton.1	29,79	0,22	24,68	17,89 %
Lisäaineeton.2	29,9	0,2	24,09	20,10 %
Lisäaineeton.3	29,71	0,34	24,47	18,78 %
Gel 1.5% K.1	29,41	1,27	24,98	19,38 %
Gel 1.5% K.2	26,68	1,32	21,76	23,39 %
Gel 1.5% M.1	29,39	1,24	24,36	21,33 %
Gel 1.5% M.2	29,45	1,16	24,3	21,43 %
Gel 2.5% M.1	29,41	1,16	24,25	21,49 %
Gel 2.5% M.2	29,46	1,25	24	22,78 %
Gel 2.5% M.3	29,48	1,22	24,64	20,56 %

Näyte	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Kuiva1	967,84	-2,50	0,67	0,48	460,79	306,51
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Kuiva2	875,40	-2,82	0,66	0,44	387,80	256,24
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Kuiva3	587,88	-2,64	0,66	0,48	279,74	184,84
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Kuiva4	834,78	-3,02	0,66	0,48	402,61	264,24
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Märkä5	702,24	-2,82	0,64	0,47	331,89	212,67
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Märkä6	745,67	-3,66	0,66	0,48	357,75	235,59
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Märkä7	856,42	-3,95	0,67	0,46	391,96	263,34
Lahnapihvi Gelatin 1.5 Märkä8	1071,79	-5,55	0,89	0,47	507,43	448,93
Lahnapihvi gelatiini 2.5_305164	625,20	-0,12	0,87	0,45	282,38	246,47
Lahnapihvi gelatiini 2.5_305165	380,86	-0,16	0,68	0,44	166,27	112,78
Lahnapihvi gelatiini 2.5_305166	340,16		0,61	0,50	168,38	102,87

## Guarkumin ominaisuuksien seuranta

Näyte - Paistinpannu	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,79	0,22	24,68	17,89 %
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,9	0,2	24,09	20,10 %
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,71	0,34	24,47	18,78 %
Guarkumi 0,5 % 0,35 % ksantaanikumi	29,44	0,34	27,88	7,25 %
Guarkumi 0,5 % 0,35 % ksantaanikumi	30,39	0,24	28,9	6,65 %
Guarkumi 0,5 %	29,44	0,3	27,65	8,08 %
Guarkumi 0,5 %	29,46	0,24	27,37	8,86 %
Guarkumi 0,5 %	28,82	0,33	27,4	6,99 %
Guarkumi 0,375 %	30,99	0,38	28,06	11,23 %
Guarkumi 0,281 %	29,97	0,43	28,21	7,66 %
Guarkumi 0,21 %	28,42	0,44	26,96	7,10 %

Näyte - Paistinpannu	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi Guar G 0,5% ja 0,35% Xantan G5	202,07		0,222	0,26	52,596	11,653
Lahnapihvi Guar G 0,5% ja 0,35% Xantan G6	222,467		0,218	0,213	47,316	10,294
Lahnapihvi Guar G 0,5% ja 0,35% Xantan G7	209,694	-1,659	0,293	0,268	56,258	16,507
Lahnapihvi Guar G 0,5% ja 0,35% Xantan G8	177,78	-1,086	0,283	0,256	45,591	12,922
Lahnapihvi Guar G 0,5% 100620165	357,105	-2,636	0,425	0,345	123,151	52,358
Lahnapihvi Guar G 0,5% 100620166	376,247	-2,768	0,433	0,332	124,955	54,122
Lahnapihvi Guar G 0,5% 100620167	425,094	-6,801	0,471	0,355	150,888	71,077
Lahnapihvi Guar G 0,5% 100620168	329,737	-4,523	0,429	0,332	109,534	47,006
Lahnapihvi Guar G 0,375% 100620161	398,853	-11,416	0,529	0,391	156,008	82,519

Lahnapihvi Guar G 0,375% 100620162	551,303	-28,173	0,639	0,337	185,93	118,758
Lahnapihvi Guar G 0,375% 100620163	333,298	-7,752	0,431	0,349	116,459	50,21
Lahnapihvi Guar G 0,375% 100620164	486,252	-11,894	0,441	0,33	160,416	70,762
Lahnapihvi Guar G 0,281% 100620169	526,188	-17,901	0,569	0,378	199,074	113,246
Lahnapihvi Guar G 0,281% 1006201610	439,196	-13,602	0,511	0,375	164,691	84,153
Lahnapihvi Guar G 0,281% 1006201611	451,249	-5,193	0,549	0,384	173,359	95,157
Lahnapihvi Guar G 0,281% 1006201612	503,475	-19,932	0,573	0,4	201,357	115,348
Lahnapihvi Guar G 0,21% 1006201613	908,997	-16,857	0,605	0,405	368,15	222,654
Lahnapihvi Guar G 0,21% 1006201614	919,979	-9,733	0,812	0,428	393,916	320,008
Lahnapihvi Guar G 0,21% 1006201615	615,743	-14,102	0,723	0,499	307,055	221,864
Lahnapihvi Guar G 0,21% 1006201616	902,156	-14,951	0,685	0,428	386,516	264,621

