

Taru Latva-Nikkola

Tattarituotteen kemialliset analyysit leivonnan eri vaiheista

Opinnäytetyö

Syksy 2021

SeAMK Ruoka

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

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

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarviketeknologia

Tekijä: Taru Latva-Nikkola

Työn nimi: Tattarituotteen kemialliset analyysit leivonnan eri vaiheissa

Ohjaaja: Merja Kyntäjä

Vuosi: 2021 Sivumäärä: 50 Liitteiden lukumäärä: 1

Tattari on viljakasvien tapaan hyödynnettävä vaevilja, jota käytetään paljon gluteenittomissa elintarvikkeissa kuten leivissä ja leivonnaisissa. Kiinnostus gluteenittomaan ruokavalioon on kasvanut kuluttajien kesken ruokatrendiksi ja sitä kautta kiinnostus tattariin ja sen ominaisuuksiin on lisääntynyt.

Työ tehtiin yhteistyössä Seinäjoen ammattikorkeakoulun EQVEGAN-hankkeen kanssa. Hankkeelle tehtiin samaan aikaan toinenkin vastaavanlainen opinnäytetyö ravintoaineanalyysien soveltuvuudesta härkäpaputuotteelle.

Tavoitteena oli tutkia kemiallisten ravintoaineanalyysien soveltuvuutta tattarituotteen ravintoainemäärityksiin. Lisäksi seurattiin tattarituotteen ravintoainepitoisuuksien muutoksia valmistusprosessin erivaiheissa. Määritettävänä analyysinä olivat rasvapitoisuus, proteiinipitoisuus, kuiva-ainepitoisuus sekä tuhkan ja aktiivisen veden määritykset. Valmistusprosessin eri vaiheita kuvaavina näytteinä toimi yhteistyöleipomolta saadut kaksi erilaatuista tattarijauhoa, kaksi erää tattaritaikinaa ja tattariraskia, sekä kaksi erää valmista tattarileipää.

Valikoiduista menetelmistä kävi ilmi, että ne toimivat hyvin tattarituotteen analysointiin. Lisäksi analyysistä saadut tulokset saivat varmuutta verrokkina toimineista yhteistyöleipomolta saaduista ravintoainepitoisuustuloksista, sekä Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen julkaisemista tattarituotteiden ravintoainepitoisuuksista. Ravintoainepitoisuuksien ja kosteuden muutokset valmistusprosessin edetessä ilmenivät hyvin tuloksista.

Avainsanat: Tattari, gluteenittomat tuotteet, ravintoaine, proteiinit, rasvapitoisuus, tuhka, leipominen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAMK Food and Agriculture

Degree programme: Engineer (AMK), Food processing and Biotechnology

Specialisation: Food technology

Author/s: Taru Latva-Nikkola

Title of thesis: Chemical Analyses of Buckwheat Product during Baking process

Supervisor(s): Merja Kyntäjä

Year: 2021 Number of pages: 50 Number of appendices: 1

Buckwheat is a pseudo cereal which it is used in food products such as breads and pastries. It can be used in gluten free diets for people who have a celiac disease. Interest in gluten free products has increased and is a food trend among the consumers. That is why the interest in buckwheat and its properties has increased as well.

The study was performed in cooperation with the EQVEGAN project of Seinäjoki University of Applied sciences. Within the same project a study on the suitability of nutritional analysis on a broad bean product has been performed.

The objective was to study the suitability of chemical nutritional analysis methods on a buckwheat product. Furthermore, changes in the nutritional content of a buckwheat product were followed at different stages of the manufacturing process. The analyses to be determined were fat content, protein content, dry solid content and ash and water activity. Buckwheat specimens of different stages of manufacturing were provided by the cooperative bakery. There were two different types of buckwheat flour, two batches of buckwheat dough and sourdough starter and two batches of ready buckwheat bread.

The selected methods proved to function well for analysing buckwheat products. Furthermore, the results that were obtained by the analyses got certainty through the results of the bakery and the nutritional values of buckwheat products published by the Finnish institute for health and welfare. Changes in nutritional contents and moisture were well revealed in the results.

Keywords: Buckwheat, gluten-free baking, nutrient determination, protein, fat, dry solid matter, ash

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 TATTARI.....	9
2.1 Tattarikasvi.....	9
2.2 Tattarin ominaisuudet ja hyödyntäminen.....	9
2.3 Tattarin jauhamisprosessi	10
2.4 Tattarituotteet.....	12
3 TATTARILEIVONTA	13
3.1 Tattari leivonnassa	13
3.2 Tattariraski	15
4 ANALYYSIT	18
4.1 Raakaproteiinin määrittäminen Kjeldahl-menetelmällä	18
4.2 Raakarasvan määrittäminen Mojonnier-menetelmällä	19
4.3 Kuiva-aineen määrittäminen kuivaamalla.....	20
4.4 Veden aktiivisuuden mittaaminen.....	22
4.5 Tuhkapitoisuuden määrittäminen kuivapoltoilla	23
5 TATTARIANALYYSIT	26
5.1 Raakaproteiinin määrittäminen.....	26
5.2 Rasvapitoisuuden määrittäminen	26
5.3 a_w määrittäminen.....	28
5.4 Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen	28
5.5 Tuhkapitoisuuden määrittäminen	29
6 TULOKSET	30
6.1 Tattarijauho ja raskijauho	30
6.1.1 Tattariraski	33

6.2 Tattaritaikina	34
6.2.1 Tattarisämpylä	36
6.3 Kuiva-ainepitoisuus	38
6.4 Veden aktiivisuus	39
6.5 Tuhka	40
6.6 Rasva-, ja proteiinimääritykset	41
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	49

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuvio 1. Tattarijauhojen proteiinipitoisuuksia.	31
Kuvio 2. Rasvapitoisuudet tattarijauhoissa.	32
Kuvio 3. Tattariraskin proteiinipitoisuustuloksien vertailu.	33
Kuvio 4 Tattariraskin rasvapitoisuusvertailu	34
Kuvio 5 Tattaritaikin proteiinipitoisuus vertailu	35
Kuvio 6. Tattaritaikin rasvapitoisuus vertailu jauhojen, taikin ja valmiin tuotteen välillä.	36
Kuvio 7. Tattarisämpylöiden proteiinivertailu.....	37
Kuvio 8 Tattarisämpylän rasvapitoisuusvertailu.	38
Kuvio 9. Tattarituotteen kuiva-ainepitoisuudet valmistusprosessin eri vaiheissa ..	39
Kuvio 10. Aw-mittausten tulokset tattarituotteen valmistusprosessin eri vaiheissa.	40
Kuvio 11 Tuhkapitoisuuden tulokset näytteittäin.	41
Kuvio 12 Proteiinipitoisuuksien keskiarvot näytteittäin järjestettynä valmistusprosessin etenemisen mukaan.	41
Kuvio 13 Tattarituotteen rasvapitoisuus valmistuksen eri vaiheissa.....	42

Käytetyt termit ja lyhenteet

Free from	Elintarvike josta on poistettu jokin tietty allergisoiva ainesosa esimerkiksi gluteeniton, laktoositon tai kananmunaton.
Eksikaattori	Paksulasinen tiiviskannellinen astia, joka suojaa näytettä ilmankosteudelta ja muilta kontaminaatioilta.
Raffinointi	Jalostetaan materiaalia puhdistamalla siitä pois muut aineet, kuin haluttu aine.
Hydrolyysi	Molekyylisidosten hajoaminen veden vaikutuksesta. Katalyyttinä voidaan käyttää happoa tai emästä.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin osana EQVEGAN-hanketta, jossa Seinäjoen ammattikorkeakoulu on mukana. Hanke on Euroopanlaajuinen yhteishanke, jossa tavoitteena on luoda oppimateriaalia Euroopan alueen kouluille, joissa opiskellaan elintarvikealaa. Kasvipohjaisten tuotteiden kysynnän ja kehittämisen lisääntyä elintarvikealan koulutusohjelmat tarvitsevat päivittämistä, jotta koulutus vastaisi mahdollisimman hyvin työmarkkinoiden haasteisiin (Verkkolehti SeAMK [viitattu; 5.4.2021].) Hankkeen tavoitteena on luoda uusia innovatiivisia kursseja ja opetusmateriaaleja erityisesti oppilaitoksiin pyrkien toimimaan yhteistyössä työnantajien kanssa. Hankkeen tärkein tavoite on tarjota mahdollisuudet uudenlaiseen monipuolisempaan oppimiseen ja mahdollistaa koulutuksen EU-tasoinen sertifiointi (EQVEGAN [viitattu; 2.12.2021])

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa tutustutaan tattariin kasvina ja elintarvikkeiden raaka-aineena. Tarkemmin käydään läpi tattarin hyödyntämistä analysoitavan case-tuotteen tapaan. Teoriaosuudessa kerrotaan tattarin ominaisuuksista, käyttötavoista ja jauhatusprosessoinnista. Lisäksi kirjallisessa osuudessa käydään läpi teoriaa käytännönsuudessa suoritetuista menetelmistä.

Käytännön osuudessa suoritetaan ravintoainemääritykset ja verrataan saatuja tuloksia lähdetietojen tuloksiin. Määritettävänä näytteinä toimivat yhteistyöyritykseltä saadut näytteet, jotka edustavat tattarileivän valmistusprosessin eri vaiheita. Näytteinä on kahdenlaatuista tattarijauhoa, kaksi eri erää taikinaa ja raskia sekä kaksi eri erää leipää.

Tavoitteena on saada aikaan tietopakettia tattarista, sen ominaisuuksista ja ominaisuuksien muutoksista leivontaprosessin aikana sekä ravintoainemääritystuloksia työssä käytetyillä menetelmillä. Saatua materiaalia hanke pystyy hyödyntämään luodessaan koulutusmateriaalia. Saaduista tuloksista tehdään vertailutaulukot, joista on mielekästä vertailla tuloksia muihin näytteisiin. Analyysimenetelmistä luodaan kuvaus niiden suorittamisesta ja kerrotaan huomiot ja pohdinnat siitä, mitä olisi voinut tehdä toisin.

2 TATTARI

Tässä luvussa tutustutaan tattariin tarkemmin viljelykasvina. Luvussa käydään läpi sen ominaisuuksia, etuja ja haasteita. Lisäksi luvun lopussa käydään läpi tattarin käsittelyprosesseja puinnin jälkeen kohti valmista elintarviketta.

2.1 Tattarikasvi

Tattari on sitkeä viljelykasvi, jonka viljely onnistuu vähätyppisissäkin maaperissä. Sillä on laajat sydämenmuotoiset lehdet, jotka vähentävät rikkakasvien kasvumahdollisuuksia entisestään sadon kasvettua. Kukinto on pieni ja väriltään vaaleanpunainen. Se puhkeaa täyteen kukintaan noin kuusi viikkoa kylvöstä. Keskitalon (2017) mukaan riittävällä pölyttäjien määrällä voidaan lisätä tattarisatoa jopa 30 %. Tattarin juuristo on vahva ja sijoittuu lähelle maanpintaa, toisin kuin viljakasvien juuristot (Parker. 2000, 425). Tattarin suurin heikkous on sen hallanarkuus. Se tulee kylvää maahan riittävän myöhään keväällä, jotta voidaan taata parhaat alkukasvumahdollisuudet. Suomen ilmastossa viljelyn aikatauluttaminen onkin haastavaa keväthallan vuoksi, joten kylvön aikaistaminen keväällä ei ole mahdollista (Keskitalo. 2017).

