

RAAKA-AINEIDEN SEKOITUSSUHTEN MUUTOS RUISLEIVONNASSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät, 2020

Hannu Laine

Bio- ja elintarviketekniikka
Hämeenlinna

Tekijä	Hannu Laine	Vuosi 2020
Työn nimi	Raaka-aineiden sekoitussuhteen muutos ruisleivonnassa	
Työn ohjaaja	Susanna Peltonen	

TIIVISTELMÄ

Työn tilaajalla on esiintynyt ruisleivässä laadullisia muutoksia. Ruisleivässä on havaittu laadussa ajoittain näkyviä muutoksia, jotka ilmenevät valkoisina purukumimaisina reologisina muutoksina. Työn tilaajalla on hypoteesi, mistä laadulliset reologiset muutokset johtuvat.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää ratkaisu laatuongelman poistamiseksi. Oletettavasti ongelman aiheuttaa eräs raaka-aine, jota on lisätty tuotteeseen antamaan lisää hyllyikää ja tuotteelle pehmeyttä. Raaka-aineen lisäyksen jälkeen alkoi laadussa näkyä muutoksia. Kun raaka-ainetta testattiin normaalin protokollan mukaisesti useaan kertaan lisäämällä sitä tuotteeseen, laadussa ei tuolloin ollut muutosta. Laatuongelmat ilmenivät myöhemmin, kun raaka-ainetoimittaja muuttui ja toimittajan raaka-aine muuttui laadultaan lopputuotteelle epäedulliseksi.

Tässä työssä tutkittiin eri toimittajan raaka-aineita ja erilaisia muunnoksia ko. raaka-aineesta. Työssä tutkittiin taikinan sekoituksen riittävyttä ja sekoitusuhteen muutoksia.

Avainsanat Gluteeni, reologiset muutokset ja laadunhallinta.

Sivut 20 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Hämeenlinna University Centre

Author	Hannu Laine	Year 2020
Subject	Change in the Mixing Ratio of Raw Materials in Rye Baking	
Supervisor	Susanna Peltonen	

ABSTRACT

Qualitative changes in the production of rye bread were a starting point for this thesis. Every now and then, based on the observations of the commissioner, visibly recognisable changes in the quality and white chewing gum-like rheological changes were detected in the rye bread baking which led to a hypothesis about the qualitative rheological changes of the rye bread from the commissioner's point of view. Therefore, the purpose of the thesis was to find a solution to eliminate the quality problem.

Presumably, the problem was one raw material that was added to the product to achieve more shelf-life and softness to the product, since after the addition of this raw material, changes in quality began to get worse. Initially, this raw material was tested several times but only when the supplier of it changed, these problems began to emerge.

In the thesis, the raw materials of different suppliers and different variants were studied. The adequacy of the dough mixing and changes in the mixing ratio were also investigated. As a result, more investigations need to be done in order to get precise information of the raw material's impact on the rye baking.

Keywords Vital wheat gluten, rheological changes and quality management

Pages 20 pages

SISÄLLYS

RAAKA-AINEIDEN SEKOITUSSUHTEN MUUTOS RUISLEIVONNASSA	1
1 JOHDANTO.....	1
2 RUISLEIVÄN VALMISTUS	1
3 VALMISTUSMENETELMÄT	2
3.1 Sekoitustavat.....	2
3.2 Jatkuvatoiminen taikin valmistus.....	5
3.3 Suoraleivonta	7
3.4 Panossekoitus.....	7
3.5 Taikinan valmistuslaitteiden soveltuvuus erilaisille leipomoalan tuotteille	7
4 RUISLEIVONNAN YLEISIMMÄT RAAKA-AINEET	8
4.1 Ruis	8
4.2 Vesi	9
4.3 Raski	9
4.4 Suola	10
4.5 Hiiva	10
4.6 Gluteeni ja psyllium.....	10
4.7 Muut viljatuotteet.....	11
5 LAADUNHALLINTA	12
5.1 Omavalvonta	12
5.2 Reologiset mittaukset	12
6 TESTIT JA TUOTANTOESITTELY	13
6.1 Koesuunnitelma	14
6.2 Sekoituskokeet	14
6.3 Linjalle suunnitellut kokeet	15
6.4 Nykyinen jatkuvatoiminen prosessi	15
6.5 Uusi jatkuvatoiminen prosessi	16
7 LINJAKOKEIDEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	16
7.1 Tulokset testien leivistä.....	17
7.2 Kolmitesti	18
7.3 Johtopäätökset.....	19
LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, miten sekoitussuhteen muutoksella voidaan muuttaa ruisleivän laatua. Opinnäytetyössä perehdyttiin uusien sekoituslaitteiden lisäksi erilaisiin jo aiemmin käytettyihin sekoituslaitteisiin. Työssä testattiin myös erilaisia sekoitustapoja sekä -menetelmiä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää syy ruistaikinassa esiintyviin reologisiin muutoksiin, jotka saavat aikaan leivässä epätoivottuja ominaisuuksia. Työ rajattiin yhden tietyn raaka-aineen sekoittumiseen ja sen vaikutuksiin.

2 RUISLEIVÄN VALMISTUS

Ruisleipä valmistetaan maitohappokäymiseen perustuvalla juuritaikina-menettelällä täysjyväjauhoista veteen. Rakenteen ja maun parantamiseksi taikinaan lisätään usein hieman vehnä jauhoja (5–8 %). Joissain tuotteissa käytetään myös ruissihtijauhoja, ruislestyjauhoja ja/tai ruisrouhetta. Jälkiuunileivän luonteenomainen aromi syntyy pitkästä paistajasta. (Leipätiedotus, n.d.).