Näyte - Kiertoilmamuuni	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,37	1,30	25,54	17,47 %
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,46	1,10	25,45	17,35 %
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,42	1,27	25,50	17,64 %
Guarkumi 0.16%.1	29,45	0,62	26,61	11,75 %
Guarkumi 0.16%.2	29,39	0,92	26,46	13,10 %
Guarkumi 0.16%.3	29,46	0,67	26,73	11,54 %
Guarkumi 0.333%.1	29,47	0,42	28,07	6,18 %
Guarkumi 0.333%.2	29,46	0,42	27,89	6,75 %
Guarkumi 0.333%.3	29,49	0,40	28,01	6,38 %
Guarkumi 0.5%.1	29,41	0,45	27,92	6,60 %
Guarkumi 0.5%.2	29,37	0,47	28,11	5,89 %
Guarkumi 0.5%.3	29,39	0,43	28,04	6,06 %

Näyte	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_1	397,70	-7,57	0,64	0,58	232,00	147,64
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_2	319,30	-18,92	0,69	0,62	196,82	135,29
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_3	340,03	-11,80	0,62	0,57	194,96	120,18
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_4	386,65	-6,68	0,66	0,59	229,64	152,24
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_5	404,22	-33,08	0,62	0,51	205,37	127,96
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_6	464,21	-14,45	0,67	0,54	249,81	167,84
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_7	395,49	-17,61	0,68	0,59	231,48	156,54
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_8	343,92	-20,42	0,65	0,53	183,48	119,20
Lahnapihvi_Guarkumi_0166_9	354,55	-16,48	0,62	0,57	202,70	124,95
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_10	226,16	-44,09	0,55	0,43	96,57	53,32
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_11	230,16	-38,48	0,57	0,45	102,73	58,77
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_12	234,58	-36,64	0,62	0,47	109,68	67,61
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_13	195,32	-46,78	0,60	0,45	87,18	52,19
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_14	203,95	-34,10	0,59	0,47	95,44	56,71
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_15	214,16	-29,07	0,62	0,49	105,23	65,56
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_16	213,53	-47,12	0,62	0,49	105,34	64,93
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_17	181,33	-36,43	0,55	0,57	104,01	56,97
Lahnapihvi_Guarkumi_0333_18	211,85	-30,78	0,58	0,52	110,16	63,51
Lahnapihvi_Guarkumi_050_19	180,42	-40,47	0,54	0,48	87,86	62,66
Lahnapihvi_Guarkumi_050_20	210,21	-24,23	0,52	0,51	111,50	73,61
Lahnapihvi_Guarkumi_050_21	242,41	-35,62	0,54	0,46	113,27	76,41
Lahnapihvi_Guarkumi_050_22	202,63	-51,54	0,62	0,46	94,45	76,72
Lahnapihvi_Guarkumi_050_23	229,15	-43,83	0,68	0,48	112,43	95,41
Lahnapihvi_Guarkumi_050_24	183,26	-38,59	0,59	0,47	88,32	69,04
Lahnapihvi_Guarkumi_050_25	199,37	-43,83	0,62	0,53	109,37	86,38
Lahnapihvi_Guarkumi_050_26	240,93	-41,95	0,60	0,46	112,92	85,52
Lahnapihvi_Guarkumi_050_27	209,15	-36,92	0,49	0,47	99,73	63,46

## Psyllium ominaisuuksien seuranta

Näyte - Paistinpannu	Paino.A (g)	Paino.L (g)	Neste.Tas (g)	P.Häviö
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,79	24,68	0,22	17,89 %
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,90	24,09	0,20	20,10 %
Lisäaineeton + 2,5g vettä	29,71	24,47	0,34	18,78 %
Psyllium 0,166_1	29,92	24,20	0,22	19,85 %
Psyllium 0,166_2	29,87	24,40	0,20	18,98 %
Psyllium 0,166_3	30,17	24,10	0,34	21,25 %
Psyllium 0,333_1	29,83	25,70	0,18	14,45 %
Psyllium 0,333_2	28,72	25,50	0,23	12,01 %
Psyllium 0,333_3	29,80	25,20	0,23	16,21 %
Psyllium 0,500_1	29,81	24,40	0,17	18,72 %
Psyllium 0,500_2	29,78	25,10	0,28	16,66 %
Psyllium 0,500_3	29,83	24,80	0,30	17,87 %
Psyllium 0,75_1	29,79	26,66	0,19	11,14 %