Tattarin siemen on kolmion muotoinen pähkylä ja väriltään se voi vaihdella vaaleanharmaasta aina kastanjanruskeaan. Tattarissa tärkkelys ja proteiini ovat varastoituneet viljojen tapaan niiden endospermiin eli jyvän ytimeen ja se hyödynnetään samalla tavalla kuin viljakasvien siemenet. Samanlaisesta käyttötavasta huolimatta se ei kuitenkaan ole heinäkasvien sukua kuten viljat. Tattari lukeutuu valeviljoihin, eli pseudoviljoihin, joihin kuuluu myös kvinoa ja raparperi (Rosentrater & Evers 2018. 251,252.).

2.2 Tattarin ominaisuudet ja hyödyntäminen

Suomeen tattari on saapunut Pohjois-Aasiasta. Suomessa sitä on viljelty runsaaminkin 1700- ja 1800 - luvuilla. Syynä saattoi olla tattarin kyky tuottaa satoa, vaikka maaperän ravinteet olivatkin vähäisiä. Tattarin viljely kuitenkin romahti 1900- luvulle

tultaessa. Mahdollisena syynä siihen oli kaskiviljelyn lopettaminen. Vuosituhannen vaihteessa 90-luvulla tattarin viljely kotimaassa oli pienimuotoista ja tattaritutkimus alkutaipaleella. Valtaosa tattarista tuotiin ulkomailta (Heikkilä, Lukkarinen, & Valtonen. 1991, 5,20.)

Nykyään tattaria hyödynnetään monipuolisesti. Sitä hyödynnetään keliakiaruokavaliassa, koska siinä ei ole luontaisesti gluteenia, joka vaurioittaa Keliakialiiton (i.a) mukaan keliakikon suolinukkaa tulehdusreaktiolla. Lisäksi gluteeniton ruokavalio on nostanut suosiotaan muidenkin kuluttajien keskuudessa ja erilaisia kuluttajaystävällisempiä **free from**-tuotebrändejä on julkaistu tuotevalmistajien toimesta. Enää tattaria ei pidetä oudonmakuisena keliakikon ravintona. Tattarista valmistetaan monenlaisia tuotteita kuten erilaisia suolaisia ja makeita leivonnaisia, puuroja ja jopa olutta. Valmiita tattarileivonnaisia löytyy kauppojen hyllyiltä useita vaihtoehtoja pakasteena ja osa tuoreeltaan pussitettuina. Lisäksi tattarista on saatavilla erilaisia jauhoseoksia, joista voi valmistaa itse mieleisiään tuotteita.

Tattarin kerrotaan olevan runsasproteiininen. Tattarin ilmoitetuista proteiinipitoisuuksista löytyy vaihtelua jonkun verran lähteestä riippuen. Arendt ja Dal Bello (2008) ilmoittavat pitoisuudeksi 10,9 %. Työn analyyseissä hyödynnettävässä näytejauhossa Tuotespesifikaatio 1 (2021) ilmoitetaan proteiinipitoisuudeksi jopa 14 %. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen ylläpitämä Fineli (i.a) mainitsee tattarijauhon proteiinipitoisuudeksi 16 %.

2.3 Tattarin jauhamisprosessi

Tattari puidaan kosteana, jotta varisemistappio pysyisi mahdollisimman pienenä. Siemenet kuivataan heti puinnin jälkeen, sillä ne pilaantuvat kosteana herkästi. Kuivatukseen voidaan käyttää kylmäilmakuivuria tai lämminilmakuivuria. Tärkeää olisi saada kosteusprosentti alle 15 %:iin. Ihannekosteusprosentti varastoinnissa olisi 10–12 %. Tattarin kuivauksessa ja varastoinnissa pitää huolehtia siitä, että tattarisato ei kontaminoidu muilla viljoilla tai niiden jäämillä (Heikkilä, Lukkarinen & Valtonen. 1991, 18–19.)

Myllylle tuodaan sopimusviljelijöiden puimaa ja kuivaamaa tattaria. Vastaanoton jälkeen erästä otetaan näytteet, jotka tutkitaan laboratoriossa. Laboratoriossa tutkitaan muun muassa haju, epäpuhtaudet, kosteus, hehtolitrin paino, tähkäidäntä, sakoluku ja valkuaisaine. Näiden tutkimusten perusteella määräytyy viljan hinta ja laatu. Erä punnitaan ja, mikäli kosteus on liian korkea, se kuivataan ja luokitellaan ennen varastointia. Näillä toimimilla myllyllä taataan valmiiden jauhojen tasalaatuisuuden säilyminen (Viljan laatukriteerit i.a.)

Kuorinta tapahtuu kuorimakoneissa, joissa voidaan hyödyntää Rosentraterin ja Everes (2018, 450) mukaan muun muassa jauhinkiveä, valsseja tai keskipakoisvoimaa. Pähkylän kuoren paksuus ja sen lujuus vaikuttavat siihen, miten helposti kuori irtoaa siitä. Kuorintaa voidaan helpottaa laitteiston optimoinnilla ja valmentamalla pähkylöitä nostamalla Myllyn toiminta (i.a.) mukaan kosteusprosentti 16 %:iin. Rosentrater ja Everes (2018, 451) ohjeistavat nostamaan kosteuden 22 %:iin ja samalla nostamaan lämpötilaa 150 °C - 164 °C:seen 10–20 minuutin ajaksi. Heidän mukaansa jäähtymisvaiheessa kuoret halkeavat ja ovat täten helposti poistettavissa. Kosteuden nostolla pyritään saamaan pähkylä mureammaksi ja leseosa pehmenemään (Myllyn toiminta i.a.). Rosentrater ja Everes (2018, 450, 451) kuitenkin mainitsivat kostutuksessa käytettävän höyryn mahdollisesta vaikutuksesta sienikasvustojen lisääntymiseen pähkylöissä. Sienirihmastojen lisääntyminen huomattiin pääsääntöisesti vain hedelmäseinämissä, jotka irtoavat kuorinnan aikana. Tällöin tärkeää oli huomioida sienikasvustoa sisältävien kuorien hyödyntämistapa. Tällaiset kuoret heidän mukaansa voi hyödyntää esimerkiksi biopolttoaineentuotannossa.

Tattarisuurimot rouhitaan valssimyllyllä. Valssimyllyssä suurimot rouhitaan hienoksi rouheeksi pyörivien rullien eli valssien välistä. Valsseja on erilaisia ja niillä voidaan vaikuttaa lopputuloksen kokoon ja muotoon. Rouheesta voidaan myös erotella eri komponentteja, kuten kuorenpalasia. Seulomalla rouhetta saadaan määriteltyä jauhon karkeus. (Rosentrater & Everes 2018, 424–426.)

2.4 Tattarituotteet

Suomessa tattari on suosittu gluteenittoman leivän raaka-aine. Taikinassa sitä käytetään usein jonkin toisen gluteenittoman viljan tai muun raaka-aineen kanssa. Taikinan laatua parantavien aineiden avulla tattari taipuu monipuolisesti suolaisessa ja makeassa leivonnassa. Tattarista on tarjolla lukuisia erilaisia leipävariaatioita sämpylöistä limppuihin ja korppuihin. Sitä on myös makeissa leivonnaisissa kuten piparkakuissa. Tattarista voidaan valmistaa myös pastaa ja nuudeleita. Esimerkiksi soba nuudeleissa on käytetty tattaria. Tattaria hyödynnetään myös muussa kuin elintarvikkeissa. Sen akanoista valmistetaan myös tynnyjen ja patjojen täyteainetta (Rosentrater & Everes (2018. 451). Täyteainetta käyttävät myös kotimaiset valmistajat.

3 TATTARILEIVONTA

Tässä luvussa käydään läpi leivonnan perusteita verrokkiesimerkkinä vehnäleivonta ja miten gluteenittoman taikinan ominaisuudet vaikuttavat leivontaan ja lopputulokseen. Tarkemmin tutustutaan gluteenittoman leivonnan aikana tapahtuviin fysikaaliskemiallisiin reaktioihin ja niiden tarkoitukseen tavoiteltaessa täydellistä leivonasta. Käsitellään myös tattaria leivonnan raaka-aineena.

3.1 Tattari leivonnassa

Ihanteleipä on pinnaltaan rapea ja kuoren alta pehmeä. Leivän rakenteen muuttuminen kuitenkin alkaa heti kun se on otettu uunista. Leivän pinnan menettäessä rapeutensa ja mehevän pehmeän sisustan muuttuessa kuivan tuntuiseksi tiiviimmäksi ja kovemmaksi puhutaan ilmiönä leivän vanhenemisesta. Tämä tapahtumakokonaisuus asettaa itsessään haasteita leipomoalalle. Leivonnassa tattari asettaa lisäksi omia haasteitaan, sillä siinä itsessään ei ole viljakasveille ominaista sitko-ominaisuutta, joka vaikuttaa rakenteeseen, suutuntumaan ja jopa käyttöikään (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen 2017, 10, 128).

Vehnässä sitkoproteiineja eli prolamiiniproteiinia ovat suurimolekyyliset gliadiini ja gluteniini. Vehnätaikinaa sekoitettaessa nämä kaksi liittyvät toisiinsa ja muodostavat tutummin kutsuttua gluteenia eli sitkoproteiinia. Sitkoproteiini on hyvä sitomaan itseensä vettä. Sekoitettaessa vehnäjauho-vesiseosta taikinaksi gliadiini ja gluteniini muodostavat sitkoverkoston disulfididoksilla ja trioliryhmillä ja näiden välisillä vaihtoreaktioilla. Sekoittamisen aikana sidossäikeet muodostuvat eli hydrolysoituvat ja assosioituvat eli purkautuvat jälleen muodostaen taikinaan paljon energiaa. Optimaalisesti sekoitetussa vehnätaikinassa sidossäikeet pitävät taikinan kimmoisana ja mahdollistavat pienten ilmataskujen muodostumisen taikinaan. Liiallinen sekoittaminen tekee taikinasta löysän ja tahmean, koska sidosten välillä ei enää tapahdu vaihtoreaktioita, vaan ne jäävät toisiinsa kiinni. (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen 2017, 84–89, 128.)

Kun leivonnan pääraaka-aine ei itsessään sisällä gluteenia kuten tattari, tarvitaan taikinaan lisäaineita, joiden avulla muodostaa vaahtorakenne, jossa kaasurakkulat

pystyvät muodostumaan. Lisäksi kaasurakkuloiden tulisi kestää, joten tarvitaan myös tukirakenteita jatkuvan verkoston aikaansaamiseksi. Tattarin etuna on sen proteiinien hyvä kyky muodostaa vaahtorakennetta. Ne saattavat olla jopa parempia kuin vehnän vastaavat proteiinit. Vaahtomainen rakenne kuitenkin tarvitsee vahvistusta ja yksi vaihtoehto sen vahvistamiseen on hydrokolloidit. Hydrokolloidit ovat sitkoproteiinin tapaan vettä sitovia ja taikinavaahdon laatua parantavia lisäaineita. Ne kirjataan pakkausmerkinnöissä usein E-koodilla. Hydrokolloideilla on paljon erilaisia molekyyliarakenteita, mutta leivonnassa suositetaan paljon selluloosajohdannaisia. On tärkeää huomata, että niiden ominaisuudet tulevat esiin jo hyvin pienissä pitoisuuksissa. Hydrokolloidien lisäysmäärä jauhokiloa kohden on noin 1–2 % (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen, 2017, 129–131). Jokinen ja Kekkonen (2004, 9) kertovat esimerkiksi bakteerikäymisen avulla valmistettavan ksantaanin (E415) käyttömääräksi 1–3 tl /jauhokiloa kohden. Lisäksi Jokinen ja Kekkonen (2004, 9) keuhuvat psylliumin tarjoamia ominaisuuksia. Se sitoo hyvin nestettä ja turpoaa erinomaisesti. Taikinan tarttuvuus vähenee ja kauliminen helpottuu. Valmiiden leivonnaisten he keuhuvat olevan hyvin kohonneita, vähemmän murenevia ja kuohkeita. Salovaara ja muut (2017, 131) ovat samaa mieltä käyttömäärästä ja tarkentavat, että psylliumilla ei ole E-koodia pakkausmerkinnöissä.