Perinteinen hapanleivonta mahdollistaa rukiin käytön täysjyväviljana kaikine hyödyllisine komponentteineen. (Salovaara & Tuukkanen, 2012, s. 34) Ruistaikina on plastista (muovautuvaa) mutta tarttuvaa, ja sen käsittely leipomossa edellyttää vehnäleivonnasta poikkeavia koneita, laitteita ja menettelyjä. Tyypillistä on mm. ns. lautajauhon käyttö estämään tarttumista laitteisiin ja kuljettimiin. Ruistaikin sekoituksen aikana ruisjauhon pentosaanit ja proteiinit sitovat vettä ja paisuvat. Pentosaanien kyky sitoa vettä on tärkeää ruistaikin ja leivän rakenteen muodostumisessa. Pentosaanit pystyvät sitomaan vettä jopa kymmenkertaisen määrän painonsa nähden. Ne vaikuttavat taikinan rakenteeseen myös hidastaen hiilidioksidin diffuusiota taikinassa vähän sitkon tapaan. Pentosaanien hyvä vedenpidätyskyky tekee leivästä pehmeää ja tuoreen tuntuista. Sitkon puuttuessa ruistaikin ylöslyönnissä ei tarvita välilepovaihetta. Nostatus ja paisto puolestaan usein vaativat pitemmän ajan kuin vehnäleivonnassa. (Salovaara & Tuukkanen, 2012, s. 36)

Juuritaikinat (esitaikinat) eri muodoissaan ovat perinteinen leivänvalmistuksen menetelmä. Juuritaikina voi olla hapanraski tai ns. hiivajuuritaikina, jossa hyödynnetään maitohappobakteerien ja/tai hiivojen toimintaa. Myös kuumajuurta (varijuuri, imellys, kalttaus, skällning, paisute, jne) voisi pitää juuritaikinana, vaikka siinä mikrobien sijaan hyödynnetäänkin vain

perusteellista hydratoitumista ja mahdollisesti jauhon entsyymejä. Juuri-
taikinoista on monia muunnoksia ja sovelluksia. (Salovaara, Ignatius, Jus-
sila & Hurri-Martikainen M, 2017, s. 88) Juuritaikinamenetelmä on yleisesti
käytössä oleva ruisleivän tekotapa, tässä on käytössä jatkuvatoimisia taiki-
nanvalmistuslaitteita mutta voidaan tehdä myös muilla laitteilla, joissa on
irtoava pata.

3 VALMISTUSMENETELMÄT

Tässä esitellään valmistusmenetelmiä, miten leipää ja muita leipomotuo-
teita valmistetaan. Valmistusmenetelmiä on useita ja se valitaan tuotteen
mukaan mitä halutaan valmistaa. Tässä luvussa käsitellään tarkemmin, mi-
ten ja millaisilla sekoitustyökaluilla voi valmistaa erilaisia tuotteita.

3.1 Sekoitustavat

Sekoitustapoja on monia ja niiden avulla määritellään, millaista taikinaa
halutaan saada. Sekoittimet ovat tehoiltaan ja muilta ominaisuuksiltaan
erilaisia. Kuvassa 1 on Wendel-sekoitustyökalu, joka on saanut nimensä
muodostaan, joka on kierteen mallinen. (Wendel on saksaa ja tarkoittaa
kierrettä.) Wendel-sekoitustyökalun kehitti Diosna vuonna 1968 ja paten-
toi sen itselleen, patentti tosin on jo rauennut ja muutkin valmistajat ovat
ottaneet Wendel-työkalun omaan käyttöönsä. (Salovaara ym., 2017, s. 97)
Wendel sekoitustyökalu soveltuu hyvin ruis- ja vehnätaikinoihin.



Kuva 1 Wendel tupla (Diosna n.d.).

Kuvassa 2 on spiraalisekoittaja, jossa sekoituksen hoitaa spiraalin muotoon taivutetut työkalut, joita voi olla yksi tai kaksi. Spiraalisekoittajat soveltuvat vehnätaikinan valmistukseen hyvin mutta ruistaikinaa on vaikeampaa sekoittaa spiraalisekoittajalla. Ruistaikinasta puuttuvan sitkon takia spiraalityökalu ei sovellu ruistaikinalle, koska sekoitustyökalu ei käy riittävän lähellä padan reunoja, mihin perustuu sekoitustyökalun teho vehnätaikinaa sekoitettaessa.



Kuva 2 Spiraalityökalu (Diosna n.d.).

Kuvassa 3, (s, 4) on haarukkatyökalu, joka on vanhimpia taikinan sekoitustyökaluja. Ensimmäiset teolliset taikinakoneet olivat haarukkatyökalulla varustettuja laitteita. Taikinan valmistuksessa yritettiin kopioida tapaa, jolla taikinaa vaivattiin käsin. Haarukkasekoitin soveltuu ruistaikinoille ja vehnätaikinoille hyvin, koska sekoitustyökalu sekoittaa taikinaa padan reunoilta sisäpuolelle, jolloin padan reunat eivät sotkeennu taikinaan.



Kuva 3 Haarukkasekoitin (VMI n.d.).

Kuvassa 4 on L-sekoitustyökalu, joka on erittäin hellävarainen sekoitustyökalu. Tämä sekoitustyökalu soveltuu ruis- ja vehnäleivontaan hyvin. L-sekoitustyökalu on vanhimpia ja edelleen laajasti käytössä oleva työkalu, jota monet valmistajat vieläkin valmistavat. Kuvassa 4 on Diosnan valmistama laite.



Kuva 4 L-sekoitustyökalu (Diosna n.d.).

Kuvassa 5 on DK-sekoittaja, joka oli Werner & Pfleidererin kehittämä sekoitustyökalu. Tämä sekoitustyökalu soveltuu kohtalaisesti ruis- ja vehnätaikinalle. Tämä on vielä yleisesti käytössä oleva sekoitustyökalu, koska on ns. yleismallinen taikinasekoitustyökalu.



Kuva 5 DK-sekoitustyökalu (Equipnet n.d.).

3.2 Jatkuvatoiminen taikinanvalmistus

Jatkuvassa taikinanvalmistuksessa sekoitus tapahtuu putkessa, johon raaka-aineet syötetään putkia pitkin prosessin alkuvaiheessa. Putken sisällä on sekoitin, joka samalla tuo valmista taikinaa putkesta ulos. Taikina on valmista hyvin nopeasti. Jatkuvatoiminen sekoitus on mahdollista myös vaalealle leivälle mutta on sitkon muodostumisen takia hankalampaa kuin ruisleivonnassa. Tämän takia jatkuvatoiminen vaalean leivän laitteisto on Suomessa harvinainen. Ruisleivonnassa jatkuvatoiminen taikinanvalmistus on yleisempää ja käytössä isoimmissa leipomoissa. Ruisleipä ei tarvitse kovaa sitkoa, jonka takia jatkuvatoiminen on sovelias tapa valmistaa ruisleipää.

