

Ida-Maria Alanko

## **Suolan vaikutus taikinan ja leivän ominaisuuksiin**

Case Pirjon Pakari

Opinnäytetyö

Kevät 2022

Insinööri (AMK), Bio- ja Elintarviketekniikka

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarviketeknologia

Tekijä: Ida-Maria Alanko

Työn nimi: Suolan vaikutus taikinan ja leivän ominaisuuksiin – Case Pirjon Pakari

Ohjaaja: Merja Kyntäjä

Vuosi: 2022 Sivumäärä: 51 Liitteiden lukumäärä: 10

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten erilaiset suolat ja suolapitoisuudet vaikuttavat taikinan ja leivän ominaisuuksiin. Aihe perustui Pirjon Pakarin asiakkaan tarpeeseen saada valikoimaan myös vähäsuolainen vaihtoehto. Tutkimuksia varten valittiin kolme erilaista suolaa: ruokasuola, jodioitu suola ja pansuola. Vähäsuolaisen suolapitoisuudeksi valittiin 0,7 %. Tämän lisäksi tutkimukseen valittiin vertailunäytteiksi myös normaalisuolainen suolapitoisuudeltaan 1,0 % ja runsasuolainen suolapitoisuudeltaan 1,2 % jokaisesta suolalaadusta.

Työssä näytteiden taikinoiden ominaisuuksia mitattiin farinografilla ja ekstensografilla. Lisäksi ekstensografan perusteella määritettiin pinta-ala kullekin näytteelle. Suolapitoisuuden vaikutusta näytteisiin havainnoitiin myös leivottaessa näytteistä sämpylöitä. Valmiiden sämpylöiden rakenteen mittaamiseen käytettiin rakennemitaria, jolla tarkasteltiin sämpylöiden kuoren ja sisuksen rakennetta. Tämän lisäksi mitattiin kuinka leivän vanheneminen vaikuttaa rakenteeseen. Viimeisenä sämpylöitä arvioitiin aistinvaraisella arvioinnilla.

Saatujen mittaustulosten perusteella vähäsuolaiset vaihtoehdot jäivät keskimäärin hieman huonommiksi kuin normaalisuolaiset ja runsassuolaiset vertailunäytteet. Erot eri suolapitoisuuksien välillä jäivät kuitenkin melko pieniksi. Tämä tuli esiin myös aistinvaraisen arvioinnin tuloksissa ja arvioijien antamassa avoimessa palautteessa. Aistinvaraisessa arvioinnissa vähäsuolaiset vaihtoehdot arvioitiin hieman mauttomiksi. Tämä tulisi ottaa huomioon yrityksen tuotekehitysprosessissa, jotta tuotteisiin saataisiin enemmän makua. Yksi vaihtoehto tähän voisi olla taikinajuureen leipominen. Tällä tuotteisiin voitaisiin saada maun lisäksi myös pidempi säilyvyysaika, mikäli tuotteissa ei haluta käyttää lisäaineita.

Avainsanat: suolat, suolapitoisuus, taikina, leipä, vertailu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of engineering (UAS), Food processing and Biotechnology

Specialisation: Food Technology

Author/s: Ida-Maria Alanko

Title of thesis: Impact of salt on the characteristics of dough and bread – Case Pirjon Pakari

Supervisor(s): Merja Kyntäjä

Year: 2022      Number of pages: 51      Number of appendices: 10

---

The purpose of the thesis was to examine how different salts and salt concentrations affect the properties of dough and bread. The topic was based on the needs of the customers of Pirjon Pakari to have a low-salt option in the product range. Three types of salt were selected for the studies: common salt, iodized salt and pan salt. The content of low salt was chosen as 0.7%. In addition to this, normal salt with a salt content of 1.0% and high salt with a salt content of 1.2% of each salt type were selected as reference samples for the study.

In the study, the characteristics of the doughs in the samples were measured using a pharinograph and an existensograph. In addition, based on the extensograph, a surface area was determined for each sample. The impact of salinity on the samples was also observed when baking breads from the samples. A texture analyser was used to measuring and examining the texture of the crust and crumb of the finished breads. In addition to this, the aging effect on the bread texture was measured. Finally, the breads were assessed by sensory evaluation.

Based on the measurement results, on average, low-salt alternatives were slightly worse than normal salt and high-salt comparison samples. However, the differences between the different salt concentrations remained quite small. This also came up in the results of sensory evaluation and in the open feedback provided by the re-viewers. In sensory evaluation, low-salt alternatives were rated as slightly tasteless. This should be considered in the product development process of the company to bring more flavour to the products. One option for this could be to use starter dough. This could give products not only taste but also a longer shelf life if the company do not want to use additives.

Keywords: salts, salt content, dough, bread, comparison

# SISÄLTÖ

## Sisällys

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
1.1 Yritys.....	9
1.2 Työn tausta ja tavoitteet.....	9
1.3 Työn rakenne.....	10
2 SUOLA.....	11
2.1 Työssä käytettävät suolat ja niiden koostumus.....	11
2.2 Suolan tehtävä leivonnassa.....	12
2.3 Suola ja terveys.....	13
3 TAIKINAN JA LEIVÄN OMINAISUUKSIEN TUTKIMINEN.....	14
3.1 Farinografi.....	14
3.2 Ekstensografi.....	15
3.3 Leivän leivonta.....	16
3.4 Rakenteen mittaus.....	19
3.5 Aistinvarainen arviointi.....	21
4 MITTAUSMENETELMÄT.....	24
4.1 Taikinan ominaisuuksien mittaaminen.....	24
4.1.1 Farinografi.....	24
4.1.2 Ekstensografi.....	25
4.2 Näytteiden leipominen ja mittaukset valmiista sämpylöistä.....	26
4.2.1 Näytteiden leivonta.....	26
4.2.2 Rakenteen mittaus.....	27
4.2.3 Aistinvarainen arviointi.....	28
5 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI.....	30
5.1 Taikinan ominaisuudet farinografilla mitattaessa.....	30

5.2 Taikinan ominaisuudet ekstensografilla mitattaessa .....	32
5.3 Suolan vaikutus näytteiden leivonnallisiin ominaisuuksiin .....	35
5.4 Valmiiden sämpylöiden rakenteen mittaus .....	38
5.5 Valmiiden sämpylöiden aistinvarainen arviointi .....	42
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	45
LÄHTEET .....	49
LIITTEET .....	51

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Taulukko 1. Veden absorptio kullekin suolalle ja suolapitoisuudelle. ....	30
Taulukko 2. Farinografin tutkimustulokset. ....	31
Taulukko 3. Vähäsuolaisten näytteiden ekstensografin tulokset. ....	33
Taulukko 4. Normaalisuolaisten näytteiden ekstensografin tulokset. ....	33
Taulukko 5. Runsassuolaisten näytteiden ekstensografin tulokset. ....	33
Taulukko 6. Sämpylöiden nostatusajat. ....	36
Taulukko 7. Rakenteen mittaustulokset ensimmäisenä mittauspäivänä. ....	38
Taulukko 8. Rakenteen mittaustulokset toisena ja kolmantena päivänä. ....	39
Taulukko 9. Näytteiden rakenteen keskiarvon muuttuminen prosentteina. ....	40
Taulukko 10. Keskiarvo näytteiden saamista arvosanoista. ....	42
Taulukko 11. Näytteiden saamien sijoitusten määrä miellyttävyyssvertailussa. ....	43
Kuvio 1. Leivän tavanomainen valmistusprosessi. ....	17
Kuvio 2. Näytteiden pinta-alojen keskiarvo ja keskihajonta. ....	34
Kuva 1. Brabender farinografi. ....	14
Kuva 2. Brabender ekstensografi. ....	16
Kuva 3. Rakennemittari Stable Micro Systems TA-XT2. ....	19
Kuva 4. AACC (74–09) -standardimenetelmä. ....	20
Kuva 5. Taikinan sitkon tarkistus ennen ylöslyöntiä. ....	26

Kuva 6. Sämpylät ennen nostatusta. ....	36
Kuva 7. Sämpylät nostatettuina. ....	37
Kuva 8. Valmiita sämpylöitä. ....	37

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>BU</b>	Brabender Unit. Työssä käytettävien farinografin ja ekstensografin mittayksikkö.
<b>Byretti</b>	Pitkä sylinterimäinen putki, jonka päässä on hana nesteen vapauttamista varten. Sen kyljessä on mitta-asteikko, joka mahdollistaa nesteen tarkan annostelun.
<b>Ekstensografi</b>	Taikinan venyvyyttä ja venytysvastusta mittaava laite.
<b>Ekstensogrammi</b>	Ekstensografin muodostama käyrä, josta voidaan mitata taikinan venyvyyttä ja venytysvastusta.
<b>Erlenmeyer</b>	Ympyräpohjainen kartion muotoinen astia, jolla on joko kapea tai leveä kaula.
<b>Farinografi</b>	Laite, jolla voidaan mitata taikinan vedensidontakykyä, muodostumisaikaa, sekoituskestävyyttä sekä kuinka nopeasti taikina alkaa pehmentyä.
<b>Farinogrammi</b>	Farinografin piirtämä käyrä, joka kuvaa jauhun laatua ja ominaisuuksia.
<b>Riivaus</b>	Taikinapalojen muotoilu haluttuun muotoon. Voidaan tehdä joko koneellisesti tai käsin.
<b>Vahva jauho</b>	Jauhon sitkonmuodostuskyky ja sekoituskestävyys on hyvä ja tällöin myös jauho on ideaaleinta leivontaan.
<b>Ylöslyönti</b>	Taikinan paloittelu, riivaus ja lopullinen muotoilu.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Yritys

Pirjon Pakari perustettiin vuonna 1985 Honkajoella. Nykyisin sillä on leipomoita lisäksi myös Seinäjoella, Ylöjärvellä, Nurmijärvellä, Kauhajoella, Ylivieskassa ja Raisiossa. (Pirjon Pakari, [viitattu 14.4.2022].)

Pirjon Pakarin pääperiaatteena on tarjota asiakkaille päivittäin laadukasta ja uuni-tuoretta lähellä tuotettua leipää. Yrityksen tuotteet tehdään suurelta osin käsin ko-timaisista raaka-aineista ilman lisäaineita. Perinteisten leipien lisäksi Pirjon Pakari leipoo myös gluteenittomia tuotteita. (Pirjon Pakari, [viitattu 14.4.2022].)

## 1.2 Työn tausta ja tavoitteet

Aiheen taustalla on Pirjon Pakarin asiakkaan tarve saada vähäsuolaista leipää. Työssä tutkitaan, miten erilaiset suolat ja niiden suolapitoisuudet vaikuttavat taiki-nan ja valmiiksi leivotun sämpylän ominaisuuksiin. Työssä käytettäväksi suoloiksi valittiin yrityksen käyttämän jodioidun suolan lisäksi ruokasuola ja pansuola. Tutkimusta varten valittiin 0,7 % suolapitoisuuden lisäksi rinnakkaisnäytteeksi 1,0 % ja 1,2 % suolaa sisältävät näytteet, jotta myös suolan pitoisuuden kasvun vaiku-tuksia saatiin seurattua.

Suolan vaikutusta haluttiin tutkia aina taikinasta valmiiseen leipään saakka. Taiki-nan ominaisuuksien mittaukseen valittiin farinografi- ja ekstensografimittaukset, joiden avulla pystytään päättelemään myös taikinän käyttäytymistä leivonnan ai-kana. Valmiiden leipien rakenteen mittaamiseen valittiin rakennemittari, jonka avul-la pystytään arvioimaan leipien rakenteellisiä ominaisuuksia suhteessa toisiinsa. Rakennemittauksen tuloksia voitiin myös verrata aistinvaraisesta arviosta saatui-hin tuloksiin rakenteen osalta.

Koska yritys ei käytä tuotteissaan lisäaineita, on suolalla merkittävä rooli leivän lopputuloksessa. Tämän takia haluttiin tutkia myös muita suolavaihtoehtoja. Yritys

voi käyttää opinnäytetyöstä saatuja tutkimustuloksia apuna vähäsuolaisen leivän tuotekehitysprosessissaan.

### 1.3 Työn rakenne

Johdannon jälkeen luvussa kaksi käsitellään suolaa yleisesti ja käydään läpi työssä käytettävien suolojen ainesosat. Lisäksi luvussa kerrotaan, millaisia vaikutuksia suolalla on leivän ominaisuuksiin. Lopuksi käydään läpi suolan saantisuosituksia, miten suomalaisten suolan käyttö on muuttunut viimeisen 15 vuoden aikana ja miten liiallinen suola voi vaikuttaa ihmisen terveyteen. Kolmannessa luvussa käsitellään tarkemmin tutkimuksessa käytettyjä tutkimusmenetelmiä kirjallisuuden pohjalta.

Neljännessä luvussa esitellään opinnäytetyössä käytettävien mittausmenetelmien työkulku. Ensimmäisenä luvussa kuvataan, miten taikinan ominaisuuksia on mitattu farinografilla ja ekstensografilla. Tämän jälkeen luvussa esitellään, miten näytteiden ominaisuuksia on tutkittu leivottaessa näytteistä valmiita sämpylöitä. Lisäksi esitellään, miten näytteiden rakenteellisia on mitattu rakennemittarilla ja aistittavia ominaisuuksia aistinvaraisella arvioinnilla.

Luvussa 5 käsitellään koko opinnäytetyön tuloksia ja verrataan tuloksia sekä keskenään, että kirjallisuudesta löytyvään tietoon. Luvussa tarkastellaan miten erilaiset suolat ja suolapitoisuudet vaikuttivat taikinan ominaisuuksiin, sämpylöiden leivontaan, sekä valmiiden sämpylöiden rakenteellisiin ominaisuuksiin leivontaprosessin aikana ja mitatessa rakennemittauslaitteella. Lisäksi luvussa tarkastellaan, miten erilaiset suolat, ja suolapitoisuuksien erot vaikuttavat valmiiden sämpylöiden aistittaviin ominaisuuksiin. Saatujen tulosten perusteella laadittiin yhteenveto ja johtopäätökset, jotka esitellään luvussa 6.

## 2 SUOLA

Natriumkloridi (NaCl) eli tutummin ruokasuola koostuu natriumlipieästä (NaOH) sekä kloorivetyhaposta (HCl). Yhdessä grammassa suolaa on natriumia 0,39 grammaa eli noin 40 %. Veteen liuotettuna suola esiintyy  $\text{Na}^+$  ja  $\text{Cl}^-$  -ioneina. (Salovaara ym. 2017.)

Ruokaleivissä *vähäsuolainen*-väitettä voidaan käyttää silloin, kun tuotteen suolapitoisuus on enintään 0,83 %. Tällöin pakkauksessa tuotteen vähäsuolaisuus voidaan ilmoittaa pakkauksessa ”vähemmän suolaa” tai ”suolaa vähennetty” -merkinnöillä. Mikäli suolapitoisuus ylittää 1,1 %:n rajan tulee pakkauksessa ilmoittaa, että tuote on runsassuolainen käyttämällä merkintöjä ”voimakassuolainen” tai ”lisätty paljon suolaa”. (Leipätiedotus, [viitattu 16.4.2022].)

### 2.1 Työssä käytettävät suolat ja niiden koostumus

Työssä käytettiin kolmea erilaista suolaa: ruokasuola, jodioitu suola ja pansuola. Ruokasuolana tutkimuksissa käytettiin Jozo suola ilman jodia -ruokasuolaa, joka sisälsi natriumkloridia 99,9 %. Tämän lisäksi se sisälsi paakkuuntumisenestoaineita E504 (magnesiumkarbonaatti) ja E535 (natriumferrosyanidi).

Tutkimuksissa jodioituna suolana käytettiin yrityksen tällä hetkellä käyttämää Esco Siede-Speisesalz Jodiert -jodioitua ruokasuolaa, joka sisälsi natriumkloridia yli 99,8 %. Tämän lisäksi siihen oli lisätty jodia 25 mg/kg.