Gluteenittomassa leivonnassa myös tärkkelyksen merkitys korostuu. Tärkkelys sekoittuu tasaisesti taikinaan sekoitusvaiheessa. Lämmitessään yli 60°C:seen tärkkelys liisteröityy, joten uunissa tärkkelysjuvat alkavat turpoamaan ja sitomaan vettä itseensä. Taikinan vaahtomainen olemus vain korostuu ja sen viskositeetti paranee. Kaasurakkuloissa alkaa syntymään kuumuuden kohotessa hapen ja kohotusaineen myötä painetta, joka helposti rikkoo kaasurakkulan. Ihanteena olisi, että rakkulat pysyisivät ehjinä siihen saakka, kunnes tärkkelys jälleen jähmettyy ja rakenne säilyisi jatkuvana. Esiliisteröidyllä tai muunnellulla tärkkelyksellä voidaan saada tärkkelys paisumaan jo sekoitusvaiheen aikana, jolloin taikinaan saadaan pysyvyyttä ja parempaa koostumusta. Ne tarjoavat myös samoja ominaisuuksia kuin edellä mainitut hydrokolloidit. Tarkoitukseen hyviä tärkkelyksiä ovat muun muassa peruna, maissi ja tapioka. Markkinoilta löytyy myös keliakoille soveltuvia tärkkelyksiä vehnästä, joista gluteeni on poistettu. (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen, 2017, 129).

Gluteenittomat taikinat ovat koostumukseltaan paljon vaahtomaisempia ja kevyempiä kuin vehnäleivonnän taikinat. Niiden sekoittamisessa voidaankin käyttää suurempia tehoja ja sekoitusaikoja mitä vehnäleivonnassa käytetään. Gluteeniton taikina oikeastaan vain paranee mitä voimakkaammin sitä sekoitetaan. Tällöin taataan jauhoseoksessa olevien proteiinien, hydrokolloidien ja emulgaattoreiden liukeneminen nesteeseen. Liukenemisen myötä seokseen alkaa muodostua vaahtorakenne kaasukuplataskuineen. Taikinan paksuudesta riippuen jauhojen lisäämistä nesteeseen voidaan säännöstellä, jotta jauhot sekoittuvat tasaisesti kaikkialle, lisäämällä ensin 1/3 tai 1/2 jauhoista. Taikinaa voidaan nostattaa tyypillisen vehnäjäuhon tapaan, mutta lyhyemmän aikaa sen huonon kaasunpidätyskyvyn vuoksi. Yleensä gluteeniton taikina jää löysemmäksi ja sen muotoilu on helpompaa suorittaen pursottaen. Taikina voidaan paistaa vapaasti pellillä tai vuoassa. (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen. 2017, 131, 132).

Gluteenittomassaleivonnassa tuotteiden säilymisen kannalta tuotteiden tärkeä ainesosa tärkkelys aiheuttaa haastetta. Paistossa tärkkelys pyrkii geeliytymään ja sen jälkeen kiteytymään jälleen. Tämä aiheuttaa tattarileipään kovettumista. Kovettumista pyritään ehkäisemään hydrokolloidilisäyksellä, jonka tehtävänä on hidastaa veden puristumista tärkkelyksestä sen kiteytyessä. Yleensä tällaiset tuotteet myydään pakasteina. Nopeaa rakenteellista pilaantumista voidaan pyrkiä ehkäisemään lisäämällä taikinaan liukoista kuitua. Esimerkiksi kaurassa oleva liukoinen beetagluukaani auttaa vedensidonnassa ja parantaa muotoiltavuutta. Lisäksi voidaan hyödyntää tattarijauhoa, sokerijuurikaskuituja tai perunakuituja. Tattari onkin useasti saanut leivonnaisissa kuitua lisäävän komponentin seurakseen. Leivonnaisten säilyvyyttä voidaan lisätä myös suojakaasuihin pakkaamisella. Tämä ei kuitenkaan ratkaise tärkkelyksen kiteytymisen aiheuttamaa kovettumista vaan pikemminkin ehkäisee mikrobien kasvua (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen, 2017, 132).

3.2 Tattariraski

Raski eli taikinajuuri on leivonnassa käytetty ainesosa, jossa maitohappokäymisen ansiosta saadaan leipään happamuutta ja ominaisia makuja. Makumaailman lisäksi happamuus parantaa leivän säilyvyyttä. Se myös parantaa taikinan rakennetta ja

kohottaa itsessään käymisessä muodostuvien kaasujen avulla. Tällöin hiivan käyttö leivonnassa vähenee (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen, 2017, 117).

Useimmissa leipomoissa on oma taikinajuurensa. Mikäli halutaan pitää gluteenitonta taikinajuurta, tulee sen olla valmistettu gluteenittomista jauhoista, kuten esimerkiksi tattarista. Juuri voi olla iäkäsikin, koska raskia voidaan ylläpitää menestyksekkäästi siemenraskina jota tulee ruokkia eli takaisinraskata, jotta mikrobitoiminta jatkuisi ja raski pysyisi elinvoimaisena. Jokainen raski on omanlaisensa. Niissä elää leipomon oma mikrobikanta, joka tuo raskiin sen makumaailman. Tärkeimmät ja olennaisimmat mikrobit kuitenkin ovat maitohappobakteerit ja hiivat. Niiden osuudet ovat raskissa suurimmat. Maitohappobakteereja tulisi olla noin 10^9 pmy/g ja hiivoja 10^{7-8} pmy/g. Valtaosa maitohappobakteereista on laktobasilleja. Niitä voi esiintyä useampia erilaisia samassa raskissa. Yleisimpiä löydettyjä lajeja ovat sauvarakenteiset *Lactobacillus plantarium*, *L. brevis* ja *L. sanfranciscensis*. Maitohappobakteereista poiketen hiivoissa on vain yksi hallitseva kanta. Kanta on useimmiten leivinhiivakanta (*S. cerevisiae*) tai sille hyvin läheistä sukua oleva esimerkiksi *Candida humilis*. Näiden kahden hallitsevan mikrobilaadun määrät ovat niin suuret verrattuna muihin mikrobeihin, että raskin ja leivoksien säilyvyys pitenee jo niiden avulla, koska kilpaileville pilaajamikrobeille ei ole kasvunsijaa. Leipomoiden bakteerifloora on läpi leivontalinjaston hyvin samaa, joten laitteisto ja astiatkin ovat usein hyvänlaatuisten mikrobien suojelemia. Se kuitenkin saattaa aiheuttaa ongelmia, jos halutaan esimerkiksi vaihtaa raskilaatua (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen. 2017, 117–123, 133).

Raskimikrobit ovat olennainen osa raskia. Raskin käymisen aloittamiseksi tulee tehdä seoksesta mikrobeille mieluisa kasvualusta. Lämpötilaa voi säätää lisätyn veden lämpötilalla. Lämpötilaa valitessa tulee huomioida kuitenkin, että hiiva ei kestä yli 42 °C lämpötiloja. Lämpötilalla voi kohdentaa haluaako raskissa elävän enemmän maitohappobakteereja vai hiivoja. Mitä lähempänä 42 °C lämpötila on, sitä enemmän homofermentatiivisia laktobasilleja kasvaa verrattain hiivaan. Valmistelussa raskissa mikrobimäärät alkavat lisääntymään ja täysjyväjauhot alkavat turpoamaan. Mikrobit alkavat tuottamaan happoja, etanolia ja hiilidioksidia raskiin. Käyttövalmiin raskin aikaansaaminen vie noin 12–18 tuntia (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen, 2017, 122–123, 133).

Raskissa tapahtuu jopa kolmea erilaista käymistä. Maitohappokäymisessä raskin pH laskee maitohappobakteerien fermentoidessa jauhojen sokerit maitohapoksi ja etikkahapoksi. Tässä prosessissa raski happanee ja pH laskee 6 alle 4:ään. Maitohappokäymisreaktioita on kahdenlaista. Niihin vaikuttaa laktobasillien laatu. Mikäli raskissa on runsaammin homofermentatiivisia laktobasilleja, muodostuu raskiin pääasiassa maitohappoa. Suuremmalla määrällä heterofermentatiivisia laktobasilleja muodostuu myös hiilidioksidia ja lisäksi etikkahappoa tai etanolia. Kolmas käymisenmuoto raskissa on alkoholikäyminen, jonka aiheuttaa raskin hiivat. Alkoholikäymisen tuotteena raskiin muodostuu hiilidioksidia ja etanolia. Hiilidioksidi aiheuttaa raskin ominaisen kuohumisen ja onkin taikinan kannalta erittäin hyvä kohottamaan. Nämä kolme käymismuotoa muodostavat raskiin ominaisen aromin. Raskissa jauhojen endogeenisten proteolyyttisten entsyymien toiminta lisääntyy ja entsyymit alkavat pilkkomaan tehokkaammin proteiineja peptideiksi. Leivonnaista kypsennettäessä peptidit osallistuvat Maillardin rektiossa syntyvien aromien muodostumiseen (Salovaara, Jussila & Hurri-Martikainen. 2017, 119–123, 133).

4 ANALYYSIT

4.1 Raakaproteiinin määrittäminen Kjeldahl-menetelmällä

Kjeldahl-menetelmässä määritetään näytteen typpipitoisuus, josta muuntokerrointa käyttämällä lasketaan näytteen raakaproteiinipitoisuus. Raakaproteiini sisältää näytteessä olevien aminohappojen lisäksi myös kaikki muut tyypeä sisältävät yhdisteet kuten tietyt vitamiinit, aminit, aminosokerit, amidit, fosfolipidit, vapaat aminohapot, peptidit, nukleiinihapot, nitraatit, nitriitit ja jopa urea (Raakaproteiininmäärittäminen elintarvikkeesta, i.a.) Yleisesti näytteenä toimii elintarvike-, tai lannoitenäyte. Typpipitoisuudesta pystyy selvittämään näytteen raakaproteiinin käyttämällä laskennassa näytteelle sopivaa kerrointa. Menetelmän on kehittänyt tanskalainen kemisti Johan Gustav Christoffer Thorsager Kjeldahl vuonna 1883 (Storvick 1950). Se on edelleen luotettava tapa määrittää proteiinipitoisuutta.

Menetelmällä näytteessä oleva kaikki typpi muutetaan märkäpoltolla rikkihappoa ja katalyyttiä hyödyntäen ammoniumsulfaatiksi (Purificación, Tadeusz, Navas, García Asuero & Sławomir, 2013).

Polton jälkeen ammoniumsulfaatti neutraloidaan natriumhydroksidilla. Neutraloinnissa vapautuva ammoniakki vesihöyrytislataan ja yhdistetään boorihapon ja indikaattoriliuoksen joukkoon. Tislauksen myötä boorihaposta ja ammoniakista muodostuu boraattianioneita, jotka titrataan 0,1 molaarisella suolahapolla (HCl). Suolahapon kulutuksesta selviää näytteestä tislauksen myötä muodostuneen ammoniakin määrä. Suolahapon kulutusta ja oikeaa laskentakerrointa hyödyntäen saadaan laskettua typen osuus näytteessä (Mattila, Piironen & Ollilainen, 2004, 125).

Erilaisille tuotteille on olemassa oma laskentakertoimensa. Ne saattavat vaihdella lähteestä riippuen. Yleiskerroin, jota Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos (i.a.) hyödyntää ilmoittamissaan proteiinin määrissä on 6,25.