Jatkuvatoimisessa taikinan valmistuksessa kuivat raaka-aineet on sekoitettu erillisessä sekoittimessa ennen niiden tuloa taikinan valmistukseen; myös nestemäiset sekoittuvat putkessa omaksi nestemassakseen. Nämä neste- ja jauhomassat sekoitetaan putkimallisessa sekoittimessa sekaisin taikinaksi. Jatkuvatoimisella laitteistolla on vaikea tehdä pieniä eriä, koska pienet sekoitettavat raaka-aine-erät eivät sekoitu kunnolla isossa sekoittimessa. Kun vaihdetaan laatua, jatkuvatoimisessa laitteistossa pitää laitteet puhdistaa, ja se vaatii pitkiä taukoja. Kuvassa 6, (s. 6) on VMI:n valmistama jatkuvatoiminen taikinan valmistuslaitteisto ja annostelu. Taikina valmistuu kahden spiraalimaisen ruuvin avulla ja toimintaa ohjataan tietokoneen avulla.



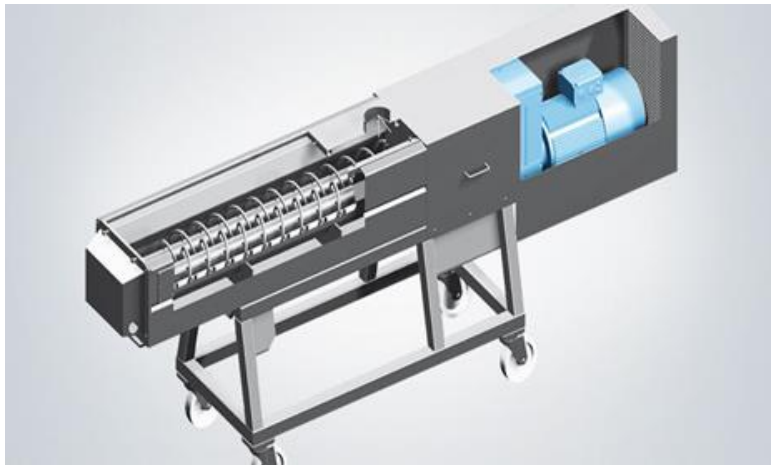
Kuva 6 VMI:n jatkuvatoiminen sekoituslaitteisto ja annostelu (Vmi n.d.).

Kuvassa 7 on Diosnan valmistama jatkuvatoiminen laitteisto, joka on toiminnaltaan samanlainen kuin VMI:n versio mutta on kooltaan pienempi ja kaikki toiminnot ovat tiiviimmässä paketissa.



Kuva 7 Diosnan jatkuvatoiminen sekoittaja ja annostelu (Diosna n.d.).

Kuvassa 8 (s. 7) on Zeppelinin valmistama jatkuvatoiminen sekoittaja, jonka toimintaperiaate on samanlainen kuin VMI:n ja Diosnan. Nämä ovat kehitelty vehnätaikinalle mutta näillä voidaan valmistaa myös ruistaikinaa.



Kuva 8 Zeppelinin jatkuvatoiminen sekoittaja (Zeppelin n.d.).

3.3 Suoraleivonta

Suoraleivonnalla tarkoitetaan tapaa, jossa kaikki ainekset sekoitetaan samalla kertaa. Sekoituksen jälkeinen taikinan fermentaatio voi olla lyhyt tai pitkä. Suoraleivonta on yleisin taikinanvalmistusmenetelmä. (Salovaara ym., 2017, s. 88) Suoraleivonta voi tarkoittaa myös jatkuvatoimista taikinan valmistusta. Suoraleivonnassa tärkeitä on raaka-aineiden oikea määrä ja oikea-aikainen lisääminen.

3.4 Panossekoitus

Panossekoituksella tarkoitetaan ns. patasekoitusta, jossa ainekset sekoitetaan taikinaksi taikinakoneella ja siihen laitettavalla padalla. Raaka-aineet tulevat pataan annostelujärjestelmän kautta putkia pitkin. Tämä tapa on käytössä monissa leipomoissa ja on sama kuin suoraleivonnassa. Tässä sekoitustavassa voidaan käyttää kaikkia muita paitsi jatkuvatoimista sekoitusta. Kaikki sekoitustyökalut ovat mahdollisia tässä sekoitus tavassa.

3.5 Taikinan valmistuslaitteiden soveltuvuus erilaisille leipomoalan tuotteille

Taulukossa 1 oleva Wendel-sekoitin soveltuu parhaiten pasteijoiden, kek-sien ja piirakoiden valmistukseen. L- ja DK- sekoitin on yleisesti käytössä leivän valmistuksessa. Spiraali- ja haarukkasekoittimella tehdään lähes kaikkia taikinoita. Jatkuvatoimiset linjastot rakennetaan tuotteelle sopivaksi.

Taulukko 1 Taikinan valmistuslaitteita

Sekoitustyökalu	Soveltuvuus	Yleisimmät tuotteet

Wendel-sekoitin	Vehnä/ ruis	pasteijat, piirakat, keksit
Spiraalisekoitin	Vehnä	pizza, pullat, leivät
Haarukkasekoitin	Vehnä/ ruis	pizza, leivät, pullat
L- sekoitin	Vehnä/ ruis	leivät
Doppelkonus eli DK- sekoitin	Vehnä/ ruis	leivät
Jatkuvatoimiset sekoittajat	Vehnä/ ruis	leivät, pasteijat, piirakat, keksit

4 RUISLEIVONNAN YLEISIMMÄT RAAKA-AINEET

Tässä luvussa esitellään ruisleivonnan yleisimmät raaka-aineet.