Pansuola mineraalisuola -suolaa käytettiin tutkimuksissa pansuolana. Se sisältää natriumkloridia huomattavasti vähemmän kuin kaksi edellistä tutkimuksissa käytettyä suolaa natriumkloridin määrän ollessa 57 %. Lisäksi se sisälsi kaliumkloridia 28 %, magnesiumsulfaattia 12 %, paakkuuntumisenestoainetta (piidioksidi E551) 1 % ja kaliumjodidia 0,0036 %.

## 2.2 Suolan tehtävä leivonnassa

Ionitasolla taikinan sitkon proteiinien nettovaraus on positiivinen, joten proteiinimolekyylit pyrkivät kauemmas toisistaan. Suolaa lisättäessä taikinaan  $\text{Na}^+$  ja  $\text{Cl}^-$  -ionit peittävät sitkon proteiinien varaukset. Tämän myötä taikina on vahvempaa, sillä molekyylien ja proteiinien rakenne tiivistyy. Rakenteen tiivistymisen johdosta taikinan sekoitustarve kasvaa, jotta saavutetaan proteiinisäikeiden maksimaalinen vuorovaikutuksen taso. Suolaa lisättäessä suolan ionit tarttuvat proteiinimolekyyliin kohtiin, joihin vesi voi liittyä. Tämä aiheuttaa sen, että taikinan vedensidontakyky laskee, mitä enemmän suolaa taikinassa on. (Salovaara ym. 2017, 69–70.)

Suolalla on tärkeä rooli myös hiivan toiminnassa, sillä se hidastaa hiivan aktiivisuutta taikinassa. Suolan vähentäminen taikinassa nopeuttaa hiivan kaasuntuotantoa ja tällöin vähäsuolainen nousee nopeampaa kuin runsassuolaisempi taikina. (Cauvain 2017, 102.) Taikinan suolapitoisuuden ollessa 0,5 % jauhun määrästä nostatusaika oli noin 30 minuuttia. Suolapitoisuutta nostettaessa 2,5 % jauhun määrästä nostatusaika tuplaantui verrattaessa 0,5 % suolapitoisuuteen. (Cauvain 2015, 93.) Taikinan liian nopea kohoaminen vaikuttaa myös taikinan leivontaominaisuuksiin, sillä taikina ei ole kimmoisaa vaan siitä tulee tarttuvaa ja näin vaikeasti käsiteltävää (Johansson 2010, 124).

Suolan lisääminen vaikuttaa myös leivän säilyvyysominaisuuksiin. Suolan lisäys vaikuttaa leivässä olevaan aktiivisen veden määrään. Mitä enemmän leivässä on aktiivista vettä, sitä paremmat olosuhteet se luo homeen kasvuille. (Salovaara ym. 2017, 70.)

Suolan yksi tärkeimmistä tehtävistä leivässä on kuitenkin antaa sille makua. Leivän makuun voidaan kuitenkin vaikuttaa käyttämällä taikinajuurta korvaamaan osan suolasta. (Majava ym. 2013, 20). Osa natriumkloridista voidaan korvata myös kaliumkloridilla. Tässä työssä käytetään yhtenä suolana pansuolaa, jonka natriumkloridista 28 % on korvattu kaliumkloridilla. Kaliumkloridi on maultaan kuitenkin hieman pistävä, joten tämä tulee ottaa huomioon, mikäli sillä halutaan korvata suurempia määriä ruokasuolaa. (Cauvain 2017, 102.)

### 2.3 Suola ja terveys

Suolan saanti on ihmiselle välttämätöntä, mutta käytännössä keski-verta suomalainen saa ravinnostaan suolaa päivittäin reilusti yli saantisuosituksen. Suomalaisille annettujen ravitsemussuosituksen mukaan (Valtion ravitsemusneuvottelukunta VRN 2014, 30) suolan saannin suositus on aikuiselle enintään 5 g/vrk, mutta kuitenkin vähintään 1,5 g/vrk. Enimmäissuositus 5 g/vrk vastaa 2 g/vrk natriumin saantia. 2–10-vuotialla lapsilla suolan saantisuositus on ravitsemussuosituksen mukaan (Valtion ravitsemusneuvottelukunta VRN 2014, 30) enintään 3–4 g/vrk.

Vuonna 2007 tehdyn Finravinto 2007 -tutkimuksen (Paturi, Tapanainen, Reinivuo & Pietinen 2008, 97) työikäisen miehen keskimääräinen suolansaanti oli 7 grammaa ja naisilla 6 grammaa vuorokaudessa. Vuonna 2014 julkaistun ravitsemussuosituksen (Valtion ravitsemusneuvottelukunta VRN 2014, 16) yhteydessä tehdyn tutkimuksen mukaan suomalaisten suolan käyttö oli kasvanut Finravinto 2007 -tutkimukseen verrattuna, sillä tutkimuksen mukaan miehen keskimääräinen suolan käyttö oli 8,9 g/vrk ja naisen 6,5 g/vrk. Suolan saantisuosituksiin verrattuna suolan päivittäinen saanti oli edelleen korkea myös vuonna 2017 tehdyssä Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 -tutkimuksessa (Valsta ym. 2018, 112), jolloin miesten keskimääräinen suolan käyttö oli 9,5 g/vrk ja naisten 6,9 g/vrk kun aliraportoitajat oli poistettu.

Yksi merkittävimmistä suolan lähteistä suomalaisten ruokavaliossa ovat viljatuotteet, jotka olivat heti toisena liha- ja kananmunaruokien jälkeen. Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 -tutkimuksen mukaan 28 % suomalaisten suolansaannista tuli viljavalmisteista. (Valsta ym. 2018, 112–113.)

Verrattuna ravitsemussuosituksiin suomalaisten keski-verta suolan saanti on edelleen reilusti yli suositellun arvon. Suolan liiallisella käytöllä voi olla terveydellisiä haittoja, sillä se voi kohottaa verenpainetta ja täten vaurioittaa sydäntä ja verisuonia. Lisäksi liiallinen suolan saanti saattaa lisätä myös sydän- ja verisuonitautien riskiä. (Nikkanen 2018)

## 3 TAIKINAN JA LEIVÄN OMINAISUUKSIEN TUTKIMINEN

### 3.1 Farinografi



Kuva 1. Brabender farinografi

Brabender farinografi -laite (kuva 1) koostuu sekoituskaukalosta ja kahdesta sekoituslavasta, jotka sisältävät taikinan ominaisuuksia mittaavia antureita. Sekoituskaukalossa on termostaatti, joka pitää kaukalon halutussa lämpötilassa. Nämä välittävät tietoa taikinasta niihin yhteydessä olevalle mittauslaitteistolle, josta tieto siirtyy edelleen piirturille, joka piirtää saamien tietojen perusteella farinogrammin. Näiden lisäksi sekoituskaukalon päällä on byretti, jonka avulla pystytään tarkkailemaan ja mittaamaan lisättyä vesimäärää. Farinografilla mitataan taikinan vedensidontakykyä, sekoitustarvetta ja -kestävyyttä. Farinogrammin muodosta pystytään pääättelemään, kuinka vahva jauho on. (Salovaara ym. 2017, 56.)

Työssä käytetään jauhoina Helsingin Myllyn Leipurin vehnäjauhoa, jonka laaturaportti (liite 1) saatiin yhteistyöyritykseltä. Koska farinografi oli tarkoitettu pääasias-  
sa vehnäjauhon laadun mittaamiseen, jouduttiin toimintatapaa hieman sovelta-  
maan, koska vedensidontakykyä ei tiedetty etukäteen valituille suolapitoisuuksille.

Vedensidontakykyä arvioitiin testinäytteiden avulla, jonka veden absorption ja suolapitoisuuden suhteen avulla saatiin laskettua suolan määrä mahdollisimman lähelle haluttua pitoisuutta.

Farinografi piirtää näytteestä farinogrammin. Farinogrammin avulla pystytään määrittämään taikinan kehittymisaika, sekoituskestävyys eli stabiliteetti, taikinan pehmeneminen 10 min ja 12 min kohdalla sekä murtumisaika. Murtumisajan perusteella pystytään laskemaan myös Farinograph Quality Number (FQN). FQN lasketaan kertomalla murtumisaika luvulla 10. (ISO 5530-1:2013.)

Taikinän kehittymisajalla kuvataan aikaa, joka kuluu sekoittamisen alusta farinografin keskikäyrän maksimikohtaan (ISO 5530-1:2013). Mitä suurempi luku on, sitä hitaammin taikina saavuttaa maksimaalisen kiinteytensä. Vahvalla taikinalla kehittymisaika on pitkä. (Salovaara ym. 2017, 57.)

Taikinän sekoituskestävyys eli stabiliteetti kuvaa sitä aikaa, jolloin farinografin käyrän yläreuna on 500 BU:n yläpuolella (ISO 5530-1:2013). Mitä pidemmän aikaa arvo pysyy halutussa, sitä vahvempaa jauho on, kun taas heikomman jauhokohdalla käyrä voi laskea hyvinkin nopeasti. Taikinän pehmenemisen avulla taas saadaan selville, kuinka paljon taikina on heikentynyt 10 minuuttia sekoittamisen aloitamisesta ja 12 minuuttia siitä hetkestä, kun farinografin käyrä on saavuttanut maksimaalisen kiinteytensä. Mitä pienempiä arvot ovat, sitä paremmin taikina on pitänyt konsistenssinsa. (Salovaara ym. 2017, 57.)

Murtumisaika kertoo, kuinka nopeasti käyrä on laskenut huippuarvostaan 30 BU:n verran. Vahva vehnäjauho säilyttää konsistenssinsa pitkään, jolloin myös murtumisaika on pidempi. Murtumisajan perusteella lasketaan myös Farinograph Quality Number (FQN). Mitä suurempi FQN taikinalla on, sitä vahvempaa se on. (ISO 5530-1:2013.)

### **3.2 Ekstensografi**

Brabender Ekstensografi (kuva 2) koostuu farinografin laitteiston lisäksi vaivaajasta eli pyörörullaajasta, kaulimesta eli pitkärullaajasta ja lepokammioista. Näiden lisäksi laitteeseen kuuluu venytystä mittaava laite eli taikinapidike, jonka keskellä

on vako venyvyyttä mittaavaa koukkua varten. Venytyslaitteesta tieto siirtyi mitauslaitteistolle, joka osasi piirtää ekstensogrammin saatujen mittaustulosten perusteella. (Salovaara ym. 2017, 57.) Ekstensografin tarkoituksena on jäljitellä leivontatilanteessa tapahtuvaa taikinan venytystä.



Kuva 2. Brabender ekstensografi.

Ekstensografin piirtämän ekstensogrammin perusteella pystyttiin määrittämään taikinan venyvyys ( $E$ ), käyrän huippukohdan venytysvastus ( $R_m$ ), sekä venytysvastus 50 mm kohdasta ( $R_{50}$ ). Huippukohdan venytysvastus kertoo, kuinka paljon venytystä taikinapala kestää enimmillään, ennen kuin se katkeaa.  $R_{50}$  puolestaan kertoo, kuinka korkealle käyrä on noussut 50 mm testauksen alusta. Mitä suurempi venytysvastus on, sitä vahvempaa taikina on. Venyvyys puolestaan kuvaa sitä pituutta, jonka ajan käyrä on yli 0 BU:ia. (ISO 5530-2:2012.) Ekstensografin piirtämän käyrän ja 0 BU:n väliin jäävä pinta-ala laskettiin ekstensogrammista. Pinta-alan ja ekstensografin käyrän muodon perustella voidaan karkeasti arvioida valmiin tuotteen muotoa. (Salovaara ym. 2017, 57).

### 3.3 Leivän leivonta

Laadukkaan leivän edellytyksenä ovat ammattitaitoiset työntekijät jokaisessa leivänvalmistusprosessiin kuuluvassa työvaiheessa. Taidolliseen osaamiseen kuuluu

taitojen lisäksi myös huolellisuus työskennellessä. Näiden lisäksi työntekijä tarvitsee myös tiedollista osaamista. Tämän vuoksi on tärkeää kirjata muistiin jo tuotekehitysvaiheessa koko valmistusprosessin kannalta tärkeät tiedot, jotta toteutunutta prosessia voidaan verrata ennalta annettuihin tietoihin. (Kulhomäki ym. 1992, 33.) Kuviossa 1 on kuvattu leivän tavanomainen valmistusprosessi.



Kuvio 1. Leivän tavanomainen valmistusprosessi. (Kulhomäki ym. 1992, 34)

Lopputuotteen laadun ja koko leivontaprosessin kannalta taikinanteolla on suuri merkitys. Laadukkaiden raaka-aineiden lisäksi on tärkeää, että niiden määrä on punnittu oikein ja että niiden lämpötila on optimaalinen leivontaprosessin onnistumisen kannalta. Raaka-aineiden lämpötilan lisäksi tulee huomioida myös leivontaolosuhteet. Pienikin ero taikinan lämpötilassa näkyy myös taikinan nousemisessa. Taikinan lämpötilaa arvioidessa on otettava huomioon, että taikinan sekoittaminen nostaa myös taikinan lämpötilaa. Tämä on riippuvainen siitä, millaisella sekoittajalla taikinaa sekoitetaan. (Kulhomäki ym. 1992, 35.) Jotta leivistä saataisiin tasalämpöisiä, lämpötiloja tulisi tarkastella useasti, mikäli leivontaolosuhteita ei ole mahdollista vakiinnuttaa.

Jotta raaka-aineista saadaan taikina, tarvitsee niitä vaivata riittävän kauan, jotta taikina saa riittävän vahvan sitkon. Sekoittajan mallin lisäksi taikinan sekoitusajkaan vaikuttaa suurelta osin käytettyjen raaka-aineiden ominaisuudet. Tämän vuoksi jauhun laatua on hyvä mitata farinografilla, jotta sekoitusaika saadaan säädettyä taikinan laadun kannalta optimaaliseksi. Esimerkiksi heikko vehnäjauho vaatii lyhyemmän sekoitusajan kuin vahva vehnäjauho. Mikäli sekoitusaika jää liian lyhyeksi, taikinan sitko ei kerkeä muodostumaan halutunlaiseksi. Toisaalta liiallinen sekoittaminen alkaa myös heikentää sitkoa, jolloin taikina muuttuu hankalasti käsiteltäväksi. (Kulhomäki ym. 1992, 36.)

Sekoituksen jälkeen taikinan annetaan levätä. Lepoaika riippuu käytettävistä raaka-aineista. Levon tarkoituksena on taikinassa olevan veden kyllästäminen hiilidioksidilla, jolloin kaasua alkaa kertyä. (Kulhomäki ym. 1992, 37.) Leivonnan kannalta levossa taikinan sitkon jännittyneisyys laukeaa ja tällöin se on helpommin muokattavissa ylöslyönnissä. (Salovaara ym. 2017, 104).

Kun taikina on levännyt riittävästi, on se valmis muokkaukseen. Taikinasta paloittelaa halutun kokoisia paloja, jotka muotoillaan joko riivaukseen käytettävällä laitteella tai käsin. Vahvan vehnäjauhon kohdalla taikinapaloille olisi hyvä antaa riivauksen jälkeen noin 6–10 minuutin välilepo, jotta taikina olisi paremmin muotoiltavissa halutunlaiseksi. (Kulhomäki ym. 1992, 37.)

Ylöslyönnin jälkeen tuotteet siirretään nostatukseen. Nostatuksessa hiiva käyttää ravinnokseen taikinan sokereita, jolloin sokeri hajoaa hiilidioksidiksi ja etanoliksi muodostaen samalla aromiaineiden esiasteita, joita tarvitaan paistovaiheessa aromien muodostumiseen. Hiilidioksidin ansiosta taikina alkaa kohota ja leivän huokoinen rakenne alkaa muodostua yhdessä taikinan sitkoverkon kanssa. (Salovaara ym. 2017, 148.) Nostatuksen kannalta on tärkeää tietää myös taikinan ominaisuudet, sillä kylmä ja kova taikina nousee hitaammin kuin lämmin ja löysä. Lisäksi nostatusajkaan vaikuttaa myös raaka-aineiden laatu. Heikon vehnäjauhon kohdalla taikinaa täytyy nostattaa varovaisemmin, jotta sen heikko rakenne ei pääse romahtamaan. (Kulhomäki ym. 1992, 38.)