Psyllium 0,75_2	29,70	26,35	0,32	12,36 %
Psyllium 0,75_3	29,82	26,56	0,27	11,84 %
Psyllium 1,079_1	29,69	26,90	0,21	10,10 %
Psyllium 1,079_2	29,82	26,91	0,30	10,76 %
Psyllium 1,079_3	29,66	26,93	0,18	9,81 %

Näyte - Paistinpannu	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Psyllium_0750_näyte1	532,93	-0,69	0,54	0,41	220,05	119,01
Psyllium_0750_näyte2	565,13	-0,71	0,53	0,43	244,31	130,23
Psyllium_0750_näyte3	672,16	-0,28	0,55	0,43	291,05	160,58
Psyllium_0750_näyte4	557,45		0,54	0,44	245,82	131,67
Psyllium_0750_4	503,04	-0,30	0,61	0,47	236,08	142,80
Psyllium_0750_6	552,08		0,57	0,46	252,97	144,63
Psyllium_1079_näyte4	350,31	-0,13	0,63	0,46	159,50	100,17
Psyllium_1079_näyte5	365,46		0,55	0,45	164,60	90,61
Psyllium_1079_näyte6	303,59	-0,25	0,65	0,46	139,45	90,73
Psyllium_1079_näyte7	505,53	-1,44	0,54	0,44	222,27	120,32
Psyllium_1079_näyte8	355,47	-2,58	0,50	0,41	146,89	73,30
Psyllium_1079_näyte9	403,03	-1,68	0,53	0,38	154,09	81,97
Psyllium_1079_näyte11	308,96	-0,08	0,49	0,51	158,44	76,84
Psyllium_1079_näyte14	467,05	-0,50	0,58	0,44	205,88	119,03
Psyllium_1079_näyte15	328,35		0,55	0,43	139,86	77,11
Psyllium_1079_näyte16	475,05	-0,46	0,51	0,40	190,56	96,16
Psyllium_1079_näyte17	420,64	-1,16	0,59	0,44	186,80	109,20

Näyte - Kiertoilmauuni	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton.1	29,37	1,3	25,54	17,47 %
Lisäaineeton.2	29,46	1,1	25,45	17,35 %
Lisäaineeton.3	29,42	1,27	25,5	17,64 %
Psyllium 0,75 %.1	29,37	1,18	26,04	15,36 %
Psyllium 0,75 %.2	29,45	1,12	25,78	16,26 %
Psyllium 0,75 %.3	29,44	1,19	25,76	16,56 %
Psyllium 1,3074 %.1	29,43	1,05	26,90	12,16 %
Psyllium 1,3074 %.2	29,41	1,20	26,91	12,58 %
Psyllium 1,3074 %.3	29,39	1,27	26,93	12,69 %

Näyte - Kiertoilmauuni	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi_psyllium0750_1	397,171	-28,009	0,576	0,447	177,676	102,43
Lahnapihvi_psyllium0750_2	382,859	-53,664	0,552	0,412	157,744	87,091
Lahnapihvi_psyllium0750_3	555,661	-54,688	0,574	0,434	241,159	138,493
Lahnapihvi_psyllium0750_4	432,426	-11,581	0,545	0,43	185,838	101,366
Lahnapihvi_psyllium0750_5	372,651	-12,568	0,537	0,428	159,677	85,681
Lahnapihvi_psyllium0750_6	488,413	-48,354	0,568	0,432	210,992	119,765
Lahnapihvi_psyllium0750_7	406,748	-18,817	0,576	0,43	174,715	100,723
Lahnapihvi_psyllium0750_8	357,917	-2,253	0,576	0,475	170,139	98,084
Lahnapihvi_psyllium0750_9	464,103	-22,066	0,539	0,438	203,11	109,436
Lahnapihvi_psyllium1307_1	444,95	-40,932	0,534	0,404	179,776	96,066
Lahnapihvi_psyllium1307_2	420,324	-6,152	0,561	0,424	178,134	99,929
Lahnapihvi_psyllium1307_3	431,9	-32,788	0,521	0,413	178,374	92,945
Lahnapihvi_psyllium1307_4	364,758	-23,64	0,55	0,419	152,902	84,079
Lahnapihvi_psyllium1307_5	348,551	-30,101	0,554	0,417	145,354	80,573
Lahnapihvi_psyllium1307_6	379,807	-48,994	0,525	0,38	144,211	75,783
Lahnapihvi_psyllium1307_7	356,023	-21,685	0,581	0,439	156,351	90,829
Lahnapihvi_psyllium1307_8	397,592	-7,411	0,545	0,436	173,417	94,591
Lahnapihvi_psyllium1307_9	373,072	-27,346	0,539	0,428	159,668	86,029