4.1 Ruis

Ruisjyvässä on kolme osaa: sisin jauhoedin eli endospermi (80–85 %), alkio (2–3 %) ja näitä suojaava monikerroksinen kuori eli leseosa (10–15 %). Kuitua ja siihen kiinteästi liittyviä ns. bioaktiivisia aineita on eniten kuorikerroksissa. Rukiissa kuitua on viljatuotteista eniten. (Rauramo,2004, s. 66) Tyypillisesti käytetään täysjyväjauhoa, jolloin myös rukiin leseosan kaikki arvokkaat ravintoaineet tulevat hyödyksi. Täysjyväruisjauhossa on muutama prosentti (5–7 %) pentosaaneja eli arabinoksyylaaneja, jotka ovat rukiin soluseinäpolysakkarideja, kuten beetaglukaani ja ligniinikin. (Salovaara & Tuukkanen, 2012, s. 35)

Ruisleivän laatuun vaikuttaa jauhon kosteus, kivennäisainepitoisuutta kuvaava tuhkapitoisuus ja karkeusaste. Ruisjauhon laatutunnusluku, sakoluku kertoo entsyymiaktiivisuudesta. Tyypillisesti ruisleivän leivontaan soveltuu sakoluvultaan 110–130 oleva ruisjauho. Matala sakoluku kertoo suuresta entsyymiaktiivisuudesta ja tällaisesta jauhosta leivottu ruisleipä ei paistu kunnolla, koska entsyymi ehtii hajottaa paistossa liisteröityvää tärkkelystä. Matalan sakoluvun ruisjauho sopii

kuitenkin ruisraskijauhoksi. Liian korkea sakoluku taas tekee taikinasta jäykän, eikä leipä kohoa tarpeeksi. Valmis leipä on tiivisrakenteinen, kuivahko ja helposti mureneva. Korkean sakoluvun ruisjauhoja (yli 140) tarvitaan kuitenkin näkkileivän valmistuksessa. Entsyymejä sisältävä mallasuute tai mikrobiviljeltyt entsyymit parantavat leipoutuvuutta. (Leipätiedotus n.d). Ruisleivonnan kannalta oleellisen tärkeää on liisteröityminen. Se ei varsinaisesti tapahdu kylmässä, lukuunottamatta vähäistä esiliisteröitymistä vaivauksen yhteydessä, vaan vasta paiston aikana. Pentosaanit sen sijaan muodostavat nesteen tärkkelykselle vasta paiston aikana. Pentosaaneille on ominaista, että ne eivät hyydy (koaguloitu) paiston aikana, kuten valkuaiset. Jauhon merkittävin ominaisuus on amylaasiaktiivisuus. (Auvinen, 1990, s. 32).

4.2 Vesi

Biologisissa organismeissa kuten eläimissä, kasveissa ja mikrobeissa kemialliset reaktiot tapahtuvat pääosin vesiliuoksissa, ja sama pätee tietysti elintarvikkeisiin. Monet aineet liukenevat helposti veteen, koska vesi on erinomainen liuotin. Jos vettä on vähän, liukeneminen on vähäisempää, ja molekyylit eivät pääse liikkumaan ja reagoimaan toistensa kanssa. (Salovaara ym., 2017, s. 20) Jauhojen jälkeen tärkein raaka-aine leivonnassa on vesi. Veden lisäystä laadun parantamiseksi on yleensä vähätelty. (Cauvain & Young, 2007, s. 231). Vesi on halvin leivänparannusaine.

4.3 Raski

Suomalaisissa leipomoissa juuritaikinasta käytetään nimitystä raski. Se valmistetaan sekoittamalla vettä, ruisjauhoa, ja edellisestä raskista peräisin oleva raskinsiemen löysäksi tai puolikovaksi taikinaksi, jonka annetaan käydä yleensä 12–18 h 26–35 °C:ssa. Raskinsiemen voi olla peräisin suoraan edellisestä raskista tai erikseen ylläpidettävästä siemenraskista. Tämä ns. takaisinraskitus siirtää siis leipomon raskimikrobit aina seuraavaan raskiin, jossa ne taas lisääntyvät. Raskinsiemenen osuus uutta raskia tehtäessä voi olla muutama prosentti mutta joskus jopa 30 %. Siemenraski on suomalaisissa leipomoissa lähes poikkeuksetta talon omaa raskia. Hyvin käynyt normaali siemenraski sisältää noin 10^{8-9} pmy/g maitohappobakteereja ja noin 10^{7-8} pmy/g hiivoja (Salovaara & Tuukkanen, 2012, s. 34). Raskimikrobien tehtävänä on ruisjauhojen leivontaominaisuuksien parantaminen, taikinan nostatus, leivän maun muodostus sekä säilyvyyden parantaminen. Raskihiivojen tehtävä on kaasuntuoton lisäksi aromiaineiden ja etanolin muodostus (Häggman, 2010, s. 128). Raski on hapanleivonnan tärkein tekijä ja se on yksi raaka-aine muiden joukossa.

4.4 Suola

Elintarvikkeissa suola vaikuttaa makuun ja usein myös elintarvikkeen rakenteeseen. Suola sitoo voimakkaasti vettä ja vaikuttaa siten veden aktiivisuuteen ja edelleen elintarvikkeiden mikrobiologiseen säilyvyyteen. Monissa elintarvikkeissa suola on tärkeä pilaantumista ehkäisevä ainesosa. Myös leivässä suola pidentää leivän ns. homeetonta aikaa. (Salovaara ym., 2017, s. 66)

4.5 Hiiva

Leiviniivaa lisätään taikinaan, jotta se teollisessa leivonnassa nousisi toivotussa ajassa. Teollisuudessa käytetään nestehiivaa, ns. hiivakermaa. Raskissa on olemassa jo hiivoja, jotka muodostuvat sinne, mutta ne eivät riitä nostattamaan leipää riittävästi.