Koska taikina jatkaa nousuaan myös uunissa, on tärkeää, että taikinoita ei nostata liikaa itse nostatusvaiheessa. Leipä saattaa nousta uunissa vielä jopa kol-

masosan, joten jos leipää on nostatettu liikaa ennen uuniin laittoa, saattaa sen rakenne painua kasaan uuninousun seurauksena. Uunissa leivän höyrytyksen tarkoitus on hidastaa leivän pinnan kuivumista, jolloin tärkkelyksellä on enemmän aikaa liisteröityä. (Salovaara ym. 2017, 160.) Leivän kuori alkaa muodostumaan, kun pinta alkaa kuivua. Tällöin myös leipä alkaa saada sille ominaisen värin. Tätä kutsutaan Maillard-reaktioksi, jossa taikinan sokerit ja aminohapon aminoryhmä reagoivat keskenään muodostaen melanoidiineja, jotka antavat leivälle väriä, ma-kua ja tuoksua. (Salovaara ym. 2017, 172.)

Paiston jälkeen leipä täytyy jäähdyttää ennen pakkausta, jotta se säilyttää ominaisuutensa mahdollisimman pitkään. Mikäli leipä pakataan liian kuumana, vesihöyry alkaa tiivistyä pakkauksen sisäpintaan, jolloin leivän kuori pehmenee ja rypistyy ja täten altistaa leivän ennenaikaiselle homehtumiselle. (Salovaara ym. 2017, 188.)

### 3.4 Rakenteen mittaus



Kuva 3. Rakennemittari Stable Micro Systems TA-XT2.

Työssä rakenteen mittaukseen käytettiin Stable Micro Systems TA-XT2-laitetta (kuva 3) ja siihen yhdistettyä Stable Micro Systems Exponent -ohjelmaa. Tutki-

muksen lähtökohdaksi valittiin AACC (74–09) -standardimenetelmä (kuva 4), joka oli kehitetty pääasiassa paahtoleipätyylinen leivän rakenteen mittaamiseen. Tämän vuoksi standardimenetelmää jouduttiin hieman soveltamaan, jotta sämpylöiden rakennetta pystyttiin mittaamaan. Standardissa käytettiin 36 mm sylinterianturia, jonka testinopeus oli määritetty standardin mukaan siten, että ennen testattavaa näytettä nopeus oli 1,0 mm/s, näytettä puristaessa nopeutena oli 1,7 mm/s ja puristuksen jälkeinen palautusnopeus oli 10 mm/s. Näytteitä kuormitettiin standardin mukaan 40 %.

<b>Product:</b>	BREAD	
<b>Objective:</b>	Determination of bread firmness using the AACC (74-09) Standard method	
<b>TA Settings:</b>	<i>Mode:</i>	Measure Force in Compression
	<i>Option:</i>	Return To Start
	<i>Pre-Test Speed:</i>	1.0 mm/s
	<i>Test Speed:</i>	1.7 mm/s
	<i>Post-Test Speed:</i>	10.0 mm/s
	<i>Strain:</i>	40%
	<i>Trigger Type:</i>	Auto - 5g
	<i>Tare Mode:</i>	Auto
	<i>Data Acquisition Rate:</i>	250pps
	LOAD PROJECT	
	<small>(not functional with Lite versions)</small>	
<b>Accessory:</b>	36mm cylinder probe with radius* (P/36R) using 5kg load cell	
	Edges of the cylinder are 'rounded' to remove sharpness of the perimeter of the probe, hence reducing tendency of the probe to cut the sample upon penetration.	

Kuva 4. AACC (74–09) -standardimenetelmä. (Stable Micro Systems, [Viitattu 23.5.2022])

Rakennemittauksella tutkittiin näytteistä sekä kuoren että sämpylän sisuksen rakennetta leivontapäivänä. Lisäksi tutkittiin, kuinka hyvin sämpylät olivat säilyttäneet rakenteelliset ominaisuutensa vuorokauden ja kahden vuorokauden kuluttua ensimmäisestä mittauskerrasta. Säilyvyystutkimusta varten päätettiin rajata runsassuolaiset vaihtoehdot pois, sillä tuloksilla ei todettu olevan suurta arvoa yritykselle opinnäytetyön tulosten jatkokäytön kannalta.

Rakennemittarin ohjelma laski automaattisesti maksimivoiman keskiarvon grammoissa, maksimivoiman keskihajonnan grammoissa sekä variaatiokerroimen. Keskihajonta kertoo, kuinka kaukana keskiarvosta mittaustulokset keskimäärin ovat. Mitä suurempi mittaustulos on, sitä enemmän tuloksissa on vaihtelua keskenään. Variaatiokerroin taas kertoo keskihajonnan ja keskiarvon suhteen. Tutkimustuloksissa variaatiokerroin on ilmoitettu prosentteina.

Leivän vanhenemisessa leivän sisuksen kuivuminen johtuu kosteuden siirtymisestä gluteiiniverkostosta tärkkelykseen. (Lal Dar ym. 2014, 183.) Tätä ilmiötä kutsutaan tärkkelyksen amylopektiinin retrogradaatioksi eli uuskitetyymiseksi. Leivän vanheneminen alkaa heti leivän paistamisen jälkeen. Kun kosteus alkaa siirtyä leivän sisuksesta kuoreen, leivän sisus muuttuu kuivan tuntuiseksi ja murenevaksi, kun taas kuoresta tulee nahkea ja täten se on herkkä esimerkiksi homeelle. (Salovaara ym. 2017, 10.)

### 3.5 Aistinvarainen arviointi

Näytteiden aistittavien ominaisuuksien mittaamiseen suunniteltiin arviointilomake (liite 4), jolla arvioitiin näytteiden ulkonäköä, hajua, rakennetta, kosteutta ja suolapitoisuutta. Näytteiden aistinvarainen arviointi toteutettiin Seinäjoen Ammattikorkeakoulun aistilaboratoriossa. Arviointiin osallistui sekä koulun opiskelijoita, että koulun henkilökuntaa. Tämän lisäksi toinen aistinvaraisen arvioinnin tilaisuus järjestettiin Pirjon Pakarin henkilökunnalle Pirjon Pakarin tiloissa.

Aistinvaraiseen arviointiin käytetään kaikkia aisteja, joita ovat näkö, haju, maku, tunto ja kuulo. Kunkin aistin tärkeys riippuu siitä mitä ominaisuutta näytteessä arvioidaan. Aistien avulla tieto arvioitavasta näytteestä kulkeutuu arvioijan keskushermostoon, joka muodostaa käsityksen ärsykkeestä. (Tuorila ym. 2008, 20.) Aistit voidaan jakaa kahteen ryhmään, kemiallisiin ja fysikaalisiin aisteihin. Kemiallisiin aisteihin kuuluu yleensä maku ja haju. Kemiallisessa aistissa näytteen kemialliset yhdisteet kohtaavat aistielimen reseptorisolun ja tällöin muodostavat aistiärsyksen. Fysikaalinen aisti syntyy, kun aistielimeen kohdistuu fysikaalinen vaikutus. Tallainen voi olla esimerkiksi tuntoaistiin kohdistuva voima. Fysikaalisiin aisteihin luetaan karkeasti näkö, tunto ja kuulo. Aistien jaottelu on kuitenkin vaikeaa, sillä aistit toimivat myös toistensa kanssa yhdessä, muodostaen käsityksen arvioitavasta ominaisuudesta. (Tuorila ym. 2008, 33.)

Tämän lisäksi aistittavan ominaisuuden arviointiin vaikuttaa myös arvioijan omat mieltymykset, jotka ovat muodostuneet arvioijalle muun muassa ruokakokemusten ja ympäristön vaikutusten myötä. Tämän vuoksi eri arvioijat voivat reagoida ominaisuuteen eri lailla. (Tuorila ym. 2008, 29.) Esimerkiksi työssä käytetyn suolan

suhteen arvioijien suolan käyttötottumukset eroavat toisistaan, jolloin toisen mielestä liian mauton voikin olla liian suolainen.

Ihminen aistii näytteen maun kielen makunystyissä ja suuontelon muissa osissa sijaitsevien makusilmujen avulla, joiden sisällä on makuärsykkeisiin reagoivia makureseptoreita. Ihminen aistii viittä eri makua, joista yksi on työssä käytettävä suolaisuus. Mieltymysten lisäksi makuaistiin vaikuttaa myös ihmisen herkkyys erilaisille mauille. (Tuorila ym. 2008, 37–39.)

Hajuaistin osalta aistimukset synnyttävät hermoimpulsseja, jotka kulkevat aivan nenän hajuepiteeleiltä aivopuoliskoissa sijaitseviin kahteen hajukäämiin asti. Koska hajualue kuuluu samaan järjestelmään kuin tunne-elämän säätely, voi hajuaistimus aiheuttaa myös erilaisia tunteita, jotka ihminen jaottelee mieltymyksensä mukaisesti joko epämiellyttäväksi tai miellyttäväksi. Hajuaisti on myös jokaisella yksilöllinen ja se heikkenee iän myötä. (Tuorila ym. 2008, 42–44.)

Tuntoaistireseptoreita on ihmisellä eri puolilla kehoa. Tuntoaistin avulla voidaan aistia muun muassa kosketusta ja lämpötilaa, sekä kehon asentoa ja liikkeitä. Näiden avulla voidaan muodostaa käsitys esimerkiksi näytteen fyysisistä ominaisuuksista. (Tuorila ym. 2008, 45.) Näköaistimuksessa näytteestä heijastuva valo osuu silmän takaosassa olevan verkkokalvon aistisoluihin ja näin verkkokalvolle muodostuu kuva näytteestä. Verkkokalvolta tieto siirtyy aivoihin, joka tulkitsee tiedot näköaistimukseksi. (Tuorila ym. 2008, 47.)

Elintarvikkeita tutkiessa vähiten merkityksellisin aisti on kuuloaisti. Kuuloaistimuksessa ulkokorva kerää ääniaaltoja kohti tärykalvoa ja välikorvassa sijaitsevia kuuloluita, jotka johdattavat ääniaallot sisäkorvan simpukassa sijaitseviin äänireseptoreihin. Reseptoreista tieto siirtyy aivorungon kautta aivojen kuuloalueelle. (Tuorila ym. 2008, 49.)

Aistinvaraiseen arviointiin käytettiin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, jolla mitataan kuluttajan mieltymystä näytteiden ominaisuuksiin. Tutkimuksessa käytettiin sekä luokka-asteikkoja että järjestystestiä arvioinnin pohjana. Luokka-asteikkoa käytettäessä arvioijat ilmaisevat mieltymyksensä näytteisiin käyttämällä arvioinnissa käytettyä arviointiasteikkoa. (Tuorila ym. 2008, 212). Arvioinnissa käytettiin as-

teikkona 0–10 ja asteikon eri alueet oli määritelty semistrukturoidusti eli ääripäiden lisäksi oli määritelty myös arvoasteikon keskikohta.

Arvioinnin viimeisenä tehtävänä oli järjestystesti. Järjestystestin pääperiaatteena on asettaa näytteet miellyttävyysjärjestykseen miellyttävimmästä vähiten miellyttävään näytteeseen. Arvioitavia näytteitä oli kuusi, joten miellyttävin näyte sai arvostelijalta sijan 1. ja vähiten miellyttävä näyte taas sijan 6.

## 4 MITTAUSMENETELMÄT

### 4.1 Taikinan ominaisuuksien mittaaminen

#### 4.1.1 Farinografi

Ennen tutkimusten aloittamista määritettiin laaturaportin (liite 1) kosteuspitoisuuden perusteella Farinografin taulukosta jauhomäärä, joka vastaa 300:a grammaa 14 kosteusprosentin omaavaa jauhoa, jolloin päädyttiin määrään 298,6 grammaa. Tarkistettiin vielä testikokeella, ilman suolan lisäystä, että päästäisiin samoihin vedensidontakyvyn arvoihin käytettävällä laitteella kuin laaturaportissa. Testikoe tehtiin samoin kuin varsinaiset kokeet. Tämän lisäksi jokaisen suolapitoisuuden kohdalla tehtiin testinäytteet, jonka veden absorption ja suolapitoisuuden suhteen avulla arvioitiin tarvittava suolan määrä kullekin suolapitoisuudelle.

Varsinaisia kokeita varten laskettiin saadun vesimäärän ja jauhomäärän perusteella suolamäärät kullekin suolapitoisuudelle. Mittaukset aloitettiin jokaisen suolan ja suolapitoisuuden kohdalla ensin esikokeella, jonka tarkoitus oli mitata, kuinka paljon vehnäjauhot pystyvät sitomaan suolavesiliuosta, jotta päästäisiin lähelle 500 BU:n arvoa. Suola liuotettiin ensin erlenmeyerissä pieneen määrään byretistä saatua 30 °C tislattua vettä. Samaan aikaan 30 °C:seen temperoituneen farinografin vaivaajaan lisättiin vehnäjauhot kahdessa osassa välillä sekoittaen. Jauhoja sekoitettiin yksi minuutti, jonka jälkeen jauhojen sekaan kaadettiin nopeasti suolavesiliuos ja heti perään byretistä tislattua vettä, niin että päästiin lähelle 500 BU. Seurattiin, että käyrä pysyttelee 500 BU:ssa, jonka jälkeen kirjattiin kulunut vesimäärä. Tämän jälkeen pysäytettiin farinografi, puhdistettiin kaukalo ja täytettiin byretti uudelleen 30 °C:lla tislattulla vedellä.

Varsinainen koe aloitettiin jälleen liuottamalla punnittu suola erlenmeyerissä byretistä saatuun tislattuun veteen vehnäjauhojen sekoituessa samalla yhden minuutin ajan farinografin vaivaajassa. Tämän jälkeen suolavesiliuos kaadettiin nopeasti jauhojen joukkoon ja lisättiin byretistä tislattua vettä esikokeessa määritetty määrä heti perään. Farinografin annettiin vaivata 12 minuutin ajan siitä hetkestä, kun käy-

rä alkoi laskea. Esikoe ja varsinainen koe tehtiin jokaiselle eri suolalle ja suolapitoisuudelle erikseen. Näin saatiin selville, kuinka paljon eri suolat ja niiden pitoisuudet vaikuttivat siihen, kuinka paljon vehnä jauho pystyi sitomaan vettä. Tämän jälkeen laite pysäytettiin, kirjattiin tulokset ja otettiin laitteen piirtämä farinogrammi talteen.

#### 4.1.2 Ekstensografi

Työssä käytettiin jälleen samoja Helsingin Myllyn Leipurin vehnä jauhoa kuin farinografi-työssäkin. Täten käytettävien jauhojen ja suolan määrä oli myös sama. Työssä käytettiin myös samoja veden absorption määriä kuin farinografi-työssä.

Ekstensografi-työ aloitettiin ensin esikokeella farinografilla, jolla tarkistettiin, että veden absorptio määrä on oikea kullekin suolalle. Ensimmäisenä täytettiin farinografian byretti 30 °C tislattulla vedellä. Valmistettiin suolaliuos liuottamalla suola pienen määrään byretistä saatua tislattua vettä samaan aikaan kun vehnä jauhoja sekoitettiin farinografian vaivaajassa kuten farinografi-työn esikokeessakin. Yhden minuutin sekoituksen jälkeen vehnä jauhojen sekaan lisättiin suolaliuos ja heti perään tislattua vettä, niin että päästiin lähelle 500 BU yhden minuutin aikana. Tämän jälkeen pysäytettiin sekoittaja viiden minuutin ajaksi, jotta taikina saa levätä. Käynnistettiin sekoittaja uudelleen kahden minuutin ajaksi ja lisättiin vettä, mikäli farinogrammin arvo ei ollut 500 BU:ssa. Verrattiin arvoja kunkin suolan kohdalla farinografi-työssä saatuihin veden absorption arvoihin, jotka olivat samat.