## Johanneksenleipäpuu ominaisuuksien seuranta

Näyte	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Rakenteensäättöaineeton.1	29,37	1,30	25,54	17,47 %
Rakenteensäättöaineeton.2	29,46	1,10	25,45	17,35 %
Rakenteensäättöaineeton.3	29,42	1,27	25,50	17,64 %
J.P Jauhe 0,5 %.1	29,36	0,84	25,31	16,66 %
J.P Jauhe 0,5 %.2	29,43	1,05	25,22	17,89 %
J.P Jauhe 0,5 %.3	29,40	0,96	25,80	15,51 %
J.P Jauhe 1,0 %.1	29,38	0,88	26,18	13,89 %
J.P Jauhe 1,0 %.2	29,40	0,92	26,39	13,37 %
J.P Jauhe 1,0 %.3	29,41	0,76	26,46	12,61 %

J,P Jauhe 1,5 %.1	29,45	0,79	26,23	13,63 %
J,P Jauhe 1,5 %.2	29,39	0,83	26,33	13,25 %
J,P Jauhe 1,5 %.3	29,38	0,80	26,54	12,39 %

Näyte	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_1	495,04	-18,94	0,63	0,47	230,60	146,23
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_2	570,71	-56,79	0,67	0,42	241,99	162,58
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_3	476,10	-55,43	0,66	0,45	214,66	142,31
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_4	549,24	-51,61	0,72	0,50	276,32	198,51
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_5	527,77	-22,98	0,65	0,46	240,96	157,62
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_6	498,62	-23,63	0,74	0,53	261,56	193,13
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_7	465,68	-42,64	0,71	0,47	217,70	154,47
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_8	413,06	-11,41	0,64	0,49	204,16	130,37
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu050_9	524,09	-46,72	0,65	0,47	244,03	157,46
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_10	368,34	-62,22	0,41	0,33	121,70	49,92
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_11	279,83	-43,00	0,47	0,39	109,02	51,25
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_12	316,24	-75,33	0,42	0,38	119,33	50,54
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_13	354,44	-73,28	0,44	0,36	126,95	56,01
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_14	370,23	-74,73	0,40	0,33	121,89	48,65
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_15	337,19	-13,55	0,40	0,35	116,68	46,83
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_16	335,82	-32,01	0,40	0,34	113,98	45,24
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_17	251,31	-15,58	0,33	0,36	89,64	29,22
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu100_18	376,86	-42,70	0,41	0,36	136,52	55,40
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_19	283,09	-26,36	0,40	0,37	104,36	41,42
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_20	364,86	-47,59	0,34	0,31	112,04	38,51
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_21	354,02	-41,32	0,32	0,30	105,61	34,19
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_22	340,66	-46,34	0,33	0,32	108,90	36,22
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_23	294,25	-7,51	0,40	0,33	98,06	38,92
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_24	297,30	-8,24	0,34	0,34	100,20	33,99
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_25	288,57	-22,89	0,33	0,32	92,47	30,35
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_26	269,94	-12,82	0,36	0,33	89,83	32,07
Lahnapihvi_johanneksenleipäpuu150_27	313,72	-13,81	0,46	0,35	110,11	50,54

## Sokerijuurikaskuitu ominaisuuksien seuranta

Näyte	Paino.A (g)	N. tasolla (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Rakenteensäästöaineeton + 2,5g vettä	29,37	1,30	25,54	17,47 %
Rakenteensäästöaineeton + 2,5g vettä	29,46	1,10	25,45	17,35 %
Rakenteensäästöaineeton + 2,5g vettä	29,42	1,27	25,50	17,64 %
Sokerijuurikas 0,5 %.1	29,36	1,22	24,65	20,20 %
Sokerijuurikas 0,5 %.2	29,44	1,13	25,61	16,86 %
Sokerijuurikas 0,5 %.3	29,39	1,43	24,87	20,26 %
Sokerijuurikas 1,0 %.1	29,42	1,18	25,84	16,18 %
Sokerijuurikas 1,0 %.2	29,37	1,14	25,92	15,63 %
Sokerijuurikas 1,0 %.3	29,38	1,23	25,72	16,66 %
Sokerijuurikas 1,5 %.1	29,40	1,27	25,80	16,58 %
Sokerijuurikas 1,5 %.2	29,44	1,19	26,16	15,20 %
Sokerijuurikas 1,5 %.3	29,42	1,07	26,06	15,07 %