Hiivasolu tuottaa hiilidioksidia, joka laajentaa taikinan vaadittuun volyymiin ja antaa leivälle sen huokoisen ja kevyen rakenteen. Hiiva vaikuttaa taikinan kehittymiseen laajentamalla gluteenirakennetta sekä tuottaa aromiaineita taikinaan fermentaatioprosessin sivutuotteena (Häggman, 2010, s. 132)

4.6 Gluteeni ja psyllium

Vehnästä erotettua gluteenia on käytetty pitkään leivonnassa tukemaan vehnäjauhon sitkoa tai muista jauhoista tai komponenteista valmistettavan tuotteen rakenteen muodostajana. Vehnän gluteenista on tullut myös leivonnaisten proteiinitason täydentäjä. Gluteenin ohella leivän rakenteeseen voidaan vaikuttaa monin keinoin. Yksi viskositeettia ja kuohkeutta antava raaka-aine on psyllium, joka on intialaisen ratamosukuun kuuluvan kasvin jauhettuja siemeniä. Ne ovat hyvin kuitupitoisia ja niistä valmistetuilla jauheilla on erittäin suuri vedensidontakyky. Ne muodostavat viskosiin rakenteen ja parantavat siten taikinan kaasunpidätyskykyä. Psylliumjauhoa voidaan käyttää kaikkiin taikinoihin ja se sopii myös gluteenittomaan leivontaan. (Salovaara ym., 2017, s. 64) Psylliumin kuidun perusrakenne on arabinoksyylaaniin tyyppinen. Myös ruisleivonnassa arabinoksyylaaneilla on tärkeä osa leivän rakenteen muodostumisessa. (Salovaara ym., 2017, s. 131)

Gluteeni valmistetaan vehnästä erotusmenetelmällä sentrifugaamalla tärkkelys maidoksi, josta erotetaan proteiini suodattamalla ja kuivaamalla se gluteenijauhoksi. Vehnäjauhosta samassa prosessissa saadaan myös vehnäitärkkelystä. Gluteenia käytetään leipomoteollisuudessa yleisesti vahvistamaan taikinan sitkoa ja pehmentämään valmista leipää. Sitä

käytetään paljon myös eläinrehuna. Modifioidut vehnäproteiinit ovat entsyymaattisesti hydrolysoituja proteiineja vehnägluteenista, jossa on lisäantyneitä liukenevuusominaisuuksia. (Tereos, n.d.). Gluteenin laatu vaihtelee eri valmistajilla ja jopa saman valmistajan erien sisällä, vaikka valmistaja kertoo laadun olevan tasaista. Gluteenin tuotannossa on kohtia, missä laatu voi muuttua. Tärkkelys on etusijalla ja proteiini on sivutuote, jonka laatuun ei panosteta niin paljon. Laatuvaatimuksia ei ole gluteenin laadulle rajattu leipomom osalta.

Kuvassa 9 on gluteeni eristä otettu näyte ja ne on analysoitu. Analysoinnissa on testattu gluteenin vedensidontaa, hajua, rakennetta, väriä ja gluteeni-indeksi on tullut valmistajalta. Analysoinnissa gluteenista tehdään taikinamainen massa, josta tehdään mittaukset ja tutkimukset. Kuvassa 9 on kaksi eri gluteenierää, joista ensimmäisessä gluteeni-indeksi oli 64 %, vettä jäi imeytyksen jälkeen 6,61g, rakenne oli rakeinen, haju tuore ja väri kellertävä. Toinen erä oli gluteeni-indeksiltään 39 % vettä ei pystynyt erottelemaan, koska rakenne oli löysä. Hajusta ei osattu sanoa mitään ja väri oli hyvin vaalea.

Hyvin rakeinen	tuore	kellertävä	6,61g		Gluteeni-indeksi 64%
löysä, vellimäinen	en osaa sanoa	vaalean	ei pystynyt erottelemaan vettä,		Gluteeni-indeksi 39%

Kuva 9 Gluteeni erien testaukset.

4.7 Muut viljatuotteet

Mallastettaessa idätysvaiheen aikana viljan jyvän rakenne osittain hajoaa, jolloin ravitsemuksellisesti tärkeiden ravintoaineiden imeytyminen paranee. Mallastusprosessin loppuvaiheessa maltaan aromi syvenee ja siihen saadaan makua ja väriä. Mallastettua viljaa jyvänä, jauhona tai litistettyinä hiutaleina käyttäen leipään saadaan voimakasta viljan makua, tummempaa väriä ja voimakkaampaa aromia. Mallastetut tuotteet sitovat hyvin myös vettä, minkä ansiosta leipien säilyvyys paranee. Mallasuutteella saadaan voimakasta väriä ja aromia leipään pienemmällä annosmäärällä. (Salovaara ym., 2017, s. 64) Hiivaleipäjauhoa käytetään ruisleivässä, sitomaan hapanta makua. Näin saadaan myös pehmeyttä valmiiseen leipään.

Hiutaleita, litisteitä ja siemeniä käytetään ruisleivässä tuomaan rakennetta ja makua. Näitä voi olla jopa raskissa.

5 LAADUNHALLINTA

Leipomotuotteiden laatua valvotaan mikrobiologisen, kemiallisen, reologisten sekä aistinvaraisten ominaisuuksien mukaan. Tässä luvussa esitellään laadunhallintaan käytettäviä laitteita ja menetelmiä.

5.1 Omavalvonta

Näistä keskeisimmät määritettävät asiat yritykset määrittelevät mm. omavalvonnassa. Omavalvontajärjestelmän vaatimus perustuu Euroopan parlamentin ja neuvoston antamaan yleiseen elintarvikeasetukseen EY N:o 178/2002, jossa säädetään mm. elintarvikkeiden turvallisuudesta ja elintarvikealan toimijan vastuista elintarvikkeiden turvallisuuden takaamiseksi, sekä elintarvikehygieniasetukseen EY N:o 852/2004, jossa säädetään HACCP-pohjaisen riskinhallintajärjestelmän ja hyvän hygieniakäytännön ohjeiden soveltamisesta elintarvikealan yrityksissä. Elintarvikelaki edellyttää elintarvikealan toimijalta omavalvontajärjestelmää, joka perustuu HACCP-periaatteisiin. (Salovaara ym., 2017, s. 247)

5.2 Reologiset mittaukset

Farinografi on mittaava taikinasekoitin, jolla mitataan taikinan konsistenssia (tai viskositeettia). Laitte mittaa ja rekisteröi vääntöä, johon vaikuttaa taikinan viskositeetin lisäksi taikinan tarttuminen sekoituslapoihin ja sekoitusastian seinämille. Farinografian piirturista saadaan farinogrammi. Farinogrammin muoto kertoo, onko kyseessä ”vahva” vai ”heikko” jauho. Käytännön leivontaa ja jauhon laadunvalvontaa varten farinografilla määritetään jauhon vedensidontakyky, sekoitustarve ja sekoituskestävyys eli stabiiliteetti. Farinografi laitteena koostuu sekoitusastiasta ja kahdesta sekoituslavasta, jotka pyörivät astiassa vastakkaisesti suuntiin. (Salovaara ym., 2017, s. 56) Kuvassa 10 on Brabenderin farinografi. Brabender GmbH & Co. KG on johtava yritys, joka kehittää, valmistaa ja jakaa instrumentteja ja laitteita, joilla testataan materiaalien laatuja ja fysikaalisia ominaisuuksia kaikilla tutkimuksen, kehityksen ja teollisuuden osa-alueilla kemian ja elintarviketeollisuuden aloilla. (Brabender, n.d.).