Varsinainen koe tehtiin kuten esikoe, mutta suolaliuos ja vesimäärä lisättiin nopeasti jo ensimmäisen sekoituksen aikana. Viimeisen kahden minuutin sekoituksen jälkeen irrotettiin taikina vaivaajasta ja punnittiin kolme 150 gramman taikinapalaa. Taikinapalat asetettiin yksitellen ekstensografian vaivaajaan ja vaivauksen jälkeen kaulimeen, josta ne siirrettiin yksitellen ekstensografian taikinapidikkeeseen. Seuraavaksi siirrettiin taikinat taikinapidikkeeseen ekstensografian 30 °C:seen seisotuskammioon 45 minuutiksi. Tämän jälkeen taikinapalat siirrettiin pidikkeissään ekstensografian venytyslaitteeseen ja käynnistettiin venytys. Toistettiin venytys samoin muillekin taikinapaloille. Jokaisesta suolasta ja suolapitoisuudesta tehtiin kolme rinnakkaisnäytettä.

Ekstensografin antamien käyrien avulla laskettiin käyrän ja 0 BU:n asteikon väliin jäävä pinta-ala kullekin suolalle ja suolapitoisuudelle. Koska ekstensografityössä jokaisesta kokeesta tehtiin kolme rinnakkaisnäytettä, saatiin myös pinta-alaa varten jokaisesta tutkittavasta kolme mitattavaa käyrää.

## 4.2 Näytteiden leipominen ja mittaukset valmiista sämpylöistä

### 4.2.1 Näytteiden leivonta

Seuraavaksi näytteet leivottiin valmiiksi sämpylöiksi Pirjon Pakarin Seinäjoen leipomossa. Suolan lisäksi leivonnassa käytettiin vehnä jauhoa, vettä ja kuivahiivaa, joiden määrä pidettiin samana jokaisella suolalla ja suolapitoisuudella, jotta mahdolliset erot leivonnassa eri suolojen välillä tulisi esiin mahdollisimman hyvin. Taikaveden lämpötila oli kaikilla näytteillä 30 °C.



Kuva 5. Taikinan sitkon tarkistus ennen ylöslyöntiä.

Sekoittamisen jälkeen taikinat lepäsivät padassaan noin 5 minuuttia, jonka jälkeen tarkistettiin vielä, että taikinan sitko on riittävä (kuva 5). Tämän jälkeen taikina ylöslyötiin eli paloiteltiin palakoneella halutun kokoisiksi paloiksi, riivattiin pyöreiksi ja

litistettiin halutun paksuisiksi ja muotoisiksi sämpylöiksi. Muotoilun jälkeen sämpylät nostettiin pellille pinnavaunuun.

Pinnavaunussa sämpylät siirrettiin nostatuskaappiin, jossa jokaiselle näytteelle oli sama kosteusprosentti 65 % ja lämpötila 35 °C. Nostatuksessa seurattiin kunkin näytteen nousunopeutta. Näin pystyttiin seuraamaan, miten erilaiset suolat ja niiden pitoisuudet vaikuttavat nousunopeuteen.

Nostatuksesta sämpylät siirrettiin uuniin. Jokainen näyte sai neljän sekunnin höyrytyksen uunissa paiston alussa ja jokaista näyte-erää pidettiin uunissa 250 °C:ssa 12 minuutin ajan. Yhteneväisellä paistoajalla pystyttiin näkemään, kuinka paljon eri suolat ja niiden pitoisuudet vaikuttivat paistotulokseen. Paistamisen jälkeen sämpylät siirrettiin jäähdyttämöön, jonka jälkeen ne olivat valmiita seuraaviin tutkimuksiin.

#### **4.2.2 Rakenteen mittaus**

Ennen jokaisen päivän rakennemittauksia laitteelle oli tehtävä korkeus- ja voimakalibrointi. Voimakalibroinnissa käytettiin standardimenetelmän mukaisesti 5 kg:n punnusta ja korkeuskalibroinnissa 35 mm:n korkeutta. Korkeuskalibrointia varten laitteelle näytettiin manuaalisesti, millä korkeudella laitteen mittausalusta on, jotta laite osasi puristaa varsinaista näytettä riittävällä voimalla.

Varsinaista tutkimusta varten sämpylät halkaistiin kahtia niin, että sekä kuoren mitausta että sisuksen mitausta varten sämpylän paksuus oli 25 mm. Koska sämpylät olivat pinnaltaan kuperia, mitattiin 25 mm paksuus keskeltä sämpylää, josta myös mittaukset suoritettiin. Sämpylän sisuksen mitausta varten haluttu paksuus mitattiin sämpylän pohjapuolesta, sillä kun pohja on tasainen, pysyi se tasaisesti mittausalustaa vasten.

Tutkimuksissa käytettiin 36 mm sylinterianturia, joka puristi näytettä standardin mukaan 40 %. Ensimmäinen mittaus suoritettiin leivontapäivänä. Lisäksi tutkittiin, kuinka hyvin sämpylät olivat säilyttäneet rakenteelliset ominaisuutensa vuorokauden ja kahden vuorokauden kuluttua ensimmäisestä mittauskerrasta mittaamalla näytteiden rakenne samoin kuin ensimmäisen mittauspäivän tutkimuksissa. Kuta-

kin sämpylää käytettiin mittaukseen vain kerran, jolloin yhdestä sämpylästä saatiin yksi mittaustulos sekä kuoresta että sisuksesta. Jokaisesta suolasta ja suolapitoisuudesta otettiin 10 rinnakkaisnäytettä.

#### 4.2.3 Aistinvarainen arviointi

Näytteiden aistittavia ominaisuuksia mitattiin arviointilomakkeen (liite 4) avulla, jolla arvioitiin näytteiden ulkonäköä, hajua, rakennetta, kosteutta ja suolapitoisuutta. Aistinvaraiseen arviointiin osallistui yhteensä 30 henkilöä. Näistä yksi oli jättänyt vastaamatta suolapitoisuutta koskevaan arviointiin. Lisäksi kaksi henkilöä ei ollut asettanut näytteitä miellyttävyysjärjestykseen. Avointa palautetta näytteistä oli jättänyt 17 henkilöä.

Arvioinnissa käytettiin näytteiden suolapitoisuuden ja käytetyn suolan sijaan kirjaimia A-F, jotta arvioijat eivät käyttäisi saatua tietoa muodostaessaan mielipidettä näytteiden ominaisuuksista. Näytteet oli nimetty seuraavasti:

- Näyte A: Ruokasuola, suolapitoisuus 0,7 %
- Näyte B: Jodioitu suola, suolapitoisuus 0,7 %
- Näyte C: Pansuola, suolapitoisuus 0,7 %
- Näyte D: Ruokasuola, suolapitoisuus 1,0 %
- Näyte E: Jodioitu suola, suolapitoisuus 1,0 %
- Näyte F: Pansuola, suolapitoisuus 1,0 %

Sekä näytteiden ulkonäköä että hajua mitattiin asteikolla 0–10 siten, että 0 oli ”ei houkutteleva” ja 10 ”houkutteleva”. Rakenteen osalta arvosteluasteikko oli edelleen 0–10 niin, että 0 oli ”liian tiivis”, 5 ”sopiva” ja 10 ”liian huokoinen”. Kosteuden osalta asteikko oli samankaltainen kuin rakenteen arvioinnissa. Asteikkona oli 0–10 siten, että 0 oli ”liian kuiva”, 5 oli ”sopiva” ja 10 ”liian kostea”. Samankaltaista asteikkoa käytettiin myös näytteiden suolapitoisuuden arviointiin sillä asteikon ollessa 0–10, oli 0 ”mauton”, 5 ”sopiva” ja 10 ”liian suolainen”.

Arviointilomakkeen viimeisessä kohdassa näytteet tuli asettaa järjestykseen miellyttävyuden mukaan niin, että miellyttävin näyte oli ensimmäisenä ja vähiten miellyttävänä.

lyttävä näyte viimeisenä. Sijoitus 1. tarkoittaa, että näyte on ollut kaikista näytteistä miellyttävin ja sijoitus 6. taas tarkoittaa vähiten miellyttävää näytettä. Tämän lisäksi lomakkeen loppuun sai halutessaan jättää avointa palautetta näytteistä.

## 5 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI

### 5.1 Taikinan ominaisuudet farinografilla mitattaessa

Taulukossa 1 on esitettyä kullekin suolalle sekä suolapitoisuudelle saatu veden absorptio määrä millilitroina ja prosentteina. Veden absorptio arvoissa on huomattavissa suolan kyky sitoa vettä. Mitä suuremmaksi suolapitoisuus nousi, sitä vähemmän taikina imi itseensä vettä. Eri suolalaatujen välillä arvot pysyttelivät enimmillään noin yhden prosentin sisällä toisistaan, runsassuolaisilla näytteillä arvot olivat keskenään tismalleen samat.

Taulukko 1. Veden absorptio kullekin suolalle ja suolapitoisuudelle.

<b>Suola</b>	<b>Suolapitoisuus (%)</b>	<b>Veden absorptio (ml)</b>	<b>Veden absorptio (%)</b>
Ruokasuola	0,7	174,6	58,47
Jodioitu suola	0,7	174,6	58,47
Pansuola	0,7	174,6	58,47
Ruokasuola	1,0	173,8	58,20
Jodioitu suola	1,0	174,0	58,27
Pansuola	1,0	173,8	58,20
Ruokasuola	1,2	171,2	57,33
Jodioitu suola	1,2	173,0	57,94
Pansuola	1,2	171,0	57,27

Liitteessä 2 on 0,7 % jodioitua suolaa sisältävän näytteen ja 0,7 % pansuolaa sisältävän näytteen farinogrammit. Taulukkoon 2 on koottu farinogrammeista saadut tulokset kullekin näytteelle.

Taulukko 2. Farinografin tutkimustulokset.

<b>Suola</b>	<b>Suolapi- toisuus (%)</b>	<b>Taikinan kehitty- misaika (min)</b>	<b>Stabili- teetti (min)</b>	<b>Taikinan pehme- neminen 10min (BU)</b>	<b>Taikinan pehme- neminen 12min (BU)</b>	<b>Mur- tu- mis- aika (min)</b>	<b>F Q N</b>
Ruoka- suola	0,7	2,0	15,5	25	28	14,8	148
Jodioitu suola	0,7	2,0	16,5	25	27	15,2	152
Pan- suola	0,7	1,9	15,2	25	29	14,8	148
Ruoka- suola	1,0	2,1	19,9	18	23	20,0	200
Jodioitu suola	1,0	2,1	19,8	18	23	20,1	201
Pan- suola	1,0	2,0	20,1	19	24	20,1	201
Ruoka- suola	1,2	2,6	22,3	16	19	22,0	220
Jodioitu suola	1,2	2,6	21,8	16	20	21,6	216
Pan- suola	1,2	2,5	21,7	17	21	21,4	214

Farinografin piirtämien käyrien perusteella voitiin päätellä, että erot erilaisten suolojen välillä oli todella pieniä. Tähän vaikutti myös paljon työssä käytettävän vehnäjauhon hyvä laatu, sillä sen korkea sakoluku ja hyvä vedensidontakyky mahdollistavat taikinalle kestävän sitkon kehittymisen. Tämä myös hieman vaikeutti tulosten tulkitsemista, sillä taikina kesti sekoitusta pitkään ja erot käyrässä olivat pieniä.

Taulukon 2 tuloksien perusteella suolapitoisuuden nostaminen hidastaa hieman taikinan kehittymistä, jolloin taikina kehittyy myös vahvemmaksi. Ero vähäsuolaisen ja runsassuolaisen välillä on kuitenkin melko pieni. Suurin ero kehittymisajassa-

sa on normaalisuolaisen ja runsassuolaisen välillä, kun taas normaalisuolaisen ja vähäsuolaisen erot ovat lähes huomaamattomat.

Taikinan sekoituskestävyydessä runsassuolaiset näytteet kestävät parhaiten sekoitusta, kun taas vähäsuolaiset näytteet alkavat jo hieman ennemmin pehmenemään. Näissä arvoissa on hieman nähtävissä vähemmän suolaa sisältävän pansuolan vaikutus arvoihin. Erot ruokasuolaan ja jodioituun suolaan ovat silti melko pieniä, vaikka pansuola sisältää noin 43 % vähemmän suolaa.

Taikinan pehmenemisarvojen perusteella voitiin päätellä, että runsassuolaiset näytteet heikentyivät hitaammin kuin vähempi suolaisemmat näytteet. Erot BU:n arvoissa olivat kuitenkin pieniä, sillä 10 minuutin kohdalla ero vähäsuolaisten näytteiden ja runsassuolaisten välillä oli vain 9 BU:ia ja 12 minuutin kohdalla samainen ero oli saman 9 BU:ia. Suurin ero pehmenemisarvoissa oli havaittavissa vähäsuolaisten ja normaalisuolaisten välillä.

Näytteiden erot murtumisajoissa noudattivat suurelta osin samaa kaavaa kuin sekoituskestävyydessä. Suurin ero oli vähäsuolaisen ja normaalisuolaisen välillä, mutta saman suolapitoisuuden omaavat näytteet pysyttelivät noin puolen minuutin sisällä toisistaan.

## **5.2 Taikinan ominaisuudet ekstensografilla mitattaessa**

Ekstensografi piirsi kustakin näytteestä ekstensogrammin, jonka perusteella laskettiin kullekin näytteelle venyvyyden (E) ja venytysvastuksen arvot maksimikohdasta ( $R_m$ ) ja 50 mm kohdasta ( $R_{50}$ ). Jokaisesta suolasta ja suolapitoisuudesta tehtiin kolme rinnakkaisnäytettä, joiden perusteella laskettiin keskiarvo jokaisen näytteen mittaustuloksista. Taulukossa 3 on vähäsuolaisten, taulukossa 4 normaalisuolaisten ja taulukossa 5 runsassuolaisten mittaustulokset.