Näyte	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_1	524,405	-3,976	0,761	0,654	342,856	260,753
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_2	547,768	-3,529	0,69	0,687	376,224	259,436
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_3	388,963	-4,981	0,574	0,719	279,777	160,67
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_4	532,824	-17,566	0,803	0,647	344,903	276,84
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_5	564,606	-2,602	0,723	0,673	379,798	274,532
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_6	722,991	-4,016	0,789	0,669	483,909	381,977
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_7	654,901	-2,75	0,8	0,69	452,05	361,841
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_8	603,86	-5,538	0,761	0,677	409,079	311,117
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_050_9	631,749	-1,654	0,765	0,662	418,147	319,869
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_10	612,806	-8,451	0,765	0,638	390,763	298,921
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_11	606,807	-4,496	0,765	0,636	385,967	295,252
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_12	469,26	-2,828	0,685	0,678	318,298	218,08
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_13	676,58	-11,168	0,783	0,636	430,271	336,775
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_14	471,996	-6,567	0,707	0,646	305,059	215,774
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_15	473,154	-5,998	0,752	0,635	300,339	225,754
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_16	583,549	-3,555	0,71	0,66	385,095	273,238
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_17	571,762	-6,468	0,78	0,636	363,73	283,887
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_100_18	607,544	-9,127	0,758	0,656	398,635	302,291
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_19	517,775	-8,065	0,789	0,653	338,252	267,001
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_20	413,483	-2,568	0,645	0,707	292,431	188,686
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_21	584,075	-13,013	0,783	0,655	382,603	299,465

Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_22	581,865	-2,855	0,645	0,688	400,179	258,209
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_23	573,341	-6,504	0,736	0,664	380,521	280,118
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_24	594,073	-3,655	0,734	0,678	402,955	295,739
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_25	591,968	-11,615	0,807	0,677	400,954	323,608
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_26	522,195	-7,837	0,738	0,668	348,892	257,608
Lahnapihvi_Sokerijuurikaskuitu_150_27	632,696	-7,781	0,732	0,671	424,268	310,44

## Perunajauho ominaisuuksien seuranta

Näyte	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino. L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton.1	29,37	1,30	25,54	17,47 %
Lisäaineeton.2	29,46	1,10	25,45	17,35 %
Lisäaineeton.3	29,42	1,27	25,50	17,64 %
Perunajauho 0,5 %.1	29,42	1,40	25,09	19,48 %
Perunajauho 0,5 %.2	29,46	1,23	25,01	19,28 %
Perunajauho 0,5 %.3	29,45	0,98	24,92	18,71 %
Perunajauho 1.0 %.1	29,37	0,97	25,56	16,28 %
Perunajauho 1.0 %.2	29,43	0,79	25,36	16,51 %
Perunajauho 1.0 %.3	29,45	1,22	25,09	18,95 %
Perunajauho 1,5 %.1	29,39	1,32	25,73	16,94 %
Perunajauho 1,5 %.2	29,39	1,13	25,70	16,40 %
Perunajauho 1,5 %.3	29,41	0,87	25,73	15,47 %

Näyte	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_1	859,485	-18,145	0,816	0,638	548,484	447,544
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_2	823,704	-3,748	0,798	0,665	547,517	437,042
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_3	846,12	-7,489	0,834	0,677	572,987	477,7
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_4	748,879	-2,671	0,798	0,662	495,996	395,917
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_5	773,084	-4,311	0,736	0,691	534,183	393,235
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_6	492,623	-3,004	0,761	0,694	341,881	260,012
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_7	863,905	-18,899	0,827	0,631	544,734	450,523
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_8	780,346	-5,246	0,705	0,687	536,061	377,977
Lahnapihvi_PerunaJauho_050_9	951,569	-11,935	0,834	0,677	644,359	537,204
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_10	827,177	-2,638	0,78	0,648	536,016	418,354
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_11	764,349	-9,012	0,758	0,636	486,217	368,706
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_12	683,947	-1,164	0,698	0,691	472,703	330,159
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_13	661,005	-6,98	0,741	0,668	441,775	327,169
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_14	634,169	-2,237	0,694	0,684	433,716	301,005
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_15	623,014	-4,296	0,765	0,683	425,268	325,316
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_16	749,826	-5,335	0,732	0,652	488,954	357,771
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_17	818,021	-13,386	0,785	0,633	517,787	406,423
Lahnapihvi_PerunaJauho_100_18	726,99	-8,81	0,78	0,632	459,242	358,433
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_19	643,956	-2,954	0,647	0,643	414,27	268,219
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_20	702,574	-3,812	0,698	0,641	450,556	314,69
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_21	597,02	-2,026	0,659	0,618	368,863	242,91
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_22	588,074	-4,888	0,623	0,642	377,654	235,301
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_23	502,726	-2,206	0,659	0,636	319,942	210,694
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_24	629,749	-2,007	0,69	0,625	393,591	271,412
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_25	513,355	-2,378	0,579	0,66	338,562	195,931
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_26	688,683	-6,029	0,729	0,621	427,744	312,035
Lahnapihvi_PerunaJauho_150_27	550,925	-0,27	0,763	0,649	357,58	272,744