Laskentakaava typen määrän saamiseksi milligrammoina:

$$m = M * c * V \quad (1)$$

m = typen määrä (mg)

M = typen moolimassa (mg/mmol)

c = vetykloridin (HCl) konsentraatio (mmol/ml)

V = Näytteen kulutus - nollanäytteen kulutus

4.2 Raakarasvan määrittäminen Mojonnier-menetelmällä

Mojonnier-menetelmä on muunnos Rose Gottlieb menetelmästä. Siinä määritetään näytteen kokonaisrasva emäshydrolyysin jälkeen (Mattila, Piironen & Ollilainen, 2003, 106.) Ellefson ja Min (2010) huomauttavat, että edellä mainituilla kolmella nimityksellä saatetaan joskus viitata täysin samaan menetelmään. Se kehitettiin alkuun meijerituotteiden rasvanmäärittämiseen, mutta se on toimiva menetelmä myös viljojen ja lihatuotteiden rasvanmäärittämiseen. Sen etuna on, että näytteestä ei tarvitse erottaa vettä, joten sitä voi hyödyntää nestemäisiin sekä kuiviin näytteisiin.

Mattila, Piironen ja Ollilainen (2003, 106) kertovat happohydrolyysillä suoritettavasta menetelmästä, joka on eritoten suunnattu viljavalmisteille. Sitä voidaan hyödyntää myös lihalle ja eläinperäisille tuotteille. Kyseisen menetelmän periaatteita hyödynnetään Schmid-Bondzynski- Ratzlaff sekä Weibull-Bentrop- menetelmissä. Happohydrolyysin hyödyntäminen on kansainvälisen vilja-alan järjestön (AACC) virallinen menetelmä. Suurin ero Mojonnier-menetelmään on suolahapon käyttö ammoniumhydroksidin sijaan hydrolyysin aikaansaamiseksi.

Mojonnier-menetelmässä rasvan erotus näytteestä tapahtuu lisäämällä punnittuun näytteeseen ensin ammoniumhydroksidia, joka liuottaa rasvan nestemäiseen muotoon ja tämän jälkeen etanolia, joka ehkäisee näytteen geeliintymistä. Näiden jälkeen lisätään petrolieetteriä ja etyylietteriä. Eetterit liuottavat rasvat itseensä näytteestä, jonka jälkeen menetelmää varten valmistetuista Mojonnier-pulloista erotetaan eetterien ja rasvan muodostama kirkas faasi. Punaisen sävyiseksi muuttunut näytefaasi tulisi pitää erillään näytteestä (Ellefson & Min, 2010).

Ellefsonin ja Minin (2010) mukaan kaikissa edellä mainituissa menetelmissä käytetään petrolieetteriä ja etyyliieetteriä. Etyyliieetteri liuottaa lipidit näytteestä. Petrolieetterillä taataan, että kaikki proteiineihin sitoutuneet lipidit saadaan hajotettua sidoksesta ja täten myös huomioitua lopullisessa kokonaisrasvanmäärityksessä. Petrolieetterillä on parempi kyky rikkoa sekä kovalenttisia sidoksia että ionisidoksia kuin etyyliieetterillä. Lisäksi se poistaa myös etyyliieetterin kosteutta näytteestä. Kokonaisrasvalla tarkoitetaan liuottimien avulla liuenneita kaiken laatuista rasvoja. (Ellefson & Min, 2010).

Erottelen jälkeen suoritetaan uutto uudelleen vielä kaksi kertaa jäljelle jääneille punaisille jäännöksille. Molemmilla kerroilla tulee jälleen olla tarkka, että punertavaa jäännöstä ei pääse poistumaan Mojonnier-pullosta kirkkaaseen näytteeseen (Matti, Piironen & Ollilainen, 2004, 106).

Uuttojen jälkeen kirkkaista jäännöksistä haihdutetaan vesihauteessa kaikki eetterien jäämät, jotta jäljelle jää vain todellinen määrä uuttojäännöstä. Haihdutetut näytteet asetetaan vielä lämpökaappiin noin 100 °C:seen ja kuivataan näyte astioineen vakiopainoon. Lämmityksen jälkeen näyte ja astia jäähdytetään huoneenlämpöön ja suoritetaan lopullinen punnitus (Ellefson & Min, 2010).

Raakarasvapitoisuus x lasketaan:

$$x = \frac{a-b}{c} * 100 \quad (2)$$

x = näytteen rasvapitoisuus (%)

a = Kuivatun näytteen ja näyteastian yhteismassa (g)

b = näyteastian massa (g)

c = alkuperäisen näytteen massa (g)

4.3 Kuiva-aineen määrittäminen kuivaamalla

Vesi on merkittävä aine elintarvikkeessa. Elintarvikkeen sisältämän veden määrä vaikuttaa sen käyttötapaan. Ruoka-aineiden vesipitoisuudessa on paljon vaihtelua

aina 40 %:sta - yli 90 % saakka. Veden sitoutuminen elintarvikkeeseen vaikuttaa muun muassa elintarvikkeen biokemiallisiin ja kemiallisiin reaktioihin ja reaktioiden nopeuteen aina alusta loppuun asti. Tällaisia reaktioita ovat muun muassa pilaantuminen. Vesi on siis merkittävässä roolissa elintarvikkeen säilyvyydessä. Joka taas korreloi suoraan myyntikelpoisuuteen ja myyntiaikaan valmiissa tuotteessa (Mattila, Piironen & Ollilainen 2003, 44).

Kuiva-aine pitoisuuden määrittämisessä pyritään näytteestä poistamaan haihduttamalla kaikki vapaana oleva vesi, joka ei ole sitoutuneena muissa näytteen komponenteissa. Tavoitteena on siis saada punnitukseksi pelkästään kuiva-aineen määrä näytteestä. (Mattila, Piironen & Ollilainen 2003, 44 - 46).

Tyypillinen kosteuspitoisuuden määrittämisen työjärjestys on kuivata näyteastia uunissa huolellisesti vakiopainoon ja jäähdyttää sen jälkeen eksikaattorissa. Näyteastia punnitaan ja kirjataan paino ylös. Edustavaa näytettä sekoitetaan huolellisesti ja mikäli tarpeen rikotaan rakennetta huumareissa, jotta saadaan mahdollisimman kattava näyte kaikkia komponentteja mukaan. Näytteen määräksi punnitaan tavallisesti noin 1 - 10 grammaa. Näyte asetetaan kuivumaan lämpökaappiin, jossa lämpötila tavallisesti on 102 °C - 105 °C. Näytteen lämpökaapissa pitoaika tulee olla jokaisen rinnakkaisnäytteen kohdalla sama ja tämä määritetään näytekohteisesti. Kuivauksen jälkeen näyte astioineen siirretään eksikaattoriin jäähtymään. Jäähdytyksen jälkeen näyte ja astia punnitaan yhdessä. Tarpeen mukaan näytettä käytetään lämpökaapissa uudelleen, jotta kuivaus on varmasti onnistunut. Tämän huomaa siitä, kun punnittaessa paino ei enää laske tai lähtee nousemaan. Tällöin käytetään laskennassa punnituksessa aiempaa saatua tulosta, joka vastaa määräpainoa. Absoluuttista tulosta tällä menetelmällä ei saada, joten vertailukelpoisten tulosten saamiseksi tuleekin olosuhteet saada pysymään vakiona (Mattila, Piironen & Ollilainen 2003, 47).

Kuiva-aine ja kosteus mittauksista kannattaa ensimmäisenä tehdä koekuivaus, jolloin näkee miten monesti ja miten kauan näytettä tulisi kuivata uunissa.

Kuiva-ainepitoisuus lasketaan:

$$x = \frac{a-b}{c} * 100 \quad (3)$$

x = kuiva-ainepitoisuus (%)

a = kuivatun näytteen ja näyteastian yhteismassa (g)

b = näyteastian massa (g)

c = alkuperäisen näytteen massa (g)

4.4 Veden aktiivisuuden mittaaminen

Pelkkä kuiva-aine ja kosteuspitoisuus eivät kuitenkaan kerro koko totuutta veden osuudesta elintarvikkeessa. Kuiva-aine ja kosteuspitoisuus voivat olla sama eri tuotteilla, mutta niiden säilymisaika täysin eri. Vesi voi olla osana elintarviketta eri muodossa. Sitä esiintyy vapaassa ja sidotussa muodossa. Veden aktiivisuudella määritetään pilaajamikrobien hyödynnettävissä olevan vapaan veden määrää (Scientificgear 2021.)

Sidotulla vedellä tarkoitetaan vettä, joka on elintarvikkeessa sitoutuneena muihin ainesosiin fysikaalisesti tai kemiallisesti. Absorboitunutta vettä esiintyy muun muassa tärkkelyksien, proteiinien, pektiinien ja selluloosien kanssa (Pomeranz & Meloan, 1994, 577). Sitoutunutta vettä on Mattilan ja muiden kirjoittajien (2003, 45.) mukaan kolmen eritasoista. Toisen ja kolmannen tason sitoutunut vesi on sitoutunut näytteen komponenteissa olevien molekyylien mikrokapillaareihin ja hydrofiilisten ryhmien lähetyville. Niiden osuus kokonaisvesimäärästä on 3–6 %. Kolmannen tason sitoutunein vesi on rakenteellista vettä. Näin vahvasti sitoutuneen veden osuus on alle 0,05 % runsaasti vettä sisältävässä näytteessä. Sitoutuneen veden jäätymispiste on paljon matalampi kuin vapaan veden. Se vaatii alle -40°C :een lämpötilan jäätyäkseen. Se ei myöskään voi toimia liuottimena (Mattila, Piironen & Ollilainen, 2003, 45.)

Veden aktiivisuus määritetään laitteella, jonka kosteusanturi mittaa tuloksen asteikolla 0–100 % Suhteellisessa kosteudessa (RH). Kosteusanturi tunnistaa suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittauskammiossa. Mitä suurempi luku asteikossa on, sitä enemmän näytteessä on vapaata vettä. Näyte valmistellaan mittaamalla

näyte laitteiston määrittämällä tavalla näyteastiaan. Näytettä esilämmitetään laitteiston esivalmistelukammiossa, josta se sitten asetetaan analysointikammioon. Esilämmitys takaa näytteiden tulosten vertailukelpoisuuden, kun näytteet ovat olleet samassa lähtölämpötilassa analyysin alussa (Novasina, 2007, s. 5–6, 25.)

Suhteellinen kosteus lasketaan:

$$RH = \frac{p(H_2O)}{p^*(H_2O)} * 100 \quad (4)$$

RH = Suhteellinen kosteus

p = veden osapaine kaasuseoksessa

p* = kyllästysosapaine

4.5 Tuhkapitoisuuden määrittäminen kuivapoltolla

Tuhkaksi määritellään jäännös, josta on poltettu kaikki orgaaninen aines ja jäljelle on jäänyt vain kivennäisaineet. Tuhkassa on siis jäljellä näytteen mineraalit. Tuhkamäärittystä pidetäänkin elintarvikkeen **raffinoinnin** mittana. Mitä vähemmän tuhkaa jää sitä puhtaampaa elintarvike on (Mattila, Piironen & Ollilainen 2003, 52.)