Taulukko 3. Vähäsuolaisten näytteiden ekstensografin tulokset. (n=3)

	Suolapitoisuus (%)	E	R <sub>m</sub>	R <sub>50</sub>
Ruokasuola	0,7	167	335	255
		182	315	235
		173	320	235
<b>Keskiarvo</b>		<b>174</b>	<b>323</b>	<b>242</b>
Jodioitu suola	0,7	173	400	285
		167	390	285
		170	420	310
<b>Keskiarvo</b>		<b>170</b>	<b>403</b>	<b>293</b>
Pansuola	0,7	163	450	325
		157	415	305
		168	435	310
<b>Keskiarvo</b>		<b>163</b>	<b>433</b>	<b>313</b>

Taulukko 4. Normaalisuolaisten näytteiden ekstensografin tulokset. (n=3)

	Suolapitoisuus (%)	E	R <sub>m</sub>	R <sub>50</sub>
Ruokasuola	1,0	171	445	310
		178	440	290
		174	450	320
<b>Keskiarvo</b>		<b>174</b>	<b>445</b>	<b>307</b>
Jodioitu suola	1,0	172	475	315
		179	495	340
		188	470	315
<b>Keskiarvo</b>		<b>180</b>	<b>480</b>	<b>323</b>
Pansuola	1,0	178	480	320
		172	495	340
		171	490	340
<b>Keskiarvo</b>		<b>174</b>	<b>488</b>	<b>333</b>

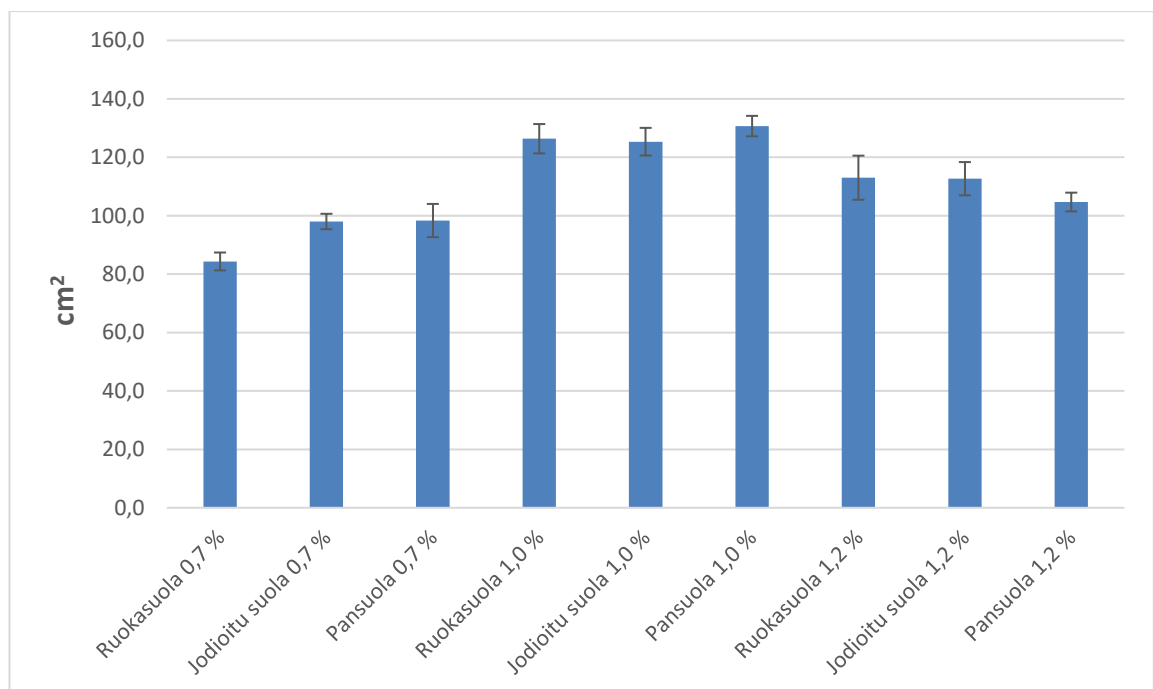
Taulukko 5. Runsassuolaisten näytteiden ekstensografin tulokset. (n=3)

	Suolapitoisuus (%)	E	R <sub>m</sub>	R <sub>50</sub>
Ruokasuola	1,2	180	425	285
		175	450	320
		187	455	310
<b>Keskiarvo</b>		<b>181</b>	<b>443</b>	<b>305</b>
Jodioitu suola	1,2	192	435	290
		178	430	295
		172	435	300
<b>Keskiarvo</b>		<b>181</b>	<b>433</b>	<b>295</b>
Pansuola	1,2	184	390	260
		184	390	270
		187	395	280
<b>Keskiarvo</b>		<b>185</b>	<b>392</b>	<b>270</b>

Taulukoista 3, 4 ja 5 voitiin arvioida, että taikinan venyvyys kasvoi suolapitoisuuden lisääntyessä kutakuinkin samassa suhteessa, kuin näytteiden välinen ero oli suolapitoisuudessa. Mitä suurempi suolapitoisuus oli, sitä enemmän taikina venyi.

Venytysvastuksen suhteen ruokasuolalla käyrän maksimiarvo oli parhaimmillaan normaalisuolaisen kohdalla arvon laskiessa 2 BU:n verran normaalisuolaisesta runsassuolaisen arvoon siirryttäessä. Sama ilmiö oli havaittavissa myös 50 mm kohdalla otetussa arvossa. Jodisuolalla oli havaittavissa sama ilmiö kuin ruokasuolan kohdalla eli suurin venytysvastus oli 1,0 % suolapitoisuudessa. Käyrän maksimiarvo laski noin 50 BU:n verran runsassuolaisella verrattuna normaalisuolaiseen. 50 millimetrin kohdalla ero ei ollut vielä yhtä iso, sillä eroa kertyi noin 20 BU-yksikköä enemmän normaalisuolaiselle kuin runsassuolaiselle. Samoin kävi myös pansuolan kohdalla, sillä sen käyrän maksimiarvo tippui melkein 100 BU:n verran normaalisuolaisesta runsassuolaiseen verrattuna. 50 mm kohdalla eroa oli noin 60 BU:n verran.

Runsassuolaisten arvojen lasku voisi selittyä sillä, että suolapitoisuuden nosto hidastaa taikinan kehittymistä kuten farinografin taikinan kehittymisen arvoistakin voi huomata. Ekstensografityössä taikinan sekoitusaika on lyhyt, joten suolapitoisuuden noustessa parhain sitko jää mahdollisesti kehittymättä.



Kuvio 2. Näytteiden pinta-alojen keskiarvo ja keskihajonta.

Ekstensografin antamien käyrien avulla laskettiin käyrän ja 0 BU:n asteikon väliin jäävä pinta-ala kullekin suolalle ja suolapitoisuudelle. Kunkin näytteen pinta-alat, pinta-alojen keskiarvot ja keskihajonnat ovat nähtävissä liitteessä 3. Kuviossa 2 on kuvattuna näytteiden pinta-alojen keskiarvoa sekä keskihajontaa suhteessa toisiinsa.

Pinta-alan tuloksista on havaittavissa samansuuntaisia tuloksia kuin ekstensografityössä. Saman suolapitoisuuden sisällä erot ovat melko pienet keskenään, mutta verrattaessa vastaaviin eri suolapitoisuuksissa, erot ovat huomattavat. Runsassuolaisten jokaisen mittaustuloksen kohdalla kohdalla arvo laskee huomattavasti verrattuna normaalisuolaisten näytteiden mittaustulokseen.

Kuten ekstensografityössä, runsassuolaisten näytteiden mittaustuloksen laskeminen selittyy mahdollisesti runsassuolaisen vaatimalla pitkällä sekoitusajalla. Ekstensografin sekoitusaika ei ole mahdollisesti riittävä, jotta runsassuolaiset näytteet kerkeäisivät muodostamaan parhaan mahdollisen sitkon suolan hidastaessa taikinan kehittymistä.

### **5.3 Suolan vaikutus näytteiden leivonnallisiin ominaisuuksiin**

Sekoituksessa sitkon muodostuksessa oli pieniä eroja, sillä vähäsuolaisilla 12 minuutin sekoituksen jälkeen sitko tuntui riittävältä, kun taas normaalisuolaisten kohdalla samanlaiseen sitkoon päästiin noin 14 minuutin sekoituksen jälkeen ja runsassuolaisilla 15 minuutin sekoituksen jälkeen. Tällöin taikinat olivat melko samantlaisia leipoa. Koska yrityksen toiminta on pitkälti käsityötä, on tärkeää, että taikinaa on helppo käsitellä.

Kuvassa 6 sämpylät ovat ylöslyöty ja nostettu pinnavaunuun. Vasemmalla on vähäsuolaisia näytteitä ja oikealla normaalisuolaisia näytteitä. Sämpylät näyttivät tässä vaiheessa vielä lähes identtisiltä.



Kuva 6. Sämpylät ennen nostatusta. Vasemmalla vähäsuolaisia ja oikealla normaalisuolaisia näytteitä

Nostatuksessa nostatusaika kasvoi, mitä enemmän suolaa näytteessä oli. Taulukosta 6 on huomattavissa, että nostatusaika lähes tuplaantui verrattaessa vähäsuolaisia ja runsassuolaisia näytteitä. Tämä johtuu suolan ominaisuudesta hidastaa hiivan toimintaa.

Taulukko 6. Sämpylöiden nostatusajat.

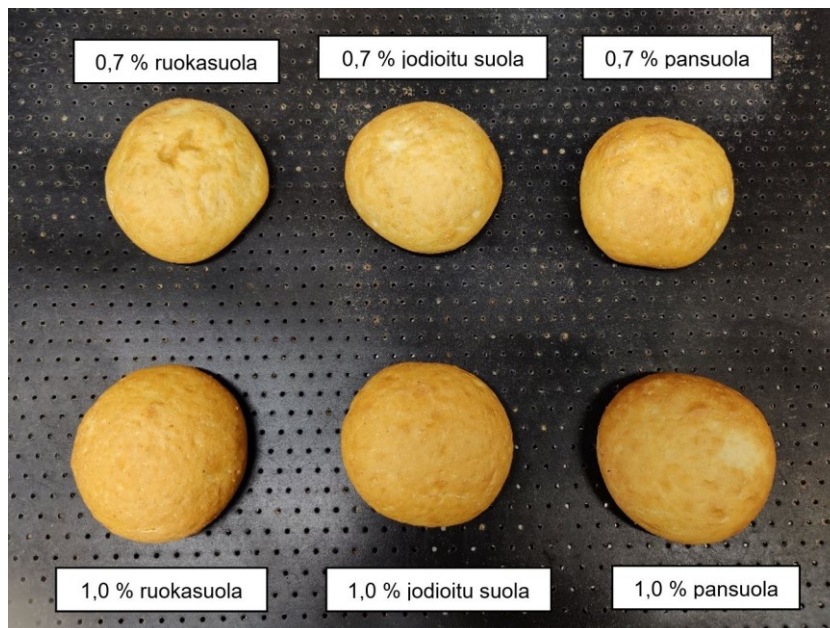
Suola	Suolapitoisuus (%)	Nostatusaika (min)
Ruokasuola	0,7	50
Jodioitu suola	0,7	50
Pansuola	0,7	50
Ruokasuola	1,0	65
Jodioitu suola	1,0	65
Pansuola	1,0	65
Ruokasuola	1,2	90
Jodioitu suola	1,2	90
Pansuola	1,2	90

Kuvassa 7 on kuvattu vähäsuolaisen ja normaalisuolaisen eroa nostatuksessa. Kuvassa vasemmalla on vähäsuolaiset ja oikealla normaalisuolaiset näytteet. Sämpylät nousivat ulkonäöllisesti toisiinsa nähden melko tasaisesti siitä huolimatta, että suolapitoisuus oli näytteissä eri. Suurin ero näytteiden välillä oli huomattavissa nostatusajassa.



Kuva 7. Sämpylät nostatettuina. Vasemmalla vähäsuolaisia ja oikealla normaalisuolaisia näytteitä.

Kuvassa 8 on vertailukuva valmiista sämpylöistä. Ylärivin näytteet ovat vähäsuolaisia ja alarivin näytteet normaalisuolaisia. Vasemmalla ensimmäisenä on ruokasuolaa sisältävät näytteet, niiden vieressä keskellä jodioitua suolaa sisältävät näytteet ja oikealla pansuolaa sisältävät näytteet.



Kuva 8. Valmiita sämpylöitä. Ylärivissä vähäsuolaiset ja alarivissä normaalisuolaiset näytteet.

Leipomossa leipoessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon myös leivontaolosuhteiden vaikutus koko leivontaprosessiin. Pienetkin muutokset leipomon lämpötilassa ja ilmastokosteudessa saattavat vaikuttaa merkittävästi niin taikinaan kuin lopputuotteenkin.

#### 5.4 Valmiiden sämpylöiden rakenteen mittaus

Taulukko 7. Rakenteen mittaustulokset ensimmäisenä mittauspäivänä. (n=10)

Suola	Suolapitoisuus (%)	Mittauskohta	Maksimivoiman keskiarvo (g)	Maksimivoiman keskihajonta (g)	Variaatiokerroin
Ruokasuola	0,7	kuori	502,42	44,08	8,77
		sisus	237,42	27,76	12,12
Jodioitu suola	0,7	kuori	314,11	34,69	11,04
		sisus	239,98	26,96	11,24
Pansuola	0,7	kuori	483,38	23,43	4,85
		sisus	205,51	15,40	7,49
Ruokasuola	1,0	kuori	590,20	123,21	20,88
		sisus	358,70	49,88	13,90
Jodioitu suola	1,0	kuori	446,77	39,31	8,80
		sisus	266,09	23,94	9,00
Pansuola	1,0	kuori	837,49	91,92	10,98
		sisus	337,51	42,05	12,46
Ruokasuola	1,2	kuori	625,81	88,75	14,18
		sisus	287,31	34,57	12,03
Jodioitu suola	1,2	kuori	575,27	65,22	11,34
		sisus	341,62	34,95	10,23
Pansuola	1,2	kuori	717,83	63,53	8,85
		sisus	345,74	19,83	5,74

Taulukossa 7 on esitettyä jokaisen näytteen maksimivoiman keskiarvo, keskihajonta ja variaatiokerroin leivontapäivänä tehdyissä tutkimuksissa. Tuloksista on huomattavissa, että sämpylöiden kuori vaatii enemmän puristavaa voimaa, mitä suurempi suolapitoisuus siinä on. Ainoastaan pansuolan kohdalla mittaustulos oli hieman laskenut normaalisuolaisen ja runsassuolaisen välillä. Sämpylöiden sisusten tulosten suunta oli myös samansuuntainen kuin kuorilla, ainoastaan ruokasuolan arvo oli hieman laskenut runsassuolaisen kohdalla verrattuna normaalisuolaiseen. Tulosten perusteella voitiin myös päätellä, että pansuolaa sisältävien näytteiden kuori vaati normaalisuolaisen ja runsassuolaisen kohdalla enemmän voimaa, kuin vastaavat näytteet ruokasuolasta ja jodioidusta suolasta.

Keskihajonnan suhteen vähäsuolaisissa keskenään tasaisimman laatuista näytteitä suhteessa keskiarvoon olivat pansuolaa sisältävät näytteet. Ruokasuolaa ja jodioitua suolaa sisältävien näytteiden keskihajonnan tulokset suhteessa keskiarvoon olivat melko lähellä toisiaan. Jokaisen vähäsuolaisen mittaustuloksen kohdal-

la kuori oli keskimäärin tasalaatuisempi kuin sisus. Sama ilmiö oli huomattavissa myös normaalisuolaisissa jodiodulla suolalla ja pansuolalla. Normaalisuolaisen ruokasuolaa sisältävien näytteiden kuoren keskihajonnan ja variaatiokertoimen mittaustulos poikkesi huomattavasti kaikista muista ensimmäisen päivän mittaustuloksista arvojen ollessa huomattavasti suurempia kuin muut tulokset. Tämän takia mittaustulos ei välttämättä ole sen kohdalla tarkka. Runsassuolaisten kohdalla tilanne kääntyi toisinpäin, sillä jokaisen suolalaadun keskihajonnan mittaustulos suhteessa keskiarvoon oli sisuksen osalta pienempi kuin kuorella.

Vanhenemisen vaikutusta sämpylöiden rakenteeseen mitattiin valituista näytteistä, kun sämpylöiden leivonnasta oli kulunut vuorokausi ja kaksi vuorokautta. Taulukossa 8 päivät ovat kuvattuna mittauspäivinä 2 ja 3, josta nähdään vanhenemisen vaikutukset näytteiden kuoreen ja sisukseen.

Taulukko 8. Rakenteen mittaustulokset toisena ja kolmantena päivänä. (n=10)

Suola	Suolapitoisuus (%)	Mittauskohta	Mittauspäivä	Maksimivoiman keskiarvo (g)	Maksimivoiman keskihajonta (g)	Variaatiokerroin
Ruokasuola	0,7	kuori	2	1055,99	74,87	7,09
		sisus	2	497,47	41,36	8,31
		kuori	3	1351,07	80,41	5,95
		sisus	3	780,32	74,69	9,57
Jodioitu suola	0,7	kuori	2	547,52	79,63	14,54
		sisus	2	573,67	48,64	8,50
		kuori	3	1251,36	79,52	6,35
		sisus	3	871,11	60,51	6,95
Pansuola	0,7	kuori	2	881,04	36,80	4,18
		sisus	2	460,60	51,47	11,17
		kuori	3	1335,59	126,63	9,48
		sisus	3	714,83	51,56	7,21
Ruokasuola	1,0	kuori	2	1900,78	142,06	7,47
		sisus	2	845,69	74,11	8,76
		kuori	3	2111,98	157,98	7,47
		sisus	3	1044,68	91,55	8,76
Jodioitu suola	1,0	kuori	2	994,60	118,81	11,95
		sisus	2	742,95	40,13	5,40
		kuori	3	1399,88	137,35	9,81
		sisus	3	1315,31	63,23	4,81
Pansuola	1,0	kuori	2	1321,57	58,18	4,40
		sisus	2	690,89	81,38	11,78
		kuori	3	1566,96	59,54	3,80
		sisus	3	836,64	87,32	10,44

Taulukkoon 9 on koostettu ensimmäisen ja toisen mittauspäivän sekä toisen ja kolmannen mittauspäivän maksimiarvojen keskiarvojen erot prosentteina. Erot on laskettu taulukoiden 7 ja 8 perusteella.