## Perunahiutale ominaisuuksien seuranta

Näyte	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton.1	29,37	1,30	25,54	17,5 %
Lisäaineeton.2	29,46	1,10	25,45	17,3 %
Lisäaineeton.3	29,42	1,27	25,50	17,6 %
Perunahiutale 0,5%.1	29,43	1,18	25,13	14,6 %
Perunahiutale 0,5%.2	29,45	1,16	25,11	14,7 %
Perunahiutale 0,5%.3	29,41	1,19	25,54	13,2 %
Perunahiutale 1.0%.1	29,39	1,09	25,72	12,5 %
Perunahiutale 1.0%.2	29,37	1,04	25,80	12,2 %
Perunahiutale 1.0%.3	29,45	1,11	25,77	12,5 %
Perunahiutale 1.5%.1	29,40	1,24	26,04	11,4 %
Perunahiutale 1.5%.2	29,41	0,93	26,43	10,1 %
Perunahiutale 1.5%.3	29,44	0,94	26,41	10,3 %

Näyte	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_1	645,851	-5,638	0,687	0,645	416,879	286,547
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_2	717,518	-4,227	0,705	0,669	479,731	338,259
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_3	712,677	-4,858	0,807	0,663	472,27	381,167
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_4	681,632	-5,404	0,772	0,698	475,85	367,175
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_5	609,543	-2,468	0,685	0,655	398,989	273,365
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_6	561,975	-1,683	0,65	0,696	391,004	254,023
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_7	680,579	-13,741	0,803	0,637	433,198	347,711
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_8	693,629	-5,918	0,805	0,661	458,567	369,091
Lahnapihvi_PerunaHiutale_050_9	712,151	-4,206	0,734	0,666	474,154	347,993
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_10	624,066	-3,734	0,749	0,634	395,702	296,557
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_11	637,958	-4,075	0,765	0,63	401,628	307,232
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_12	560,081	-4,384	0,621	0,639	357,734	222,097
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_13	571,868	-5,68	0,665	0,647	369,74	245,947
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_14	513,039	-2,932	0,537	0,682	350,014	187,812
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_15	605,649	-10,583	0,761	0,615	372,371	283,2
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_16	623,75	-3,845	0,71	0,65	405,229	287,524
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_17	645,324	-4,948	0,67	0,648	418,096	279,967
Lahnapihvi_PerunaHiutale_100_18	689,63	-5,896	0,747	0,636	438,839	327,913
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_19	750,353	-7,062	0,763	0,605	454,078	346,348
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_20	855,171	-5,929	0,752	0,603	515,817	387,721
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_21	644,693	-8,634	0,749	0,618	398,444	298,612
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_22	745,406	-40,602	0,778	0,587	437,447	340,452
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_23	711,625	-6,03	0,716	0,61	434,024	310,842
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_24	702,785	-3,199	0,745	0,62	435,595	324,523
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_25	725,832	-16,106	0,783	0,569	412,705	323,026
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_26	735,304	-11,044	0,778	0,588	432,337	336,475
Lahnapihvi_PerunaHiutale_150_27	537,349	-4,308	0,783	0,59	317,086	248,185

## Konjac Glucomannan ominaisuuksien seuranta

Näyte – Testi 1	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton.1	29,37	1,30	25,54	17,5 %
Lisäaineeton.2	29,46	1,10	25,45	17,3 %
Lisäaineeton.3	29,42	1,27	25,50	17,6 %
Kj.G 0,333%.1	29,39	1,52	25,42	18,7 %
Kj.G 0,333%.2	29,45	1,61	25,38	19,3 %
Kj.G 0,333%.3	29,41	1,50	25,60	18,1 %
Kj.G 0,666%.1	29,38	1,40	26,50	14,6 %
Kj.G 0,666%.2	29,44	1,01	26,73	12,6 %
Kj.G 0,666%.3	29,44	1,33	26,25	15,4 %
Kj.G 1,0%.1	29,37	1,15	26,54	13,6 %
Kj.G 1,0%.2	29,44	1,35	26,22	15,5 %
Kj.G 1,0%.3	29,47	1,09	26,13	15,0 %