Mattilan ja muiden mukaan (2003, 53) tuhkan määrittäminen on oiva tapa viljan jauhamisprosessin seurannassa, koska sillä voidaan kuvata jauhojen kivennäisaineen määrää. Tuhkapitoisuuden, eli kivennäisaineiden määrittäminen tapahtuu muhveliunissa 400 °C – 600 °C lämpötilassa. Mattila ja muut ilmoittivat käytettävän jopa 700 °C. Tavallisesti heidän mukaansa kuitenkin 550 °C. Tavoitteena on saada poltettua näytteestä kaikki orgaaninen aines ja vesi pois niin, että jäljelle jää vain epäorgaaninen valkoinen tai vaalean harmaa jäännös. Tuhkasta voi jatkoanalysoida muun muassa eri metalli jäämiä tai muita alkuaineita (Elintarvike analyysit) ja (Mattila, Piironen & Ollilainen 2003, 53). Pomeranz ja Meloan (1994, 608.) ohjeistivat säätämään lämpöä asteittain tuhkauksen aikana. Aloittamalla 250 °C:ta ja nostamalla lämpöä tunnin välein aina 450 °C:een saakka. He myös määrittivät eri ihanetuhkaustilapöytäriippuen mitä mineraaleja tuhkasta haluttiin tutkia. Esimerkiksi

elohopean ja arseenin määrittäminen yli 500 °C lämpötilassa tuhkatusta näytteestä ei ole suotavaa.

Tuhkamäärityksen haasteena on saada näyte kuumennettua hitaasti korkeaan lämpötilaan ilman, ettei näyte syttyisi palamaan liekillä. Pomeranzin ja Meloan (1994, 608) ohjeen mukaan näytteen hidas lämmitys vähentääkin leimahdusriskiä. Näyte tulisi saada punnittua mahdollisimman nopeasti näytteenotosta. Tällöin näytteen kosteus ei pääse haihtumaan etukäteen ja näyte vastaa parhaiten normaalioloja. Näyte punnitaan etukäteen normaalipainoon punnittuihin upokkaisiin. Edustavaa näytettä punnitaan Pomeranzin ja Melonin (1994, 610.) mukaan noin 3–5 grammaa. S.S. Nielsen salli tuhkanäytteen määräksi myös 2 gramman näytteitä. Rinnakkaisia näytteitä tulisi olla vähintään kaksi. He myös suosittelivat lisäämään 5 ml alkoholin ja magnesium asetaatin seosta viljakasvien tuhkaamisen nopeuttamiseksi. Tämä kuitenkin vaati muhveliuunin lämpötilan säätämistä 700 °C:een.

Näytettä pidetään uunissa useampia tunteja, kunnes se on täysin vaalean harmaata tai valkoista tuhkaa. Pomeranz ja Meloan (1994, 610) mainitsevat, että valmiin tuhkan ulkonäkö voi kertoa jotain sen pitoisuuksista. Esimerkiksi runsaasti fosforia sisältävän näytteen tuhka muodostuu tummaksi sulaksi koska hiili ei pääse palamaan kunnolla. Alkaalit näytteet taas hajoavat ja haihtuvat tehokkaammin. Tarkkojen tulosten saamiseksi haasteita aiheuttavat mineraalien ominaisuudet kuten hygroskooppisuus, kuohkeus ja keveys. Uunissa olevien upokkaiden käsittelyssä tulee olla varovainen ja huomioida palovammojen riski. Valmiit upokkaat jäädytetään eksikaattorissa huoneen lämpöiseksi ja punnitaan. Punnituksen jälkeen upokkaita käytetään uunissa uudelleen noin 30 minuuttia ja toistetaan jäädytys ja punnitus. Polttoa ja punnitusta toistetaan niin kauan, kunnes punnitustulos säilyy samana tai tuloksen muutos on maksimissaan 1 %.

Tuhkapitoisuusprosentti lasketaan:

$$x = \frac{a-d}{b-d} * 100 \quad (5)$$

x = tuhkapitoisuus (%)

a = tuhkan ja näyteastian yhteismassa (g)

b = punnitun näytteen ja näyteastian yhteismassa (g)

d = tyhjä näyteastia (g)

5 TATTARIANALYYSIT

5.1 Raakaproteiinin määrittäminen

Mittauslaitteena käytettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun analyysilaboratoriossa olevaa Foss Kjeltac 2100-laitteistoa. Työn alussa testattiin laitteistoa ja menetelmän soveltuvuutta tattarinäytteelle. Menetelmän pohjalle otettiin avuksi työohje, jossa näytteenä toimi nakki. Työohjeessa mainitut katalyyttinä toimiva kuparisulfaatti ja kiehumispistettä nostava kaliumsulfaatin korvattiin valmiilla VWR Chemicalsin Kjeldahl mineralisation catalyst 3,9 g tableteilla. Kuhunkin näytteeseen käytettiin kaksi kappaletta kokonaisia tabletteja.

Menetelmän testauksessa suoritettiin kokeilu vastaavalla näytteellä, jota viralliset tutkittavat näytteet tulisivat olemaan. Samalla tarvittavat liuokset ja reagenssit kokeiltiin, jotta tulosten luotettavuus pystyttäisiin takaamaan. Harjoitustyön myötä menetelmä ja työvaiheet käytänteineen tulivat tutuiksi ja työskentelyotteet varmemmiksi.

Pohdinnan aiheeksi menetelmän kohdalla nousi kysymys, mitä kerrointa tulotaisiin käyttämään typen määrän muuttamisessa raakaproteiinin määräksi. Proteiininmäärityksessä käytetyssä työohjeessa muuntokertoimena oli 6,25. Viljalle ja viljavalmisteille suositeltiin muuntokertoimeksi 5,7 (Opetushallitus [Viitattu; 27.4.2021.]).

5.2 Rasvapitoisuuden määrittäminen

Mojonnier-menetelmässä määrittyy näytteestä raakarasva eettereillä liuottamalla. Opinnäytetyössä hyödynnetty työohje ei ole puhtaasti Mojonnier-menetelmä, joka on suunniteltu eritoten meijerituotteiden rasva-analyysiin. Työohje on sovellettu versio Mojonnier, Schmid-Bondzynski-Ratzlaff ja Weibull-Berntroff -menetelmiä. Kaksi viimeisintä menetelmää ovat suunnattuja nimenomaan viljojen rasva-analyysiin. Niissä hyödynnetään lipidien erottamiseen happohydrolyysiä toisin kuin alkuperäisessä Mojonnier-menetelmässä. Työ suoritetaan punnituksia ja lämpökaappia mukaan lukematta vetokaapissa eetterien höyrystymisen vuoksi.

Työssä jokaisen näytteen kohdalla työvaiheet suoritettiin samalla tavalla. Jokaista näytettä punnittiin 2–3 grammaa Mojonnier-putkiin. Happohydrolyysissa hyödynnettiin jokaista näytettä kohden ensin 10 ml etanolia ja se sekoitettiin näytteeseen niin, että näyte kostui siitä kauttaaltaan. Seuraavaksi lisättiin 10 ml vetykloridia, joka oli laimennussuhteessa 25:11 ja sekoitettiin huolellisesti.

Sekoituksien jälkeen Mojonnier-putket asetettiin lämpöhauteelle 70 °C lämpötilaan 45 minuutin ajaksi. Näytteitä sekoitettiin 15 minuutin välein. Näytteet alkoivat pian hauteeseen laitton jälkeen muuttamaan väriään punertavaksi. Samalla näyte alkoi muuttamaan rakenteeltaan hyytelömäiseksi. Lämmityksen jälkeen Mojonnier-putket siirrettiin pois hauteelta jäähtymään huoneenlämpöiseksi. Näytteen jäähtymislämpötila mitattiin käsituntumalla. Tarkemman tuloksen olisi voinut saada suorittamalla lämpötilamittausta Mojonnier-putken kyljestä lämpömittarilla. Analyyseja tehdessä tyydyttiin kuitenkin saamaan kelpuutettava tulos tunnustelemalla käsin.

Jäähtymisen jälkeen aloitettiin lipidien liuottaminen käyttämällä dietyylieetteriä, petrolieetteriä sekä niiden seosta. Ensimmäisenä lisättiin 25 ml dietyylieetteriä ja raviseltiin seosta tehokkaasti 60 sekunnin ajan. Tässä vaiheessa tärkeää oli huomioida, että Mojonnier-putken korkki on kunnolla tiivis, jotta seosta ei pääse hukkaan raviseltaessa. Seuraavaksi lisättiin 25 ml petrolieetteriä ja toistettiin 60 sekunnin raviseltelu. Näytteiden annettiin tämän jälkeen erottua 10 minuutin ajan. Tällöin huomattiin geelimäisen punaisen faasin painuvan Mojonnier-putken pohjalle ja kirkkaan eetterifaasin nousevan pinnalle.

Erottumisen jälkeen kirkas eetterikerros kaadettiin määräpainoon punnittuun Erlenmeyeriin hyödyntämällä suppiloa ja ohutta vanulevyä, joka toimi suodattimena, ettei punaiseksi muuttunutta massaa joutuisi eetteriliuoksen sekaan. Tärkeää oli pitää huoli, että jokainen määräpainoon punnittu Erlenmeyer pysyy oikeassa järjestyksessä ja oikea näyte kaadetaan niistä oikeaan. Hyvä konsti oli valita toisistaan hieman poikkeavat Erlenmeyerit tai ennen punnitusta numeroida ne.

Eetterifaasien erottelun jälkeen lisättiin jokaiseen Mojonnier-putkeen eetterien seosta 20 ml suhteessa 1:1. Seosta kannatti valmistaa mittapulloon koko määrä ennen lisäilyä, jotta kolmen näytteen käsittely sujui ripeämmin. Lisäyksen jälkeen

näytettä ravistettiin jälleen voimakkaasti 60 sekuntia. Tämän jälkeen annettiin liuosten jälleen erottua 10 minuutin ajan ja kaadettiin erottunut kirkas faasi samoihin Erlenmeyereihin kuin aikaisemminkin suppilon ja vanulevyn avulla. Liuoksien annettiin jälleen erottua 10 minuuttia ja toistettiin seoksien lisäys työvaiheineen.

Kun eetteriseosta oli lisätty kahteen kertaan ja kirkas faasi eroteltu Erlenmeyeriin viimeisen kerran, asetettiin Erlenmeyerit lämpöhauteeseen 75 °C lämpöön ja haihdutettiin eetterit näytteen seasta. Haihtumiseen kului näytteestä riippuen 30 - 45 minuuttia. Jäljelle jäänyt kellertävä rasva tuoksuu hieman imelälle eikä enää eettereille. Näytettä kannattaa tuoksutella varovasti löyhyttelemällä, eikä suin päin nuuhkaisemalla. Haihdutetut näyte-Erlenmeyerit kuivatettiin vakiopainoon lämpökaapissa 105 °C lämmössä 30 minuuttia. Tämän jälkeen ne jäähdytettiin eksikaattorissa ja punnittiin. Näytekohtaisesti jouduttiin toistamaan kuivaaminen ja punnitseminen muutamia kertoja, jotta saatiin tietää näytteen lopullinen vakiopaino.

5.3 a_w määrittäminen

a_w - mittaukset suoritettiin Novasina LabMASTER a_w mittarilla. Ensin näytteet annosteltiin mittarin omiin kannellisiin muoviasiastioihin. Näytettä tuli olla 2/3 astiasta. Tämän jälkeen kannet suljettiin ja annettiin näytteiden asettua huoneenlämpöiseksi. Juuri ennen mittausta mitattavan näytteen kansi avattiin ja asetettiin laitteeseen siten, että rinnakkaisnäyte laitettiin oikeanpuoleiseen esikäsittelykammioon ja mitattava näyte vasempaan mittauskammioon näyteastian kansi kiinni. Laitteen toiminta perustuu näytteessä olevan veden osittaisen höyrystymispaineen vertaamiseen laitteessa olevan tislattun veden osittaiseen höyrystymispaineeseen. Laite ilmoittaa hälytyksäänellä, kun analyysi on valmis. Laitteen näytöltä on luettavissa näytteen a_w tulos prosentteina, laitteen kammion lämpötila ja analysointi-aika. Tuloksen laite ilmaisee asteikolla 0,03–1,00 RH (Novasina, 2007, s. 5–6, 25.)