Taulukko 9. Näytteiden rakenteen keskiarvon muuttuminen prosentteina.

Suola	Suolapitoisuus (%)	Mittauskohta	Ensimmäisen ja toisen mittauksen ero (%)	Toisen ja kolmannen mittauksen ero (%)
Ruokasuola	0,7	kuori	53,5	21,8
		sisus	52,3	36,2
Jodioitu suola	0,7	kuori	42,6	56,2
		sisus	58,2	34,1
Pansuola	0,7	kuori	45,1	34,0
		sisus	55,4	35,6
Ruokasuola	1,0	kuori	68,9	10,0
		sisus	57,6	19,0
Jodioitu suola	1,0	kuori	55,1	29,0
		sisus	63,3	43,5
Pansuola	1,0	kuori	36,6	15,7
		sisus	51,1	17,4

Rakenteen säilyvyyttä mitattaessa (taulukko 8) kuoren maksimivoiman keskiarvo nousi jokaisella näytteellä merkittävästi toisena mittauspäivänä. Mittaustulosten nousuväli oli 36,6 %:sta jopa 68,9 %:iin. Suurin nousu tapahtui ruokasuolaa sisältävien näytteiden osalta, kun taas maltillisemmin arvo oli noussut pansuolaa sisältävissä näytteissä. Vähäsuolaiset näytteiden mittaustulokset olivat nousseet keskenään hyvin samassa suhteessa, mutta normaalisuolaisia verrattaessa toisiinsa erot olivat suurimmillaan noin 30 %.

Sisuksen osalta toisena mittauspäivänä mittaustulokset olivat nousseet jokaisella näytteellä toisiinsa nähden melko tasaisesti, sillä kaikkien näytteiden arvojen noususuhteet olivat keskenään vain 12 %:n päässä toisistaan. Suurin mittaustulosten nousu oli nähtävissä jodisuolaa sisältävien näytteiden kohdalla.

Toisena mittauspäivänä keskihajonnan mittaustulokset suhteessa keskiarvoon olivat keskimäärin laskeneet verrattuna ensimmäisen mittauspäivän vastaaviin arvoihin. Ainoastaan molempien jodioitua suolaa sisältävien näytteiden kuoren arvot ja vähäsuolaisen pansuolaa sisältävien näytteiden sisuksen arvot olivat hie- man nousseet.

Kolmantena mittauspäivänä kuoren mittaustuloksia tarkastellessa arvot olivat nousseet jokaisella näytteellä edellisestä mittauskerrasta. Näissä mittaustuloksissa ruokasuolan arvot olivat nousseet huomattavasti vähemmän kuin verrattaessa ensimmäisen ja toisen mittauspäivän eroja. Jodiodun suolan osalta vähäsuolaisen mittaustulokset olivat nousseet merkittävästi, noin 56 %, verrattuna muihin näytteisiin. Normaalisuolaisen jodiodun suolan arvo oli myös hieman suurempi kuin vastaava nousu ruokasuolalla ja pansuolalla. Pansuolan kuoren mittaustulokset olivat tässä mittauksessa nousseet jälleen maltillisesti, sillä vähäsuolaisella nousu oli noin 34 % ja normaalisuolaisella noin 16 %.

Kolmannen mittauspäivän sisuksen mittaustuloksissa vähäsuolaiset näytteet olivat nousseet toisiinsa verrattuna melko tasaisesti. Eroa noususuhteessa oli enimmillään noin 2 % verran. Normaalisuolaisten osalta ruokasuolaa sisältävän näytteen ja pansuolaa sisältävän näytteen noususuhteet olivat myös hyvin lähellä toisiaan, mutta jodioitua suolaa sisältävä näyte erosi näistä huomattavasti, sillä sen mittaustulos oli noussut yli 20 % enemmän kuin ruoka- ja pansuolalla.

Korkeimpiin puristusvoiman arvoihin kuoren osalta ylsi normaalisuolaiset ruokasuolaa sisältävät näytteet. Nämä arvot kuitenkin poikkesivat huomattavasti jodiodun suolan ja pansuolan näytteiden mittaustuloksista, joten on mahdollisuus, että näytteiden säilytysolosuhteissa on tapahtunut jokin muutos. Vaikka näytteet säilytettiin samassa tilassa, on sämpylöiden pussissa saattanut olla esimerkiksi reikä, josta kosteus on päässyt karkaamaan ulos kuivattaen kuorta.

Keskiarvoon suhteutettuna kolmantena mittauspäivänä näytteiden keskihajonnan tulokset olivat keskimäärin jatkaneet laskua verrattuna toisen mittauspäivän tuloksiin. Ainoana poikkeuksena olivat vähäsuolaiset ruokasuolaa sisältävien näytteiden sisuksen sekä pansuolaa sisältävien näytteiden kuoren arvojen pieni nousu.

Näytteiden tuloksia tulkitessa tulee ottaa huomioon kuitenkin se, että sämpylöiden sisältämien ilmarakkuloiden paikat ja koot voivat vaihdella hyvinkin paljon eri sämpylöiden välillä, joten tulosten vaihteluväli voi vaihdella suurestikin saman suolan ja suolapitoisuuden sisällä. Lisäksi näytteiden tutkimisessa on otettava huomioon, että yrityksessä tuotteet valmistetaan suurelta osin käsin, joten näytteet eivät ole leveydeltään, korkeudeltaan ja muodoltaan aivan identtisiä.

## 5.5 Valmiiden sämpylöiden aistinvarainen arviointi

Taulukkoon 10 on laskettu keskiarvo kustakin arviointiosuudesta jokaiselle näytteelle. Kaikki arvioijien antamat pisteet kullekin aistittavalle ominaisuudelle on nähtävissä liitteissä 5–9.

Taulukko 10. Keskiarvo näytteiden saamista arvosanoista. (n=30)

Näyte	Tutkittava ominaisuus				
	Ulkonäkö	Haju	Rakenne	Kosteus	Suolapitoisuus
A	6,9	7,0	3,8	3,7	2,7
B	6,1	7,0	4,2	4,0	2,9
C	7,9	7,6	4,9	4,6	3,1
D	7,8	7,8	5,0	5,1	4,6
E	7,7	7,5	5,2	5,2	5,0
F	7,3	7,7	5,1	5,0	4,3

Aistinvaraisen arvioinnin tulosten (taulukko 10) perusteella ulkonäölliset erot näytteiden välillä jäivät melko pieniksi. Ulkonäöllisesti parhaaksi näytteeksi arvioitiin 0,7 % pansuolaa sisältävä näyte. Kaikki tutkittavat näytteet jäivät kuitenkin enimmillään yhden yksikön päähän toisistaan. Ulkonäön osalta täytyy kuitenkin huomioida se, että leivonta on pitkälti käsityötä. Tällöin etenkin näytteiden muodossa voi olla vaihtelua.

Hajun osalta ero oli vielä pienempi, enimmillään 0,8 yksikköä. Parhaimmaksi hajun osalta arvioitiin 1,0 % ruokasuolaa sisältävä näyte muiden normaalisuolaisten sekä 0,7 % pansuolaa sisältävän näytteen ollessa hyvin lähellä. Huonoimman arvosanan paikkaa pitivät 0,7 % ruokasuolaa ja jodioitua suolaa sisältävät näytteet arvosanalla 7.

Näytteiden rakennetta arvioidessa arvioijat olivat arvioineet normaalisuolaiset ja 0,7 % pansuolaa sisältävän näytteen hyvin lähelle sopivan huokoista rakennetta. Myös 0,7 % jodioitua suolaa sisältävä näyte pääsi lähelle sopivan huokoista saaden arvioksi 4,2. Ainoastaan 0,7 % ruokasuolaa sisältävä näyte jäi arvioijien mukaan hieman liian tiiviiksi arvosanalla 3,8.

Kosteuden osalta lähimmäksi sopivaa ylsivät normaalisuolaiset näytteet. 0,7 % pansuolaa sisältävä näyte jäi hieman alle sopivan arvosanalla 4,6 muiden vähäsuolaisten jäädessä arvioijien mielestä hieman liian kosteiksi.

Suolapitoisuutta arvioidessa vähäsuolaisemmat vaihtoehdot erottuivat hieman tuloksissa. Vähäsuolaisissa suolaisimmaksi arvioitiin pansuolaa sisältävä näyte, joka kuitenkin jäi arvioijien mukaan hieman mauttomaksi arvosanalla 3,1. Tämä kuitenkin erosi hieman normaalisuolaisten tuloksista, sillä pansuolaa sisältävä näyte oli arvioijien mielestä normaalisuolaisista mauttomin arvosanalla 4,3.

Taulukkoon 11 on koottuna, kuinka monta kutakin sijoitusta näytteet ovat saaneet. Sijoitus 1. tarkoittaa, että näyte on ollut kaikista näytteistä miellyttävin ja sijoitus 6. taas tarkoittaa vähiten miellyttävää näytettä.

Taulukko 11. Näytteiden saamien sijoitusten määrä miellyttävyyssvertailussa. (n=30)

Näyte	Sijoitus					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
A	0	1	5	5	4	13
B	1	4	3	3	14	3
C	5	4	4	11	3	1
D	6	8	6	5	0	3
E	11	3	5	3	4	2
F	5	8	5	1	3	6

Näytteiden miellyttävyyttä verratessa (taulukko 11) eniten kärkisijoja oli saanut 1,0 % jodioitua suolaa sisältävä näyte oltuaan arvioinneissa 1. sijalla 11 kertaa. Tämä oli lähes kaksinkertainen määrä verrattuna toiseksi tulleetseen 1,0 % ruokasuolaa sisältävään näytteeseen. Toisen sijan kohdalla normaalisuolaiset pansuolaa ja jodioitua suolaa sisältävät näytteet olivat saaneet saman verran ääniä. Normaalisuolainen ruokasuolaa sisältävä näyte arvioitiin kuitenkin hieman paremmaksi kuin vastaava pansuolaa sisältävä näyte, sillä se sai yhden äänen enemmän sekä sijan 1. kohdalla että sijan 3. kohdalla.

Vähäsuolaisista miellyttävyyssvertailussa parhaiten pärjäsi pansuolaa sisältävä näyte keräten 11 ääntä sijalla 4. Se myös pysytteli äänimäärällään hyvin lähellä normaalisuolaisia ruokasuolaa ja pansuolaa sisältäviä näytteitä sijalla 1.

Toisiksi huonoimmaksi näytteeksi nousi kärkipäässä toisiksi vähiten ääniä kerännyt 0,7 % jodioitua suolaa sisältänyt näyte 14 äänellä muiden näytteiden äänimäärän pysytellessä matalana. Viimeisellä sijalla suurimman äänimäärän keräsi 0,7 % ruokasuolaa sisältävä näyte, jonka kärkisijoitusten äänimäärä pysytteli kaikkein matalimpana. Viimeisen sijan suhteen mielipiteitä jakoi myös normaalisuolainen pansuolaa sisältävä näyte sillä se sai 6 ääntä sijalle 6. sen kärkipään äänimäärien ollessa lähellä muita normaalisuolaisia näytteitä.

Miellyttävyyttä vertaillessa suolapitoisuuden arvioinnin tuloksiin on huomattavissa, että parhaimman suolapitoisuuden arvosanan saanut näyte pärjäsikin myös parhaiten näytteiden miellyttävyyttä vertaillessa. Sama suunta oli havaittavissa myös muiden näytteiden osalta. Ainoastaan normaalisuolaisen pansuolaa sisältävän näytteen sijojen 6. määrä tekee pienen poikkeuksen.

Avoimet palautteet on koostettu liitteeseen 10. Aistinvaraisesta arvioinnista saadun avoimen palautteen perusteella monessa palautteessa näytteet arvioitiin keskenään hyvin samankaltaisiksi ja tämän vuoksi näytteitä oli vaikea verrata toisiinsa. Muutamassa palautteessa arvioija oli kertonut mitä ominaisuuksia on pitänyt tärkeimpänä ja miten muut ominaisuudet ovat vaikuttaneet tiettyä ominaisuutta arvioidessa. Näiden lisäksi muutamassa palautteessa oli pohdittu muun muassa nostatuksen ja paiston vaikutuksia näytteiden ominaisuuksiin.

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä tutkittiin miten erilaisten suolojen eri suolapitoisuudet vaikuttavat sekä taikinan että valmiiden leipien mitattaviin tuloksiin. Aihe perustui Pirjon Paka-  
rin asiakkaan tarpeeseen saada valikoimaan myös vähäsuolainen vaihtoehto. Vä-  
häsuolaisen suolapitoisuudeksi valittiin 0,7 %, jonka lisäksi tutkimukseen valittiin  
vertailunäytteiksi myös normaalisuolainen suolapitoisuudeltaan 1,0 % ja runsas-  
suolainen suolapitoisuudeltaan 1,2 % jokaisesta suolalaadusta. Suoloiksi valittiin  
kolme erilaista suolaa: ruokasuola, jodioitu suola ja pansuola.

Työssä näytteiden taikinoiden ominaisuuksia mitattiin farinografilla ja ekstensogra-  
filla. Lisäksi ekstensografin perusteella määritettiin pinta-ala kullekin näytteelle.  
Suolapitoisuuden vaikutusta näytteisiin havainnoitiin myös leivottaessa näytteistä  
sämpylöitä. Valmiiden sämpylöiden rakenteen mittaamiseen käytettiin rakennemit-  
taria, jolla tarkasteltiin sämpylöiden kuoren ja sisuksen rakennetta. Tämän lisäksi  
mitattiin kuinka leivän vanheneminen vaikuttaa rakenteeseen. Viimeisenä sämpy-  
löitä arvioitiin aistinvaraisella arvioinnilla.

Farinografilla tehtyjen mittausten perusteella suolan määrän lisääminen paransi  
hieman taikinan ominaisuuksia. Suolan lisääminen hidasti hieman taikinan kehiti-  
ymisaikaa. Tämä johtuu suolan  $\text{Na}^+$  ja  $\text{Cl}^-$  -ionien kyvystä peittää sitkon proteiinien  
varauksia, jolloin molekyylien ja proteiinien rakenne tiivistyy. Tällöin taikinan ra-  
kenne tiivistyy ja sekoitustarve kasvaa. (Salovaara ym. 2017, 69–70.) Tämän myö-  
tä taikinasta tulee vahvempaa ja se kestää pidempään sekoittamista ennen kuin  
sitko alkaa pehmetä. Tämä sama ilmiö oli havaittavissa myös opinnäytetyön tutki-  
mustuloksissa. Suolan lisääminen vähensi myös taikinan vedensidontakykyä. Tä-  
mä johtui suolan ionien kyvystä tarttua taikinan proteiinimolekyyliin, johon  
vesi voi liittyä, jolloin vedensidontakyky laskee. (Salovaara ym. 2017, 69.) Erot  
eri suolojen ja suolapitoisuuksien välillä olivat kuitenkin todella pieniä ja tämän  
vuoksi erojen havaitseminen farinografin piirtämistä käyrästä oli haastavaa.