Näyte – Testi 1	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
KonjacGlucomannan_0333_1	528,83	-8,05	0,73	0,70	369,33	270,24
KonjacGlucomannan_0333_2	519,67	-3,28	0,68	0,74	382,56	258,72
KonjacGlucomannan_0333_3	582,29	-5,26	0,65	0,72	418,95	272,18
KonjacGlucomannan_0333_4	508,62	-2,85	0,61	0,74	375,47	228,95
KonjacGlucomannan_0333_5	498,10	-6,63	0,77	0,67	333,62	258,17
KonjacGlucomannan_0333_6	479,47	-2,17	0,71	0,70	336,73	239,67
KonjacGlucomannan_0333_7	507,15	-1,79	0,69	0,70	353,51	245,34
KonjacGlucomannan_0333_8	699,00	-24,53	0,81	0,66	457,66	371,41
KonjacGlucomannan_0333_9	625,65	-3,99	0,80	0,69	429,80	344,03
KonjacGlucomannan_0666_10	601,55	-8,37	0,81	0,65	390,01	313,91
KonjacGlucomannan_0666_11	581,76	-3,95	0,78	0,68	395,40	307,73
KonjacGlucomannan_0666_12	596,60	-5,18	0,77	0,67	397,12	306,43
KonjacGlucomannan_0666_13	507,15	-3,59	0,77	0,67	338,60	260,52
KonjacGlucomannan_0666_14	605,76	-27,20	0,83	0,67	407,40	336,94
KonjacGlucomannan_0666_15	729,20	-25,35	0,81	0,68	493,65	397,33
KonjacGlucomannan_0666_16	603,33	-5,15	0,72	0,70	420,33	301,04
KonjacGlucomannan_0666_17	637,85	-11,38	0,80	0,66	423,41	337,03
KonjacGlucomannan_0666_18	669,64	-19,95	0,80	0,67	449,60	359,88
KonjacGlucomannan_1000_19	702,79	-7,86	0,78	0,67	472,45	366,64
KonjacGlucomannan_1000_20	541,56	-5,39	0,73	0,69	372,70	270,23
KonjacGlucomannan_1000_21	622,28	-8,53	0,75	0,69	426,47	321,51
KonjacGlucomannan_1000_22	565,97	-6,84	0,76	0,67	376,33	286,21
KonjacGlucomannan_1000_23	529,88	-3,37	0,70	0,70	368,67	256,68
KonjacGlucomannan_1000_24	442,11	-2,55	0,67	0,74	327,22	218,39
KonjacGlucomannan_1000_25	519,25	-2,42	0,75	0,69	358,95	268,22
KonjacGlucomannan_1000_26	504,52	-17,32	0,83	0,68	343,93	284,45
KonjacGlucomannan_1000_27	541,03	-3,58	0,79	0,71	385,45	305,11

Näyte – Testi 2	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Lisäaineeton.1	29,37	1,3	25,54	17,5 %
Lisäaineeton.2	29,46	1,1	25,45	17,3 %
Lisäaineeton.3	29,42	1,27	25,5	17,6 %
Kj.G 0,333%.1	29,42	1,52	25,6	18,2 %
Kj.G 0,333%.2	29,36	1,61	25,18	19,7 %
Kj.G 0,333%.3	29,39	1,5	25,83	17,2 %
Kj.G 0,666%.1	29,41	1,4	26,03	16,3 %
Kj.G 0,666%.2	29,41	1,01	26,26	14,1 %
Kj.G 0,666%.3	29,39	1,33	25,7	17,1 %
Kj.G 1,0%.1	29,37	1,15	25,89	15,8 %
Kj.G 1,0%.2	29,43	1,35	26,24	15,4 %
Kj.G 1,0%.3	29,47	1,09	25,86	15,9 %

Näyte – Testi 2	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
KonjacGlucomannan_0333_1	613,121	-14,573	0,734	0,667	408,96	300,146
KonjacGlucomannan_0333_2	734,041	-10,279	0,838	0,662	485,881	407,235
KonjacGlucomannan_0333_3	555,556	-12,107	0,647	0,692	384,24	248,776
KonjacGlucomannan_0333_4	967,355	-9,146	0,772	0,655	633,443	488,776
KonjacGlucomannan_0333_5	716,466	-10,567	0,803	0,631	452,007	362,808
KonjacGlucomannan_0333_6	836,649	-3,054	0,794	0,655	548,001	434,998
KonjacGlucomannan_0333_7	784,766	-23,956	0,796	0,616	483,575	384,93
KonjacGlucomannan_0333_8	642,799	-9,732	0,736	0,67	430,437	316,863
KonjacGlucomannan_0333_9	680,79	-3,264	0,723	0,669	455,425	329,198
KonjacGlucomannan_0666_10	478,521	-15,958	0,785	0,671	321,25	252,156
KonjacGlucomannan_0666_11	569,342	-2,443	0,725	0,647	368,528	267,203
KonjacGlucomannan_0666_12	585,759	-2,507	0,749	0,635	371,781	278,63
KonjacGlucomannan_0666_13	756,457	-31,884	0,807	0,615	465,22	375,477
KonjacGlucomannan_0666_14	627,96	-10,411	0,725	0,662	415,527	301,28
KonjacGlucomannan_0666_15	824,336	-59,678	0,814	0,586	482,719	392,811
KonjacGlucomannan_0666_16	638,694	-16,165	0,78	0,615	392,673	306,477
KonjacGlucomannan_0666_17	579,971	-2,512	0,729	0,663	384,524	280,506
KonjacGlucomannan_0666_18	630,907	-3,562	0,678	0,667	420,743	285,471
KonjacGlucomannan_1000_19	586,075	-5,239	0,772	0,626	366,688	282,944
KonjacGlucomannan_1000_20	568,184	-2,366	0,661	0,651	369,988	244,471
KonjacGlucomannan_1000_21	654,691	-4,095	0,754	0,644	421,395	317,681
KonjacGlucomannan_1000_22	545,137	-2,209	0,741	0,638	347,806	257,577
KonjacGlucomannan_1000_23	586,496	-5,336	0,696	0,651	381,988	265,951
KonjacGlucomannan_1000_24	572,394	-36,309	0,798	0,569	325,871	260,119
KonjacGlucomannan_1000_25	533,876	-6,407	0,71	0,627	334,986	237,684
KonjacGlucomannan_1000_26	744,144	-6,553	0,747	0,634	472,156	352,809
KonjacGlucomannan_1000_27	451,264	-8,109	0,798	0,632	285,234	227,681