5.4 Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen

Kuiva-ainepitoisuus määrittäykset suoritettiin punnitsemalla edustavaa näytettä 5 grammaa määräpainoon punnittuihin metallivuokiin. Kustakin näytteestä tehtiin

kolme rinnakkaiskoetta. Näytteet asetettiin punnituksen jälkeen lämpökaappiin, jonka lämpötila oli asetettu 105 °C:een. Näytteitä pidettiin lämpökaapissa 4 tuntia jotta kaikki kosteus haihtuisi näytteestä. Näytteistä tuli kuivia ja kovettuneita tässä ajassa. Visuaalisen tarkkailun jälkeen näytteet aseteltiin huoneenlämpöiseen eksikaattoriin jäähtymään. Näytteiden jäähtyttyä ne punnittiin ja tulokset kirjattiin ylös. Punnituksen jälkeen näytteet asetettiin vielä uudelleen lämpökaappiin puolen tunnin ajaksi ja suoritettiin jäähdytys ja punnitus uudelleen. Täten varmistuttiin, että paino ei enää laskisi. Mikäli paino vielä laski, toistettiin lämpökaappikäsittely ja jäähdytys uudelleen ja punnittiin kolmannen kerran.

5.5 Tuhkapitoisuuden määrittäminen

Tuhkapitoisuus määritettiin kuiva-ainemäärityksistä saaduilla kuivatuilla näytteillä. Näytemäärät vaihtelivat 2–3 gramman välillä. Valmiiksi kuivattu näyte valikoitui, jotta näytteessä oleva vesi olisi jo haihtunut pois ja säästettäisiin laboratorioaikaa. Näytteet punnittiin vakiopainoon punnittuihin upokkaisiin, joihin laitettiin punnituksen jälkeen kansi.

Tuhkaus suoritettiin muhveliuunissa, jonne mahtui kerrallaan yhdeksän upokasta. Ensimmäisen tunnin näytteitä kuumennettiin uunissa 250 °C:ssa. Tämän jälkeen uunin lämpötilaa alettiin nostamaan asteittain kohti 550 °C. Lämpötilan nostot tapahtuivat 10 minuutin välein aina 50°C kerrallaan. Lopuksi näytteitä pidettiin 550 °C:ssa tunnin ajan.

Valmiit tuhkat jäähdytettiin eksikaattorissa ja punnittiin. Tuhkat laitettiin vielä kerran muhveliuuniin puoleksi tunniksi ja suoritettiin jäähdytys ja punnitus toistamiseen. Upokkaiden käsittelyssä tulee olla varovainen. Upokkaiden kuumuus vaatii pihtien käyttöä ja pyöreä muoto sekä pieni koko ovat haastavat.

6 TULOKSET

Tuloksissa verrataan analysoitujen näyte-erien eroja keskenään. Tutkittavat näytteet olivat hieno ja karkea tattarijauho, tattaritaikina, tattariraski ja tattarisämpylä. Kahta eri tattarijauholaatua verrataan toisiinsa ja myllyltä saatuihin tattarijauhojen tuotespesifikaatioihin. Sämpylän tuloksia verrataan markkinoilla olevaan kaupalliseen gluteenittomaan tattarisämpylään (i.a.) sekä analysoitavaan taikinaan. Tattariraskia verrataan kaupalliseen tattari hapanjuurileipään (i.a.). Lopuksi tiedot kootaan valmistusprosessinmukaiseen järjestykseen ja tutkitaan prosessin aikana tapahtuvia muutoksia. Liitteeseen 1 on koottu kaikkien prosessin vaiheiden aikana saadut tulokset tattarinäytteiden proteiini, ja rasvapitoisuuksista.

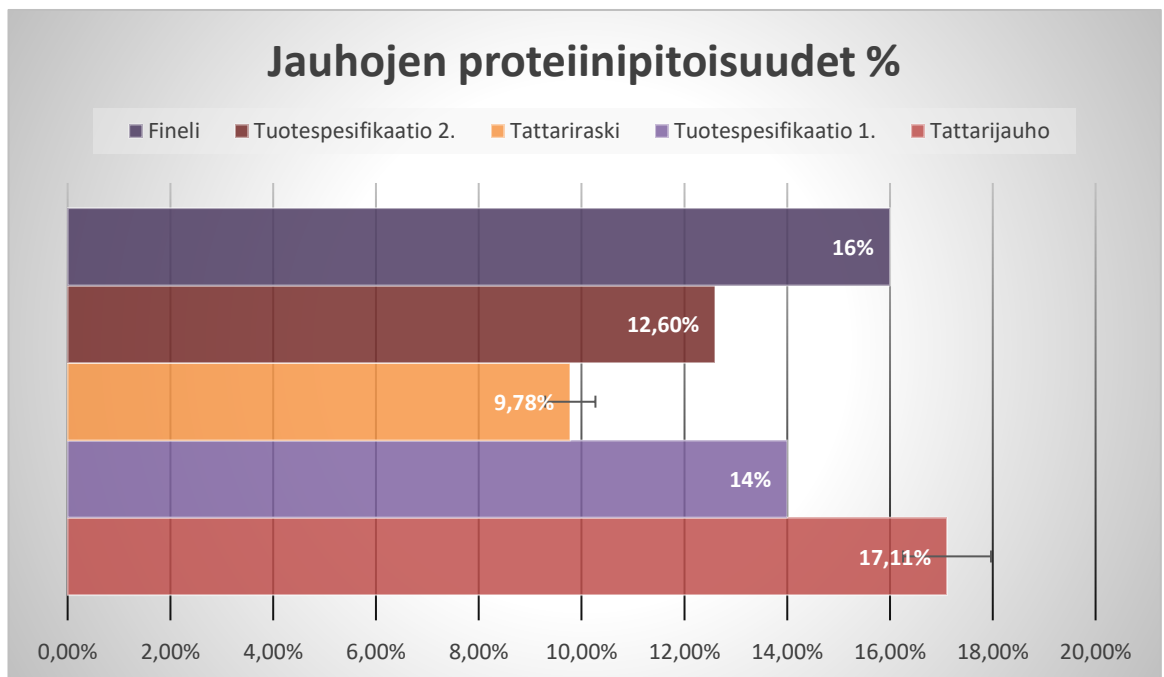
6.1 Tattarijauho ja raskijauho

Tattarijauhoja oli kahta erilaista laatua. Karkea tattarijauho oli sämpylöiden pääraaka-aine ja hieno tattarijauho toimi tattariraskin pääraaka-aineena. Rinnakkaisnäytteitä (n) on molemmista jauhoista proteiininmäärityksessä viisi kappaletta (n=5) ja rasvanmäärityksissä kolme kappaletta (n=3). Tuloksien vertailussa käytetään tattarijauhojen tuotespesifikaatioista saatuja tietoja hienosta ja karkeasta tattarijauhosta. Tuotespesifikaatioiden analyysit on suoritettu valmistajan toimesta. Näytteinä oleva tattarijauho on samaa kuin karkea tattarijauho tuotespesifikaatio 1:ssä ja raskijauho samaa kuin hienotattarijauho tuotespesifikaatio 2:ssa.

Työn mittauksissa saatiin tattarijauhon proteiinipitoisuudeksi 17,11 % (taulukko 1. liite 1). Karkean tattarijauhon keskiarvo on korkeampi kuin mikään kirjallisuudesta löydetty tulos. Karkeista tattarijauhoista oli näytteitä yhteensä viisi kappaletta ja tulosten vaihteluväli oli 15,7 % - 18 %. Näytteistä kolme oli vaihteluvälillä 17,04 %-17,54 % (taulukko 1. liite 1).

Raskijauhoissa proteiinipitoisuus oli tuotespesifikaation 2 tietojen perusteella pienempi, kuin karkean tattarijauhon proteiinipitoisuus. Proteiinianalyysien keskiarvo jäi 9,78 %:iin, joka oli vielä matalampi kuin tuotespesifikaatio 2:ssa ilmoitettu. Verrattaessa hienon raskijauhon ja karkean tattarijauhon keskiarvoja voidaan todeta

niiden proteiinipitoisuudessa olevan suuriakin eroja. (taulukko 1. liite 1). Tuotespesifikaatioista selviää, että tattariraskijauho on hienompaa kuin tattarijauho. Karkean tattarijauhon korkeaan proteiinipitoisuuteen vaikuttanee jauhoerän pieni koko ja mahdollisten proteiinipitoisempien suurien partikkelien päätyminen astian pinnalle ja hienempien partikkelien painuttua astian pohjalle. Näytteen huolellisemmalla sekoittamisella olisi voinut saada matalampia tuloksia. Toinen vaihtoehto on, että tuloksen olisi tasannut useamman näytteen analysointi jauhoerästä, jolloin olisi voitu taata näytteiden tasalaatuisuus. Kolmas mahdollinen vaihtoehto on, että jauholaatu on vain proteiinipitoisuudeltaan laadukkaampaa. Poikkeama tuloksessa ja Finelin (i.a) arvoissa on kuitenkin vain 1 %, joten varmempi tulkinta on, että isommalla näyttemäärällä olisi saavutettu Finelin antama proteiinipitoisuus 16 %. Tuloksien tasaisuuden ja vertailujen myötä voidaan todeta, että Kjeldahl-menetelmä on tämän tutkimuksen valossa täysin pätevä proteiininmääritysmenetelmä tattarijauhoille.

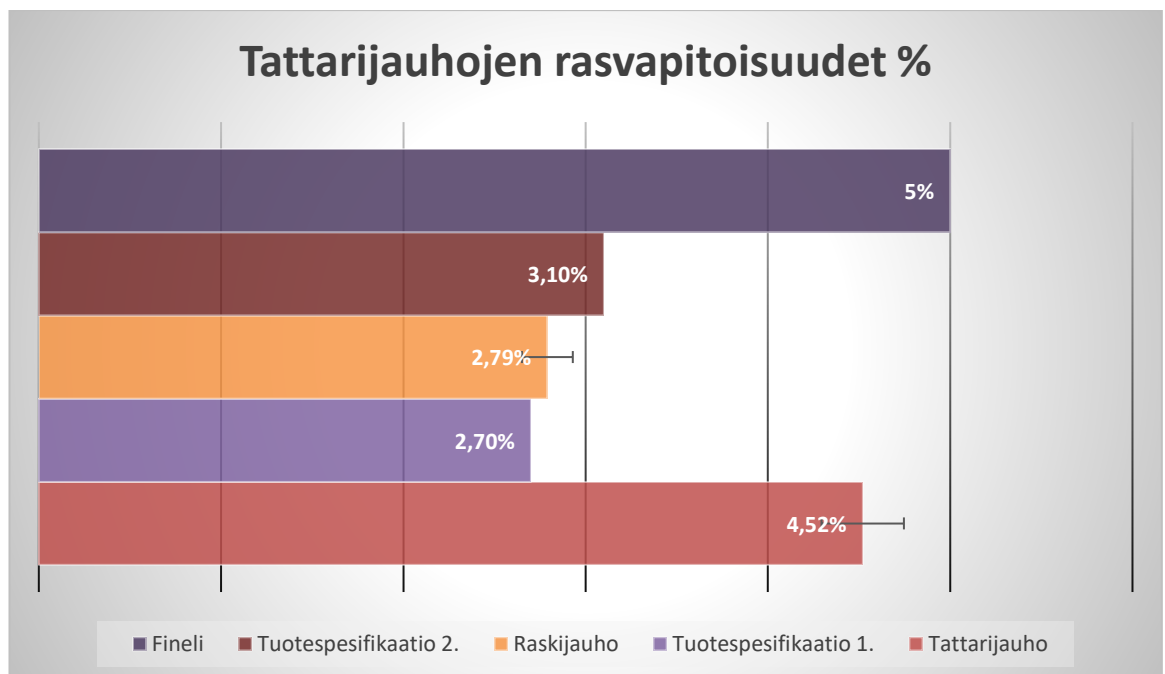


Kuvio 1. Tattarijauhojen proteiinipitoisuuksia.