Ekstensografin tulosten perusteella taikinan venytysvastus kasvoi hieman suolan  
määrän lisääntyessä taikinassa vähäsuolaista ja normaalisuolaista verratessa.  
Tämä johtuu samasta ilmiöstä kuin farinografityössä kehittymisajan ja sekoituskes-  
tävyuden osalta suolan tiivistäessä taikinan rakennetta, jolloin taikinasta tulee vah-

vempaa. Vahvalla taikinalla myös venytysvastus on hyvä. (Salovaara ym. 2017, 57.) Runsassuolaisen kohdalla venytysvastuksen arvot tippuivat lähelle vähäsuolaisten näytteiden arvoja. Sama ilmiö on havaittavissa myös pinta-alan mittaustuloksissa. Tulosten perusteella arvioitiin, että ekstensografityössä käytetty sekoitusaika ei ollut mahdollisesti riittävä runsassuolaisten näytteiden riittävän sitkon muodostukseen, jolloin venytysvastus jäi pieneksi ja täten vaikutti myös käyristä laskettuun pinta-alaan kyseisten näytteiden kohdalla. Ekstensogrammin käyrien muodon perusteella voidaan karkeasti arvioida myös valmiin sämpylän muotoa. (Salovaara ym. 2017, 57). Työstä saatujen tulosten perusteella voidaan olettaa, että normaalisuolaiset näytteet ovat leivottaessa hieman kuohkeampia, kuin vähäsuolaiset näytteet.

Näytteitä leivottaessa sämpylöiksi, suolapitoisuuden lisäys kasvatti taikinan sitkon muodostumisaikaa siten, että runsassuolaiset näytteet tarvitsivat 3 minuuttia pidemmän sekoitusajan kuin vähäsuolaiset näytteet. Ilmiö on sama kuin farinografietyössä sitkon muodostumisajan osalta suolan ionien peittäessä sitkon proteiinien varauksia, jolloin taikinan rakenne tiivistyy ja sekoitustarve kasvaa (Salovaara ym. 2017, 69). Suolapitoisuuden nosto pidensi myös näytteiden nostatusaikaa, sillä nostatusaika lähes tuplaantui verrattaessa vähäsuolaisia ja runsassuolaisia näytteitä. Tämä johtuu suolan kyvystä hidastaa hiivan aktiivisuutta taikinassa. Mitä enemmän näytteissä on suolaa, sitä enemmän se hidastaa hiivan aktiivisuutta ja täten hidastaa myös taikinan nousunopeutta. (Cauvain 2017, 102.) Saman suolapitoisuuden sisällä eri suoloilla ei ollut eroa keskenään.

Rakenteen mittaustuloksissa ensimmäisen mittauskerran tuloksia tarkastellessa näytteet tarvitsivat sekä kuoren että sisuksen osalta keskimäärin enemmän puristavaa voimaa mitä suurempi suolapitoisuus näytteellä oli. Säilyvyyden tutkimista varten näytteistä valittiin vähäsuolaiset ja normaalisuolaiset näytteet. Näiden osalta puristavan voiman määrä kasvoi mitä vanhempia sämpylät olivat. Tämä johtuu tärkkelyksen amylopektiinin retrogradaatiosta, jolloin kosteus siirtyy leivän sisuksesta kohti kuorta. Tällöin leipä kovenee ja sen sisus tuntuu kuivalta, kun taas kuori muuttuu rapeasta nahkeaksi. (Salovaara ym. 2017, 10.) Normaalisuolaisen ruokasuolaa sisältävän näytteen osalta oli epäily, että näytteiden säilytysolosuhteis-

sa on tapahtunut jokin muutos, sillä sen toisen ja kolmannen mittauspäivän tulokset erosivat merkittävästi muiden suolojen mittaustuloksista.

Näytteiden aistittavia ominaisuuksia mitattaessa arvioijat arvioivat näytteiden aistinvaraiset ominaisuudet melko lähelle toisiaan etenkin ulkonäön ja hajun suhteen. Rakenteen ja kosteuden suhteen aavistuksen liian tiiviiksi ja kuivaksi arvioitiin 0,7 % suolapitoiset ruokasuolaa ja jodioitua suolaa sisältävät näytteet. Suolapitoisuudessa vähäsuolaiset näytteet jäivät arvioijien mielestä hieman mauttomiksi normaalisuolaisten ollessa lähellä sopivaa. Näytteiden miellyttävyyssjestyksessä normaalisuolaisemmat saivat keskimäärin eniten sijoituksia parhaassa puoliskossa näytteitä, kun taas vähiten miellyttävissä näytteissä vähiten miellyttäviä sijoja keräsi etenkin vähäsuolaiset ruokasuolaa ja jodioitua suolaa sisältävät näytteet. Kunkin aistittavan ominaisuuden kohdalla vaihtelua oli kuitenkin jonkin verran. Tähän vaikuttaa myös arvioijien omat mieltymykset, jotka ovat muodostuneet arvioijalle kokemusten ja ympäristön vaikutuksen myötä. Tämän vuoksi jokainen arvioija reagoi ominaisuuteen eri lailla. (Tuorila ym. 2008, 29.)

Saatujen tutkimustulosten perusteella voitiin päätellä, että vähäsuolaisten näytteiden tutkimustulokset olivat keskimäärin hieman huonompia kuin rinnakkaisnäytteiden tulokset, mutta erot normaalisuolaiseen jäivät kuitenkin pieniksi. Näytteiden erojen suuruus näkyi myös aistinvaraisen arvioinnin tuloksissa ja arvioijien antamassa avoimessa palautteessa. Koska käytettävä vehnä jauho on hyvälaatuista, vaikuttaa se omalta osaltaan myös leivonnallisiin ominaisuuksiin, vaikka suolaa käytettäisiinkin vähemmän. Saadut tulokset saattavat kuitenkin muuttua vähäsuolaisen osalta paljonkin, mikäli vehnä jauhon laatu heikkenee.

Tuotekehityksen kannalta suolan vähentäminen ilman lisäaineiden käyttöä ei ole poissuljettua, mutta tuotetta kehittäessä tulisi kiinnittää huomiota tuotteen kosteuteen ja etenkin siihen, että tuote ei jäisi liian mauttomaksi. Nämä kaksi ominaisuutta korostuivat muista näytteistä näytteiden aistittavia ominaisuuksia arvioidessa. Tuotekehityksen kannalta vähäsuolaisten tuotteiden leivontaan voisi kokeilla taikinajuurta. Näin tuotteisiin voitaisiin saada enemmän makua ja samalla säilyvyys paranisi ja näin tuotteisiin ei välttämättä tarvitsisi käyttää lisäaineita.

Tutkimuksessa käytettävän pansuolan mittaustulokset yllättivät, sillä erot ruokasuolaan ja jodioituun suolaan jäivät pieniksi, vaikka pansuola sisältää natriumkloridia vain 57 % ruokasuolan ja jodiodun suolan vastaavan luvun ollessa yli 99 %. Pansuolan avulla leivän natriumkloridin määrää voitaisiin laskea ilman, että pansuolan määrää leivässä tarvitsisi laskea.

Tutkimustuloksia tulkittaessa tuli ottaa huomioon myös seikat, jotka saattoivat vaikuttaa tutkimustuloksiin, kuten esimerkiksi mittausolosuhteet. Jo pieni muutos kosteudessa tai lämpötilassa saattaa vaikuttaa tutkimustuloksiin.

Rinnakkaisnäytteiden osalta työstä olisi voinut rajata runsassuolaiset näytteet pois kokonaan, sillä näytteiden määrän kasvaessa työmäärä kasvoi todella isoksi. Tämä lisäsi myös tutkimuksista saatujen tulosten määrää ja täten vei huomiota varsinaisilta näytteiltä.

## LÄHTEET

- Cauvain, S. 2017. Baking Problems Solved. 2. painos. Woodhead Publishing.
- Cauvain, S. 2015. Technology of Breamaking. 3. painos. Springer International Publishing.
- ISO Store. ISO 5530-1:2013. 15.4.2013. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.5.2022.] Saatavana: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=43417](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43417) . Vaatii käyttöoikeuden.
- ISO Store. ISO 5530-2:2012. 1.7.2012. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.5.2022.] Saatavana: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=50934](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=50934) . Vaatii käyttöoikeuden.
- Johansson, H. 2010. Leipä. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Kulhomäki, S. & Salovaara, H. 1992. Laatuleipää – käsikirja leipurille. 3. painos. Leipomoalan Edistämisseätiö.
- Lal Dar, Y. & Light, J. 2014. Food Texture Design and Optimization. Iso-Britannia: John Wiley & Sons Ltd.
- Leipätiedotus. Ei päiväystä. Suola. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.5.2022]. Saatavana: <https://www.leipätiedotus.fi/tietoa-leivasta/leipa-elintarvikkeena/pakkausmerkinnat/suola.html>
- Majava, J., Nurvo, M., Rantala, P., Rantala, T. & Svensk, U. 2013. Taikinasta tuotteiksi. 1.–3. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Nikkanen, M. 2018. Terveyttä suolasta?. [Verkkajulkaisu]. Sydänliitto. [Viitattu 26.3.2022.] Saatavana: <https://sydan.fi/artikkeli/terveytta-suolasta/>
- Paturi, M., Tapanainen, H., Reinivuo, H. & Pietinen P. 2008. Finravinto 2007 - tutkimus. [Verkkajulkaisu]. Kansanterveyslaitos. [Viitattu 25.3.2022]. Saatavana: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/78088/2008b23.pdf>
- Pirjon Pakari. Ei päiväystä. Tarina. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.5.2022]. Saatavana: <https://www.pirjonpakari.fi/tarina>
- Salovaara, H., Ignatius, A., Jussila, A. & Hurri-Martikainen M. 2017. Leivonnan teknologia – Ruokaleipä. Helsinki: Suomen Leipuriliitto ry.

- Stable Micro Systems. 1999. Determination of bread firmness using the AACC (74–09) Standard method. [Tulostettu versio]. [Viitattu 23.5.2022]. Saatavana Stable Micro Systems Exponent -ohjelmassa.
- Tuorila, H & Appelbye, U. 2008. Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. 2. painos. Yliopistopaino.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta VRN. 2014. Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 24.3.2022.] Saatavana: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/kuluttaja-ja-ammattilaismateriaa-li/julkaisut/ravitsemussuositukset\\_2014\\_fi\\_web\\_versio\\_5.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/kuluttaja-ja-ammattilaismateriaa-li/julkaisut/ravitsemussuositukset_2014_fi_web_versio_5.pdf)
- Valsta, L., Kaartinen, N., Tapanainen, H., Männistö, S. & Sääksjärvi, K. 2018. Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 -tutkimus. [Verkkajulkaisu]. Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos (THL). [Viitattu 25.3.2022.] Saatavana: [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/137433/Raportti\\_12\\_2018\\_nettili%20uusi%202.4.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/137433/Raportti_12_2018_nettili%20uusi%202.4.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## LIITTEET

Liite 1. Helsingin Mylly Oy laaturaportti: leipuri vehnä jauho

Liite 2. Farinogrammit pansuolasta ja jodiodusta suolasta

Liite 3. Ekstensogrammista saadut pinta-alat kullekin näytteelle

Liite 4. Aistinvaraisen arvioinnin arviointilomake

Liite 5. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: ulkonäkö

Liite 6. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: haju

Liite 7. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: rakenne

Liite 8. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: kosteus

Liite 9. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: suolapitoisuus

Liite 10. Aistinvaraisen arvioinnin avoimet palautteet näytteistä

## LIITE 1.

Helsingin Mylly Oy laaturaportti: leipuri vehnä jauho



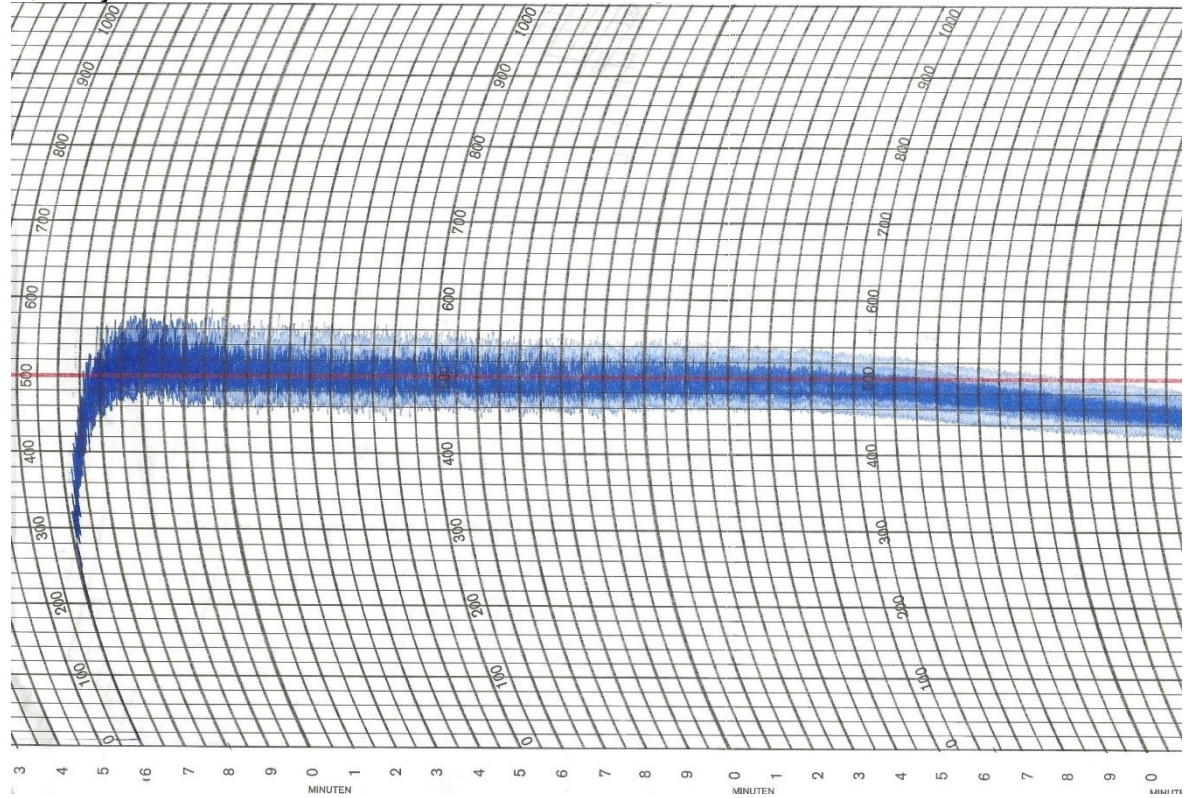
**LAATURAPORTTI: LEIPURI VEHNÄJAUHO**  
**Asiakas: Pirjon Pakari Seinäjoki**

<b>Päiväys</b>	<b>17.9.2018</b>	
<b>Lähetteen nro</b>	<b>135686</b>	
<b>Laatuominaisuus</b>	<b>Laaturajat</b>	<b>Analysoitu tulos</b>
Kosteuspitoisuus	max 14,8 %	<b>13,6</b>
Tuhkapitoisuus	0,62 - 0,75 %	<b>0,72</b>
Sakoluku	260 - 340	<b>294</b>
Proteiinipitoisuus	12,5 – 14,5 %	<b>13,0</b>
Kostea sitko %	27 - 30 %	<b>29,8</b>
<b>Farinogrammi 20 min.</b>		
Vedensidontakyky %	58,5 – 60,5 %	<b>59,5</b>
Taikinan pehmeneminen	40 – 70 BU	<b>66</b>
<b>Extensogrammi 45 min.</b>		
Venyvyysvastus (5 mm)	300 – 400 BU	<b>362</b>
BU max	450 – 650 BU	<b>593</b>
Pituus	175 – 215 mm	<b>206</b>