Näyte – Testi 3	Paino.A (g)	Neste.T (g)	Paino.L (g)	P.Häviö
Rakenteensäätöaineeton.1	29,37	1,3	25,54	17,5 %
Rakenteensäätöaineeton.2	29,46	1,1	25,45	17,3 %
Rakenteensäätöaineeton.3	29,42	1,27	25,50	17,6 %
Kj.G 0,333%.1	29,42	0,24	27,75	6,5 %
Kj.G 0,333%.2	29,46	0,21	27,83	6,2 %
Kj.G 0,333%.3	29,36	0,28	27,56	7,1 %
Kj.G 0,666%.1	29,6	0,16	28,13	5,5 %
Kj.G 0,666%.2	29,51	0,13	27,98	5,6 %
Kj.G 0,666%.3	29,37	0,17	27,73	6,2 %
Kj.G 1,0%.1	29,49	0,09	27,77	6,1 %
Kj.G 1,0%.2	29,45	0,06	27,90	5,5 %
Kj.G 1,0%.3	29,44	0,08	27,88	5,6 %

Näyte – Testi 3	Kovuus	Takertuvuus	Kimmoisuus	Koheesiovoima	Kumimaisuus	Pureskeltavuus
KonjacGlucomannan_0333_1	276,252	-21,07	0,481	0,397	109,655	52,761
KonjacGlucomannan_0333_2	253,205	-12,336	0,45	0,38	96,222	43,311
KonjacGlucomannan_0333_3	241,628	-17,354	0,494	0,401	96,809	47,868
KonjacGlucomannan_0333_4	238,892	-34,799	0,574	0,388	92,805	53,296
KonjacGlucomannan_0333_5	269,306	-12,325	0,472	0,398	107,231	50,644
KonjacGlucomannan_0333_6	259,203	-69,174	0,572	0,375	97,175	55,59
KonjacGlucomannan_0333_7	273,305	-10,716	0,435	0,341	93,258	40,529
KonjacGlucomannan_0333_8	251,731	-3,98	0,441	0,38	95,729	42,239
KonjacGlucomannan_0333_9	273,621	-9,094	0,461	0,378	103,535	47,75
KonjacGlucomannan_0666_10	239,103	-30,459	0,322	0,279	66,666	21,434
KonjacGlucomannan_0666_11	242,681	-12,338	0,37	0,322	78,148	28,937

KonjacGlucomannan_0666_12	227,105	-17,946	0,322	0,297	67,345	21,652
KonjacGlucomannan_0666_13	213,635	-14,949	0,319	0,286	61,183	19,535
KonjacGlucomannan_0666_14	211,004	-3,417	0,335	0,294	62,023	20,766
KonjacGlucomannan_0666_15	214,582	-29,849	0,406	0,315	67,584	27,423
KonjacGlucomannan_0666_16	239,103	-39,978	0,404	0,308	73,542	29,678
KonjacGlucomannan_0666_17	204,9	-14,364	0,335	0,292	59,731	19,999
KonjacGlucomannan_0666_18	218,476	-25,02	0,353	0,301	65,825	23,206
KonjacGlucomannan_1000_19	231,42	-21,738	0,406	0,322	74,631	30,283
KonjacGlucomannan_1000_20	255,941	-45,883	0,397	0,296	75,655	30,027
KonjacGlucomannan_1000_21	233,946	-25,198	0,299	0,26	60,842	18,212
KonjacGlucomannan_1000_22	224,474	-39,162	0,346	0,261	58,625	20,278
KonjacGlucomannan_1000_23	212,793	-11,429	0,286	0,267	56,856	16,263
KonjacGlucomannan_1000_24	226,263	-8,701	0,273	0,258	58,361	15,917
KonjacGlucomannan_1000_25	209,636	-10,878	0,268	0,241	50,493	13,547
KonjacGlucomannan_1000_26	220,686	-31,265	0,337	0,267	58,879	19,844
KonjacGlucomannan_1000_27	227	-19,79	0,257	0,253	57,46	14,779