Kuviosta 1 voi huomata, että Tuotespesifikaation antamat arvot ovat alhaisemmat kuin Finelin (i.a.) Työssä suoritettujen analyysien tulokset mukailevat paremmin Finelin tuloksia. On mahdollista, että Finelillä analysoitu näyttemäärä on suurempi ja siihen kuuluu useita eri laatuja jauhoeriä. Tällöin tulos kertoo paremmin yleistä

keskiarvoa jauhojen proteiinipitoisuuksista. Tuotespesifikaatioiden kohdalla taas tulokset kertovat vain yhden erän arvoja.

Tattarijauhoerien rasvapitoisuusanalyysien tulokset olivat tasaiset. Näytteitä tehtiin yhdestä erästä aina kolme kappaletta (n=3). Näytteiden vaihteluväli karkeassa tattarijauhossa oli 0,18 %. Hienommassa raskijauhossa vaihteluväli oli myös pieni 0,19 %. Tuloksista näkee näytteiden tasaisuuden (liite 1. taulukko 2). Hienon ja karkean jauhon keskiarvojen väliltä löytyy kuitenkin 1,7 %:n ero. Jauholaaduissa on siis selkeästi eroja, jotka vaikuttavat niiden ominaisuuksiin ja ravintoainepitoisuuksiin.

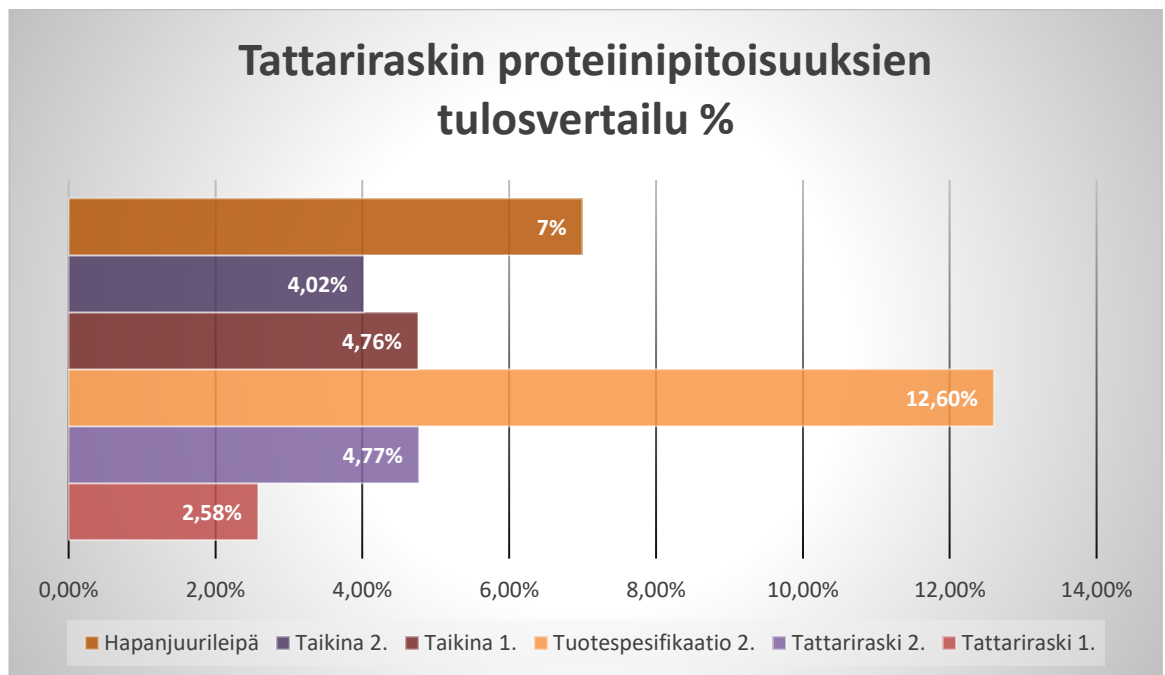


Kuvio 2. Rasvapitoisuudet tattarijauhoissa.

Kuviossa 2 näkee jälleen, että tattarijauho mukailee hyvin paljon Finelissä (i.a.) annettuja ravintoarvoja. Tuloksiin saisi varmuutta tekemällä analyysin useammalla näytteellä, jolloin virhetulokselle ei tulisi liikaa painoarvoa. Mojonnier- menetelmä kuitenkin osoittautui oivaksi ja varsin tarkaksi menetelmäksi rasva-analyysiin.

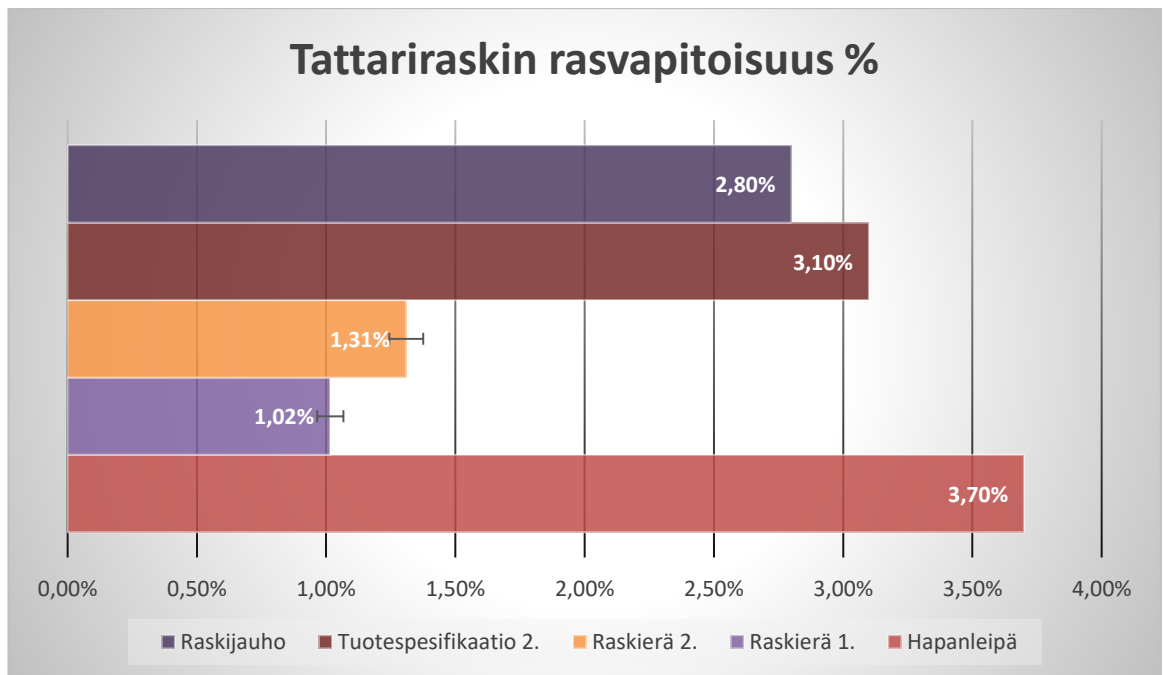
6.1.1 Tattariraski

Raskille ei löytynyt suoraan vertailukohtaa, joten sitä verrataan rasva- ja proteiini pitoisuuksien osalta kuviossa 3 valmiiseen gluteenittomaan hapanjuurileipään (i.a.), taikinaan sekä raskissa käytettävään Tuotespesifikaatio 2. jauhoon, jota käytetään raskin valmistuksessa.



Kuvio 3. Tattariraskin proteiinipitoisuustuloksien vertailu.

Raskin erä 2. proteiinipitoisuus kuviossa 3 vastaa hyvin taikinoiden proteiinipitoisuutta. Määrittystulokset olivat myös keskenään erittäin tasaiset (liite 1. taulukko 3). Tattariraskierä 1:n keskiarvo on muihin nähden matala ja herättääkin epäilyä, että näytteenotossa on tapahtunut virhe. Raskimassa oli hyvin löysää ja vetistä, joten näytteen sekoittaminen on saattanut olla vajavaista, joka näkyy tuloksessa runsaampana veden osuutena näytteessä suhteessa tattarin osuuteen, joka taas laskee kokonaisproteiinipitoisuutta. Tuloksissa voi myös huomata, että tattariraskierän 1. näyte 5. on selkeästi muita matalampi, joka itsessään jo laskee tulosta (liite 1. taulukko 3).



Kuvio 4 Tattariraskin rasvapitoisuusvertailu

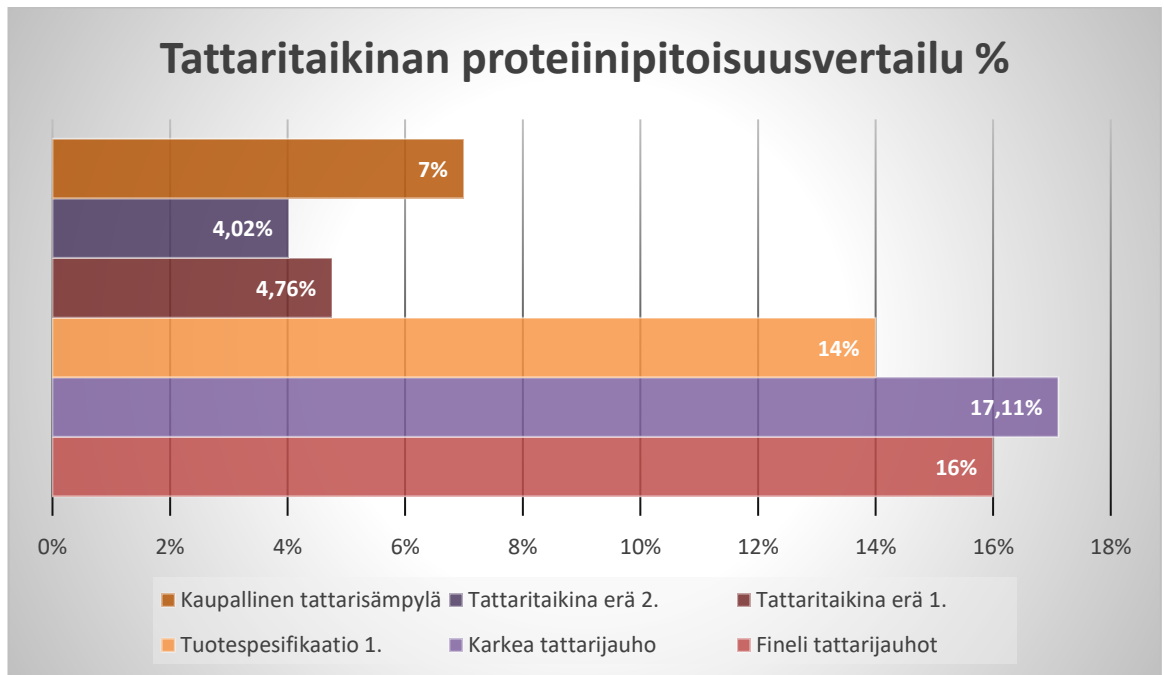
Kuviossa 4 on havaittavissa rasvapitoisuuksissa analysoitujen raskierien ja jauhojen ja leivän välillä selkeä ero. Eroa voi selittää nesteen määrällä. Raskia valmistettaessa jauhoihin lisätään nestettä, joka laimentaa rasvakonsentraatiota. Rasvan määrä lisääntyy jälleen taikinaan lisättävän rasvan ja paistohäviön myötä.