Kuva 10 Brabender farinografi. (Brabender n.d.).

Kuvassa 11 (s, 13) on glutopeak-laite, joka on viljan, jauhon ja gluteenin laadun arviointiin tarkoitettu laite. Laitteen toiminta perustuu vääntömomentin mittaamiseen. Laite sekoittaa näytettä ja vettä tasaisesti tietyssä lämpötilassa koko mittauksen ajan. Mitattavasta suureesta riippuen, aikaa kuluu 1–10 minuuttia. Laite mittaa automaattisesti sitkon muodostaman vääntökäyrän. Mitä korkeampi ja nopeampi käyrä, sen vahvempi on jauho/gluteeni. Jos käyrä on matala ja pitkä, tarkoittaa se, että jauho/gluteeni on heikko. (Brabender, n.d.) Farinografia ja glutopeakia käytetään yhdessä siitä syystä, että glutopeakilla ei voi mitata taikinaa vaan se tehdään perinteisellä farinografilla. Glutopeak on huomattavasti nopeampi laite, kun arvioidaan jauhon ja gluteenin laatua, mutta farinografi on parempi, kun mitataan taikinan reologiaa.



Kuva 11 Glutopeak ja mittauskäyriä. (Brabender n.d.).

6 TESTIT JA TUOTANTOESITTELY

Tässä luvussa esitellään tuotantoa ja millainen uusi mahdollinen jatkuva-toiminen laitteisto olisi nykytuotannolle riittävä. Luvussa esitellään myös testit, joita tehtiin opinnäytetyön edetessä.

6.1 Koesuunnitelma

Tarkoituksena on tehdä sekoituskokeita gluteenin sekoittamiseksi ruis-taikinaan. Gluteeni on ei-vesiliukoinen raaka-aine ja on näin haastava saada taikinassa sekaisin. Pienten testien perusteella gluteeni sekoittuu tasisesti raskiin. Tarkoituksena on tehdä linjamittakaavassa testi, jossa on raskiin sekoitettua gluteenia. Testeissä myös seurataan, onko raaka-aineiden lisäysjärjestyksellä merkitystä taikinan muodostuksessa. Lopuksi tehdään gluteenin vaihtokoe, missä vaihdetaan ns. heikko gluteeni nykyisen tilalle ja seurataan vaihdon vaikutuksia tuotteeseen. Heikkoa gluteenia sekoitetaan myös raskiin ja seurataan, miten tämä vaikuttaa tuotteeseen.

6.2 Sekoituskokeet

Koeleipomossa tehtiin useita sekoituskokeita, joilla kartoitettiin linjalle tulevaa koetta. Kokeilla oli tarkoitus saada selville, mikä olisi järkevin tapa linjakokeeseen. Kokeissa käytettiin eri toimittajien raaka-aineita, jotta saataisiin selville, onko niissä merkittäviä eroja. Kokeissa sekoitettiin monenlaisia seoksia jauhoista ja nesteistä. Koeleipomossa tehtyjen kokeiden perusteella linjakokeeksi valikoitui raskiin sekoitettu gluteeni, jota kokeillaan kahdella eri linjalla. Linjakokeessa tehdään myös sekoituksen lisäys eri linjalla. Tämän tarkoituksena on saada oikeasti valmis taikina. Kuvassa 12 on sekoituskoe A, jossa sekoitettiin gluteenia valmistajalta A jyväiseen raskiin. Tuloksena oli tasaista massaa, jota on helppo saada taikinaan pumpun avulla. Kuvassa 13 on sekoituskoe S, jossa on sekoitettu valmistajan S gluteenia jyväiseen raskiin. Tuloksena oli hieman epätasaisempaa massaa kuin gluteeni A:ssa.



Kuva 12 Sekoitustesti A.



Kuva 13 Sekoitustesti S.

6.3 Linjalle suunnitellut kokeet

Linjalle valikoitui tehtäväksi kymmenen testiä, joista kuusi yhdellä linjalla ja neljä toisella. Testit tehdään molemmilla linjoilla samaan aikaan. Toisella linjalla kokeillaan taikinan lisäsekoituksen tuomaa arvoa. Muuten testit ovat samat raaka-aineiden osalta.

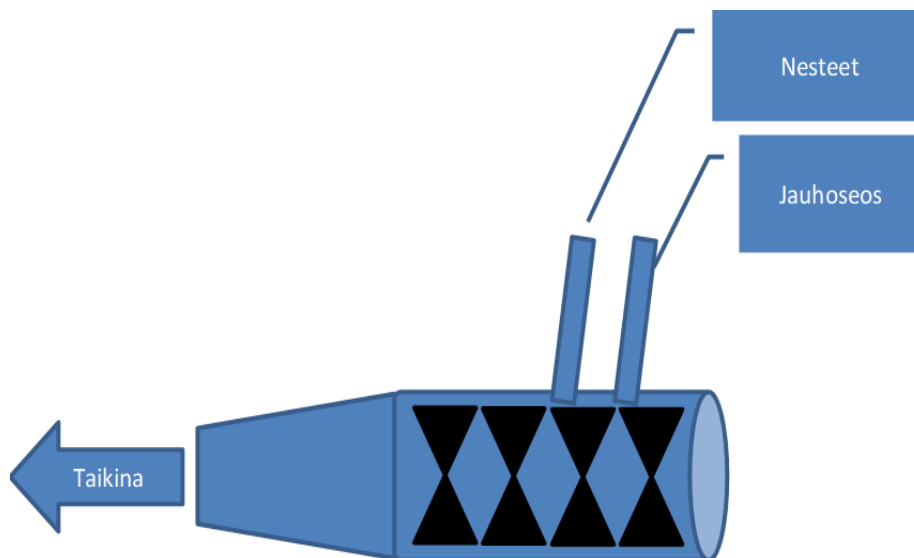
Ensiksi testissä oli raskisäiliössä esitaikinaan sekoitettu gluteeni. Tässä testissä gluteeni jäi osittain sekoitustyökaluun kiinni ja näin ollen ei sekoittunut kunnolla esitaikinaan, sekä sekoittimen pyörimisnopeus ei ollut riittävä. Seoksesta tuli paksua massaa.