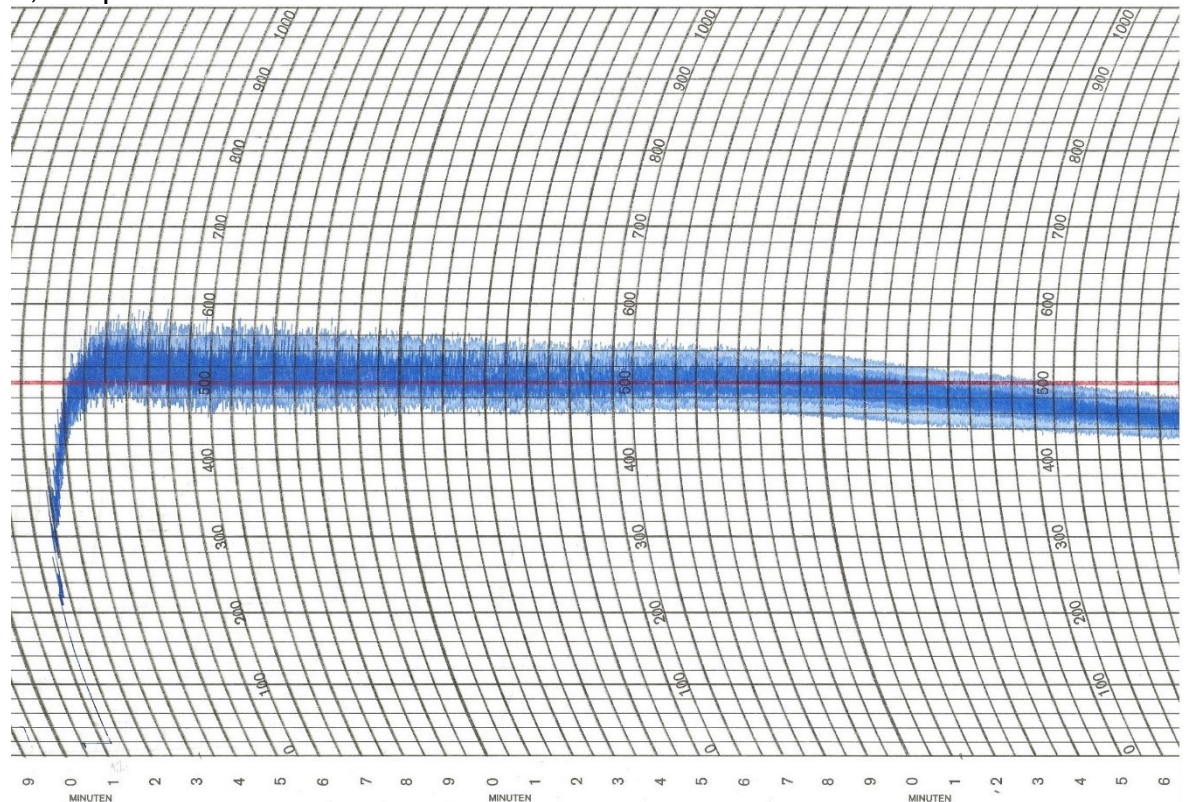
## LIITE 2.

## Farinogrammit pansuolasta ja jodioidusta suolasta

## 0,7 % jodioitua suolaa



## 0,7 % pansuolaa



## LIITE 3.

Ekstensogrammista saadut pinta-alat kullekin näytteelle. (n=3)

<b>Suola</b>	<b>Suolapitoisuus (%)</b>	<b>Pinta-ala (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Keskiarvo (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Keskihajonta (cm<sup>2</sup>)</b>
Ruokasuola	0,7	81,0	84,3	3,1
		85,0		
		87,0		
Jodioitu suola	0,7	100,0	98,0	2,6
		99,0		
		95,0		
Pansuola	0,7	103,0	98,3	5,7
		100,0		
		92,0		
Ruokasuola	1,0	121,0	126,3	5,0
		127,0		
		131,0		
Jodioitu suola	1,0	129,0	125,3	4,7
		127,0		
		120,0		
Pansuola	1,0	131,0	130,7	3,5
		127,0		
		134,0		
Ruokasuola	1,2	120,0	113,0	7,5
		114,0		
		105,0		
Jodioitu suola	1,2	119,0	112,7	5,7
		108,0		
		111,0		
Pansuola	1,2	101,0	104,7	3,2
		106,0		
		107,0		

## LIITE 4.

## Aistinvaraisen arvioinnin arviointilomake, sivu 1(2)

1 (2)

**ARVIOINTILOMAKE**

Tämän arviointilomakkeen tarkoituksena on arvioida kuuden (6) eri näytteen aistittavia ominaisuuksia. Lue tehtävänanto huolellisesti, sillä arvoasteikko vaihtelee eri arvioinneissa. Käytä arvioinnissasi vain kokonaislukuja.

Arvioi näytteiden ulkonäköä asteikolla 0-10 seuraavasti: 0=ei houkutteleva, 10=houkutteleva.

Näyte	Arvosana
A	
B	
C	
D	
E	
F	

Arvioi näytteiden hajua asteikolla 0-10 seuraavasti: 0=ei houkutteleva, 10=houkutteleva

Näyte	Arvosana
A	
B	
C	
D	
E	
F	

Arvioi näytteiden rakennetta asteikolla 0-10 seuraavasti: 0=liian tiivis, 5=sopivan huokoinen, 10=liian huokoinen.

Näyte	Arvosana
A	
B	
C	
D	
E	
F	

## LIITE 4.

## Aistinvaraisen arvioinnin arviointilomake, sivu 2 (2)

2 (2)

Arvioi näytteiden kosteutta asteikolla 0–10 seuraavasti: 0=liian kuiva, 5=sopiva, 10=liian kostea.

Näyte	Arvosana
A	
B	
C	
D	
E	
F	

Arvioi näytteiden suolapitoisuutta asteikolla 0-10 seuraavasti: 0=mauton, 5=sopiva 10=liian suolainen.

Näyte	Arvosana
A	
B	
C	
D	
E	
F	

Lopuksi aseta näytteet miellyttävyyden mukaiseen järjestykseen, niin että miellyttävin on ensimmäisenä.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

Alle voit halutessasi jättää palautetta näytteistä:

## LIITE 5.

## Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: ulkonäkö

	A	B	C	D	E	F
Arvioija 1	0	1	7	10	9	7
Arvioija 2	5	6	8	8	8	8
Arvioija 3	7	5	8	8	7	9
Arvioija 4	8	8	10	8	10	8
Arvioija 5	4	4	9	8	9	6
Arvioija 6	9	9	10	9	10	10
Arvioija 7	5	5	5	5	5	5
Arvioija 8	10	8	10	9	7	9
Arvioija 9	8	7	8	7	8	8
Arvioija 10	9	7	10	8	7	6
Arvioija 11	8	8	8	9	7	8
Arvioija 12	7	6	8	9	7	7
Arvioija 13	9	9	9	9	9	9
Arvioija 14	7	8	7	7	7	7
Arvioija 15	8	0	10	9	8	7
Arvioija 16	6	5	10	9	7	8
Arvioija 17	9	7	10	8	9	8
Arvioija 18	9	8	8	9	6	8
Arvioija 19	10	8	9	10	8	9
Arvioija 20	10	10	9	10	9	10
Arvioija 21	10	8	8	10	10	10
Arvioija 22	7	7	9	10	8	7
Arvioija 23	8	6	9	8	9	7
Arvioija 24	6	8	9	7	10	5
Arvioija 25	5	4	4	4	6	4
Arvioija 26	3	3	4	4	4	5
Arvioija 27	6	5	6	5	8	8
Arvioija 28	2	2	3	3	5	5
Arvioija 29	7	5	8	9	8	6
Arvioija 30	5	5	5	5	5	5

## LIITE 6.

Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: haju

	A	B	C	D	E	F
Arvioija 1	7	7	7	7	7	7
Arvioija 2	8	8	8	8	8	8
Arvioija 3	5	6	9	9	7	7
Arvioija 4	8	9	8	9	8	9
Arvioija 5	6	6	8	7	8	6
Arvioija 6	6	6	7	8	6	7
Arvioija 7	0	8	7	9	9	7
Arvioija 8	10	4	10	10	9	7
Arvioija 9	7	8	8	8	7	8
Arvioija 10	7	8	7	9	6	8
Arvioija 11	8	7	8	8	8	7
Arvioija 12	5	8	7	5	9	8
Arvioija 13	7	7	7	8	7	9
Arvioija 14	8	8	8	8	8	8
Arvioija 15	10	7	10	10	5	7
Arvioija 16	9	6	10	7	5	8
Arvioija 17	7	8	8	8	9	10
Arvioija 18	5	5	6	5	8	5
Arvioija 19	7	9	10	8	8	10
Arvioija 20	9	9	9	10	10	10
Arvioija 21	7	7	7	7	7	9
Arvioija 22	7	7	9	8	8	9
Arvioija 23	9	9	7	9	8	8
Arvioija 24	10	6	5	9	8	7
Arvioija 25	7	7	7	7	7	7
Arvioija 26	8	8	8	8	8	8
Arvioija 27	7	7	6	7	7	6
Arvioija 28	3	3	4	6	8	8
Arvioija 29	7	6	9	6	8	8
Arvioija 30	5	5	5	5	5	5

## LIITE 7.

## Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: rakenne

	A	B	C	D	E	F
Arvioija 1	0	0	5	4	5	3
Arvioija 2	3	3	5	5	5	3
Arvioija 3	8	7	9	9	10	10
Arvioija 4	2	2	1	1	1	0
Arvioija 5	1	3	4	4	4	1
Arvioija 6	2	3	3	2	4	5
Arvioija 7	5	5	5	5	5	5
Arvioija 8	4	4	4	5	5	3
Arvioija 9	3	5	5	3	4	3
Arvioija 10	2	3	6	7	7	9
Arvioija 11	5	4	5	4	3	5
Arvioija 12	4	6	8	6	8	9
Arvioija 13	5	5	5	5	5	5
Arvioija 14	5	5	5	5	5	5
Arvioija 15	0	5	2	2	6	7
Arvioija 16	0	2	5	5	5	5
Arvioija 17	8	7	10	9	5	4
Arvioija 18	5	4	4	4	5	5
Arvioija 19	2	3	4	5	5	4
Arvioija 20	5	3	4	4	3	3
Arvioija 21	2	4	4	5	5	5
Arvioija 22	2	2	4	5	5	6
Arvioija 23	5	5	5	5	5	5
Arvioija 24	5	10	6	7	8	9
Arvioija 25	4	4	5	5	5	5
Arvioija 26	8	8	8	8	8	8
Arvioija 27	4	4	4	4	5	5
Arvioija 28	2	0	1	5	4	5
Arvioija 29	5	5	5	5	5	5
Arvioija 30	7	6	7	6	6	6

## LIITE 8.

## Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: kosteus

	A	B	C	D	E	F
Arvioija 1	0	1	4	5	5	4
Arvioija 2	2	4	5	5	3	3
Arvioija 3	7	8	6	8	7	9
Arvioija 4	4	4	5	5	5	5
Arvioija 5	3	3	3	7	4	5
Arvioija 6	4	3	5	5	4	5
Arvioija 7	5	5	5	5	5	5
Arvioija 8	4	4	4	5	5	5
Arvioija 9	4	4	4	5	5	3
Arvioija 10	5	6	4	6	5	0
Arvioija 11	5	5	6	6	5	5
Arvioija 12	7	7	7	8	8	7
Arvioija 13	5	5	5	5	5	5
Arvioija 14	5	4	4	5	5	5
Arvioija 15	3	1	5	5	6	4
Arvioija 16	0	5	5	5	5	5
Arvioija 17	2	3	4	5	5	6
Arvioija 18	5	3	5	5	5	5
Arvioija 19	3	4	4	5	5	4
Arvioija 20	5	6	5	7	8	6
Arvioija 21	1	1	2	4	5	5
Arvioija 22	2	4	5	4	5	5
Arvioija 23	5	5	5	5	5	5
Arvioija 24	2	0	5	1	6	7
Arvioija 25	5	5	5	6	5	6
Arvioija 26	3	3	4	4	4	5
Arvioija 27	5	5	5	5	6	5
Arvioija 28	2	2	3	3	5	5
Arvioija 29	4	4	4	4	4	5
Arvioija 30	5	5	5	5	5	5

## LIITE 9.

## Aistinvaraisen arvioinnin tulokset: suolapitoisuus

	A	B	C	D	E	F
Arvioija 1	0	0	0	5	5	4
Arvioija 2	1	1	3	4	5	5
Arvioija 4	5	5	5	5	5	5
Arvioija 5	1	1	0	4	4	1
Arvioija 6	2	3	3	5	3	5
Arvioija 7	0	0	0	0	0	0
Arvioija 8	6	5	5	4	5	5
Arvioija 9	2	3	3	3	2	1
Arvioija 10	3	4	1	7	9	8
Arvioija 11	3	4	3	4	5	4
Arvioija 12	4	5	5	7	6	5
Arvioija 13	5	5	5	5	5	5
Arvioija 14	5	5	5	4	5	5
Arvioija 15	4	3	4	5	3	0
Arvioija 16	0	0	5	5	10	10
Arvioija 17	0	0	2	4	5	5
Arvioija 18	2	3	0	5	10	5
Arvioija 19	3	5	4	5	5	3
Arvioija 20	4	5	5	5	4	4
Arvioija 21	0	1	1	4	5	4
Arvioija 22	2	2	1	3	6	5
Arvioija 23	6	6	5	7	6	6
Arvioija 24	0	0	5	5	6	5
Arvioija 25	4	4	4	4	4	4
Arvioija 26	4	5	4	5	5	6
Arvioija 27	4	4	4	6	5	4
Arvioija 28	0	0	0	2	3	4
Arvioija 29	3	2	3	4	5	3
Arvioija 30	4	4	4	6	5	4

## LIITE 9.

Aistinvaraisen arvioinnin avoimet palautteet näytteistä, sivu 1 (2)

”Suolapitoisuuden osalta en huomannut eroa näytteissä.”

”Alusta lähtien tuote tuntui ihan samalta ja fiilis vahvistui arvioinnin edetessä. Mahdolliset erot tiiviydessä ja ulkonäössä tulee varmasti vain eroista nostatuksessa.”

”Hyviä perussämpylöitä.”

”Arvioin enemmän maun ja kosteuden perusteella, jotka ovat tärkeämpiä minulle kuin ulkonäkö.”

”Näytteet hyvin lähellä toisiaan.”

”Kappaleiden ulkonäkö ja rakenne vaikuttivat muihin testituloksiin.”

”Näytteet ovat liian saman makuisia, -näköisiä, jne. Todella vaikea tunnistaa näytteiden välisiä eroja. Hyviä olivat, siitä ei kahta sanaa.”

”Ihan ok sämpylä. Vertailukohtia on vaikea hakea, kun tuotetta syö ilman voita.”

”A ulkonäöllisesti paras yhdessä D:n kanssa, mutta koostumus ja maku jäi laimeaksi. E:n ulkonäkö petti, leipä oli paras kosteudeltaan, rakenteeltaan ja maultaan. Kiitos!”

”Erot olivat varsin pieniä. Kaikki oli keskeltä hieman kosteita.”

”E ja F selkeitä suosikkeja.”

”Pieniä eroja. Vesirinkilämäinen. Vain tuoretuote. Vehnän käyttöön nähden yllättävän hyvä.”

”Oli aika pienet erot. Vaikea arvioida.”

”Näytteet olivat hyvin samankaltaisia. Eroa tuotteiden välillä ei juurikaan ole.”

## LIITE 9.

Aistinvaraisen arvioinnin avoimet palautteet näytteistä, sivu 2 (2)

”Paistopinta oli kaikissa näytteissä erilainen. En tiedä johtuuko se reseptiikasta vai uunista. Joka tapauksessa paistopinta vaikutti suuresti itse tuotteen aistinvaraisiin ominaisuuksiin.”

”E, F ja D aika tasaväkisiä. Eri asioissa onnistuneita.”

”Näytteiden rakenteessa tai kosteudessa ei isoja eroja.”