Toisella sekoittimella, jossa oli tehokas sekoitustyökalu, saatiin gluteeni sekoittumaan raskiin hyvin ja lähes poistettua reologiset muutokset. Tässä sekoittimessa oli takaisinkiertopumppu, jolla saatiin massa pyörimään eri tavalla kuin säiliökokeessa.

6.4 Nykyinen jatkuvatoiminen prosessi

Kuvassa 14 on käytössä oleva jatkuvatoiminen sekoituslaitteisto, jossa jauho- ja nesteseokset sekoitetaan taikinaksi putkella, jonka sisällä pyörii spiraali ja eri tasossa olevia lapoja. Lavat sekoittavat taikinan ja spiraalin tarkoitus on tuoda valmis taikina ulos putkesta. Sekoitin pyörii nopeasti noin 160 rpm ja taikina on valmista sekunneissa. Tämä prosessi on vanhan aikainen ja ei ole nykytuotannolle riittävä.

Taikina ei ole riittävästi sekoittunut, kun se tulee sekoittimesta ulos. Tähän syynä voi olla myös väärässä järjestyksessä oleva raaka-aineiden syöttö, johon tässä työssä perehdytään vähän syvemmin. Kuivat raaka-aineet sekoitetaan ennen kuin ne tulevat taikinaruuville. Nesteet tulevat omaa putkea pitkin sekoittimelle ja sekoittuvat matkalla. Gluteeni on raaka-aineista hankala, koska se sekoittuessaan vehnä tai ruisjauhoon ”voimistuu” ja sen ominaisuudet kertautuvat epäsuotuisasti ruisleivonnassa.



Kuva 14 Nykyinen jatkuvatoiminen laitteisto.

6.5 Uusi jatkuvatoiminen prosessi

Uudessa jatkuvatoimisessa valmistusprosessissa gluteeni on sekoitettu joko veteen tai raskiin. Raskiin sekoitettu gluteeni sekoittuu parhaiten. Veteen sekoitettu gluteeni ei sekoitu hyvin ja voi olla annostelussa haastavaa, jos putkistot menevät tukkoon. Uudessa prosessissa on myös voimakkaampi sekoitus, jolla saadaan taikina valmistumaan farino-mittauksen mukaiseksi. Sekoitusaika olisi uudessa prosessissa pidempi ja tehokkaampi, koska siinä olisi kaksi ruuvia yhden sijasta. Gluteeni-raskiseokselle olisi oma säiliö, josta se pumpun avulla saataisiin sekoittimelle.

7 LINJAKOKEIDEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuvassa 15 on leipiä, joissa näkyvät reologiset muutokset vaaleina saostumina muutoin tummassa leivässä. Leivistä laskettiin näitä vaaleita muutoksia testien edetessä. Muutokset vähenivät mutta eivät kokonaan poistuneet. Testeissä leivät otettiin linjalta peräkkäin, jotta saataisiin mahdollisimman iso otanta yhteensä 864 leipää. Leipien annettiin mennä koko

linjaston läpi, mistä ne otettiin tarkasteluun laboratorioon, jossa tehtiin tarkemmat analyysit.

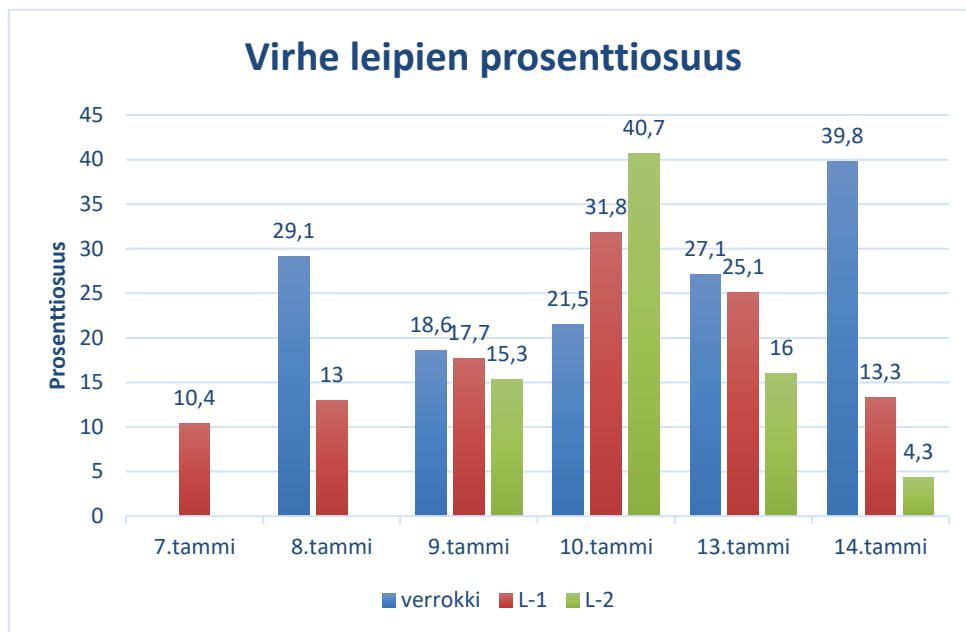


Kuva 15 Kuvia leivässä olevista muutoksista.

7.1 Tulokset testien leivistä

Leipiä kerättiin linjalta, joista laskettiin virheet sekä kerättiin tulokset talteen. Kuvassa 16, (s. 17) on kuvattu linjoilla tehdyt testit sekä tuotannossa oleva verrokki leipä. Tuloksista voi huomata, että viimeisin koe oli paras mutta vaihtelua on vielä liikaa, joten suosittelen lisätestien tekoa.

Kuvassa on tulokset leivistä lasketuista virheistä prosentteina. Leipiä oli jokaista laskentaa varten otettu 864 kappaletta, joista laskettiin virheet ja merkattiin ylös. Isoimmat virheet kuvattiin ja arkistoiitiin. Virheenä pidettiin kaikenlaisia muutoksia, jotka olivat vaaleita saostumia ja isompia kuin 1 mm x 1 mm.



Kuva 16 Tulokset virheiden laskusta.

7.2 Kolmitesti

Kolmitestin avulla tutkittiin, eroavatko leivät toisistaan maun, pehmeiden ja suutuntuman mukaan. Testin tarkoitus oli tutkia, eroaako koeleipä käytössä olevalla reseptillä leivotusta leivästä. Näyteleiviksi valittiin mahdollisimman samannäköiset leivät. Testiin valittiin tuotteet, joiden reseptiikasta oli vähennetty 10 % gluteenia sekä nykyisen reseptiikan mukaisesti valmistettu tuote. Tuotteet, joiden reseptiikasta oli vähennetty 10 % gluteenia, oli valmistettavissa nykyisellä linjastolla.

Testiin osallistui yhteensä 20 koehenkilöä, ja arviointi tehtiin kolmitestinä. Näytteissä kaksi oli samanlaista ja yksi erilainen, poikkeava näyte rengastettiin ja pyydettiin kertomaan, miten se eroaa muista näytteistä, oliko parempi vai huonompi. Tulokseksi saatiin 9 oikeata 20:stä, jolloin tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä. (merkitsevyytaso $p = <0,05$). Oikein vastanneista piti 5 henkilöä näytettä 1 (koe)leipää parempana. Näytettä 2 (nykyinen) yksi piti nykyistä parempana kuin koeleipä, 3 maistajaa ei ollut vastannut parempi/huonompi kysymykseen. Näyte 1, joka oli 10 % vähemmän gluteenia sisältänyt, resepti oli arvioitsijoiden mielestä lättänämpi ja puoliskot olivat tiukemmin kiinni, maussa tai rakenteessa ei huomattu eroa. Näyte 2 joka oli käytössä oleva resepti, arvioitsijat tekivät seuraavat huomiot. Näyte oli jauhoinen, maussa oli eri mielipiteitä mauttomasta neutraalin kautta karvaaseen. Näyte oli myös kuiva ja kova sekä matala. Yhteenvertona voidaan todeta tuotteet samanlaisiksi, koska oikeiden vastausten määrä oli niin pieni, ettei tuotteiden välillä ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

7.3 Johtopäätökset

Testien perusteella leivässä tapahtui reologisia muutoksia vähemmän kuin nykyisellä toiminnalla. Tuotteessa koostumus normalisoitui. Merkityksellisin havainto oli, että gluteeni ja raski turpoaa, jos odotusaika linjalle kasvaa aiottua pidemmäksi. Tämä ilmiö vaatisi laajempaa tutkimusta ja onkin yksi jatkotutkimuksen aihe. Voidaan olettaa ilmiön johtuvan rukiin liisteröitymisestä paiston aikana.

Gluteenin sekoittuessa muihin raaka-aineisiin sen liukoisuusominaisuudet vähenevät ja saavat aikaan reologisia muutoksia valmiissa leivässä. Reologisia muutoksia ei huomaa kuin vasta paiston jälkeen. Yhtenä jatkotutkimusaiheena olisi myös gluteenin vaikutus ruisleivontaan. On oletettavaa, että gluteeni vaikuttaa reologisiin muutoksiin valmiiseen leipään. Sekoitustavan muutokset ja sekoituksen lisäykset vaikuttavat lopputuotteen reologisiin ominaisuuksiin positiivisesti vähentäen muutoksia. Yhtenä tutkittavana vaihtoehtona ja kehityskohteena on gluteenin eriaikainen lisäys suoraan taikinaan.

LÄHTEET

- Auvinen, S. (1990). *Minun leipäni*. Helsinki: Leipomopalvelu Sulo & Vuokko Oy.
- Brabender. (n.d.). Haettu 18.3.2020 osoitteesta <https://www.brabender.com/en/food/products/rheometers/use-gluten-to-determine-quickly-rheological-properties-gluto-peak/?br=ro&cHash=6c4331147583a04933241b725b3b1681>
- Cauvain, S. & Young, L. (2007). *Technology of Breadmaking*. New York: Springer Science & Business Media.
- Diosna. (n.d.). Haettu 18.3.2020 osoitteesta <https://www.diosna.com/uk/the-dough-experts/products/>
- Equipnet. (n.d.). Haettu 19.3.2020 osoitteesta <https://www.equipnet.com/werner-and-pfleiderer-spiral-dough-mixer-with-listid-659998/>
- Häggman, M. (2010). Leipomo- ja myllytuotteet. Teoksessa Saarela, A-M. Hyvönen, P. Määttä, S. & von Wright, A. (toim.) *Elintarvikkeprosessit*. 3. uud. p. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, 123–137.
- Leipätiedotus. (n.d.). Haettu 28.11.2019 osoitteesta <https://www.leipatie-dotus.fi/tietoa-leivasta/leipa-elintarvikkeena/leivan-valmistus/leipien-valmistustavat/ruisleivat.html>
- Rauramo, U. (2004). *Ruis- Suomalaisten salainen ase*. Jyväskylä: Atena.
- Salovaara, H. O., Ignatius, A., Jussila, A. & Hurri-Martikainen, M. (2017). *Leivonnan teknologia: Ruokaleipä*. Helsinki: Suomen Leipuriliitto ry.
- Salovaara, H. & Tuukkanen, K. (2012). Ruisleivonta. *Leipuri*, 110(6), 34-40.
- Tereos. (n.d.). Haettu 28.11.2019 osoitteesta <https://www.tereos-starchsweeteners.com/understand-our-business/list/products/proteins>
- Vmi. (n.d.). Haettu 18.3.2020 osoitteesta <https://www.vmixing.com/en/equipment/continuous-mixers/>
- Zeppelin. (n.d.). Haettu 18.3.2020 osoitteesta <https://www.zeppelin-systems.com/en/products-solutions/mixers/double-shaft-mixer-codos-mixer.html>