Rasvapitoisuus raskissa oli odotettavastikin matala, koska raskissa itsessään ei ole lisättyä rasvaa. Vain jauhoissa alkujaan oleva. Kuvio 4 kertoo hyvin eroa taikinan rasvapitoisuuden ja raskin rasvapitoisuuden välillä. Taikina ja hapanjuurileipä (i.a.) eivät ole keskenään suoraan verrattavissa, koska kyseisestä taikinasta ei valmisteta hapanjuurileipää.

6.2 Tattaritaikina

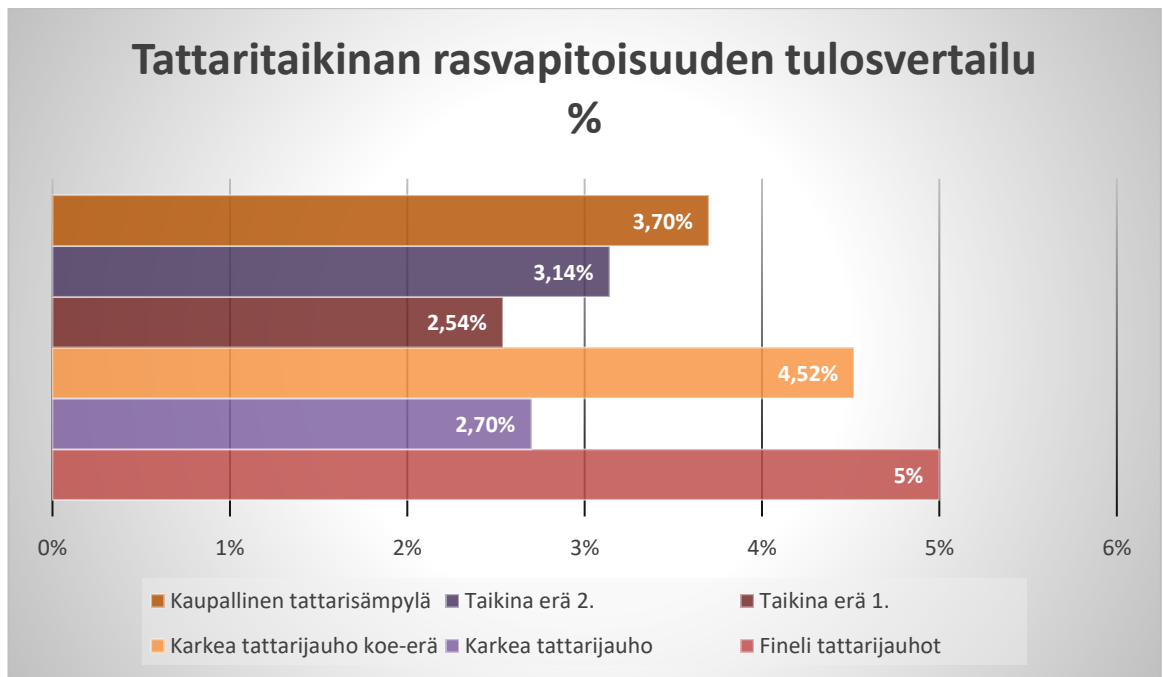
Tattaritaikinassa proteiinin ja rasvan osalta verrokkina toimi kaupallinen gluteeniton tattarisämpylä (i.a.) ja jo aiemmin käytetty Finelin (i.a.) tattarijauhojen ravintoainesäلتö. Taikinassa proteiinipitoisuuden muutos oli jauhoihin nähden roimasti alaspäin. Proteiinipitoisuus puolittui jauhojen proteiinipitoisuuteen verrattuna. Syynä on taikinaan lisätyt muut ainesosat, kuten vesi, rasva ja hydrokolloidit. Taikinaerien välinen ero oli melko pieni ja vaikutti tasaisuutensa puolesta paremmalle kuin jauhojen mää-

rityksessä olleet erot. Verrattaessa kummankin taikinanäyte-erän viittä näytettä voidaan todeta niiden tuloksien olevan erittäin tasaiset (liite 1. taulukko 5). Tuloksista voidaan havainnoida taikinaerien välinen tasavertaisuus sekä jauhojen ja taikinoiden proteiinipitoisuuksien välinen ero. Kuvassa 5 proteiinipitoisuuksien erot on havainnollistettu kaavioon, josta näkee proteiinipitoisuuden muutokset. Kjeldahl-menetelmä toimii hyvin tattaritaikinan analysointiin.



Kuvio 5 Tattaritaikinan proteiinipitoisuus vertailu

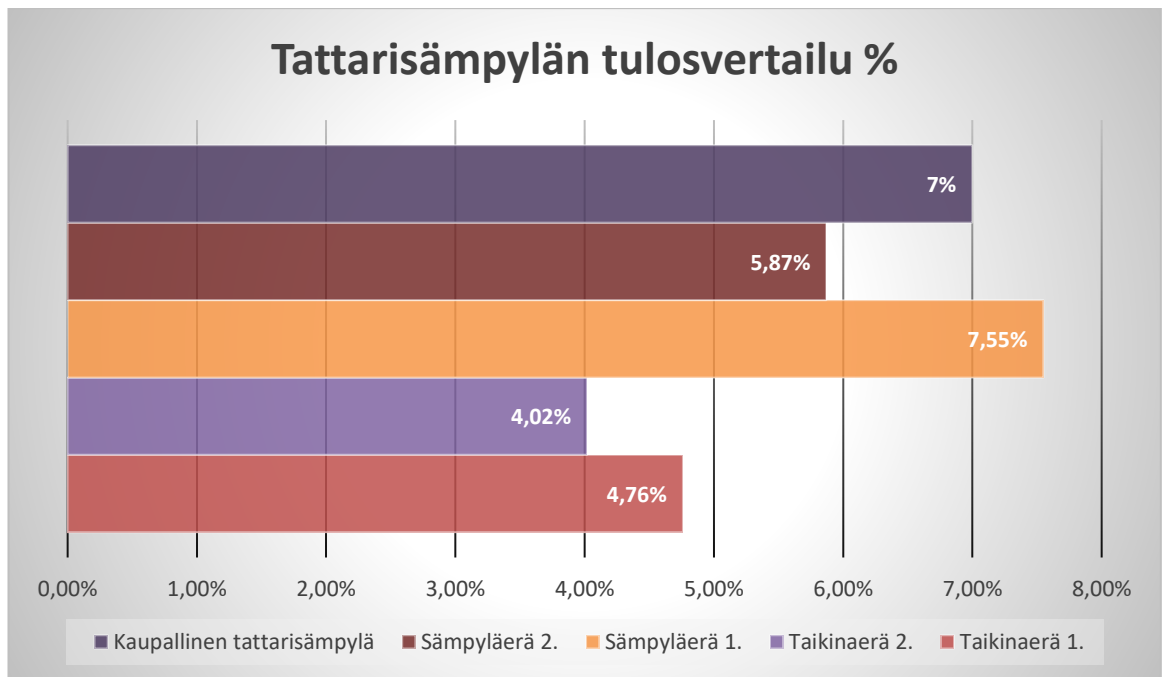
Taikinan rasvapitoisuuden osalta oletus oli, että rasvapitoisuus nousisi, kun jauhoihin lisätään rasvaa taikinan teon aikana. Taikinasta saatujen tuloksien vertailussa huomataan, että taikinan rasvapitoisuus ei ole juurikaan kohonnut jauhojen rasvapitoisuudesta, vaan se on jopa laskenut (liite 1. taulukko 6). Taikinassa rasvapitoisuus kuitenkin laskee, koska taikinaan lisätään vettä enemmän kuin rasvaa suhteessa jauhoihin. Kuviossa 6 on visuaalisesti nähtävissä rasvapitoisuuden muutos jauhojen ja taikinan välillä. Analysoitu karkea tattarijauho myötäilee hyvin Finelin (i.a.) antamaa rasvapitoisuutta.



Kuvio 6. Tattaritaikinan rasvapitoisuus vertailu jauhojen, taikinan ja valmiin tuotteen välillä.

6.2.1 Tattarisämpylä

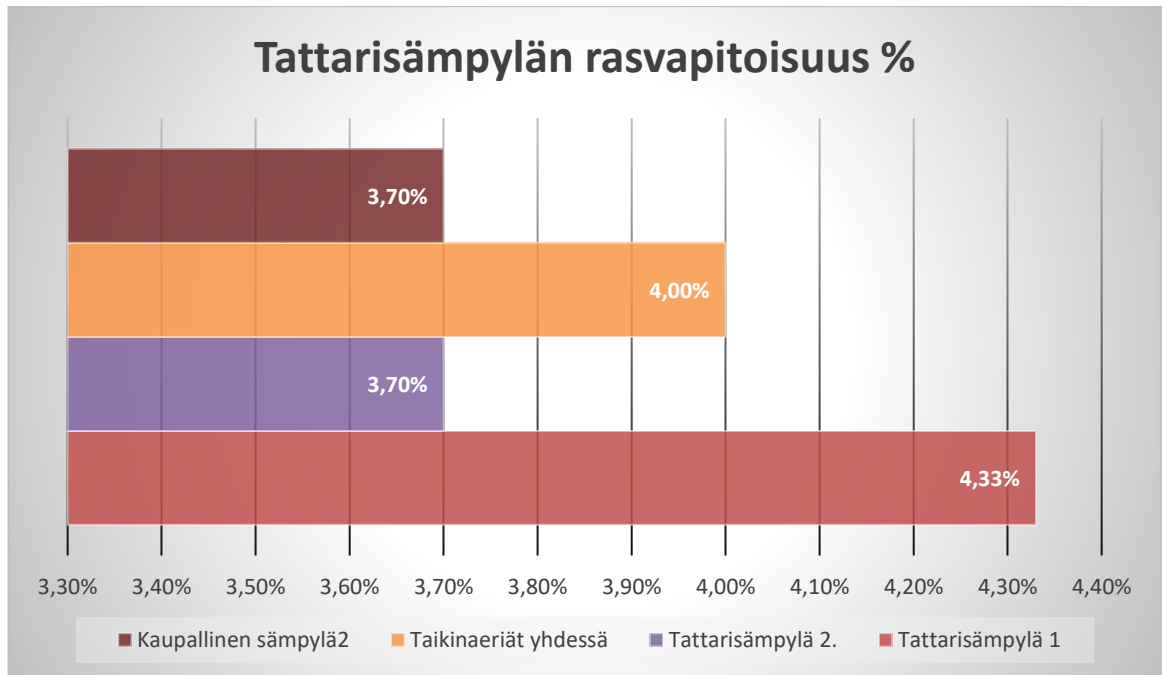
Tattarisämpylän rasva-, ja proteiinipitoisuus tuloksia verrataan markkinoilla myynnissä olevan gluteenittoman tattarisämpylän (i.a.) ainesosaluetteloon. Lisäksi verrataan myös analysoitujen taikinaerien tuloksia sämpyläerien tuloksiin.



Kuvio 7. Tattarisämpylöiden proteiinivertailu

Proteiinipitoisuus muuttui taikinasta paiston jälkeen sämpyläksi odotetulla tavalla. Kuviosta 7 näkee, miten proteiinipitoisuus nousee odotetusti taikinan paistuesssa sämpyläksi. Paistohäviön myötä nesteen haihtuminen näytteestä lisää muiden ainesosien konsentraatiota näytteessä suhteessa näytteen painoon. Sämpyläerä 1. ylittää hyvin samoihin proteiinipitoisuuksiin, kuin markkinoilla oleva tattarisämpylä (i.a).

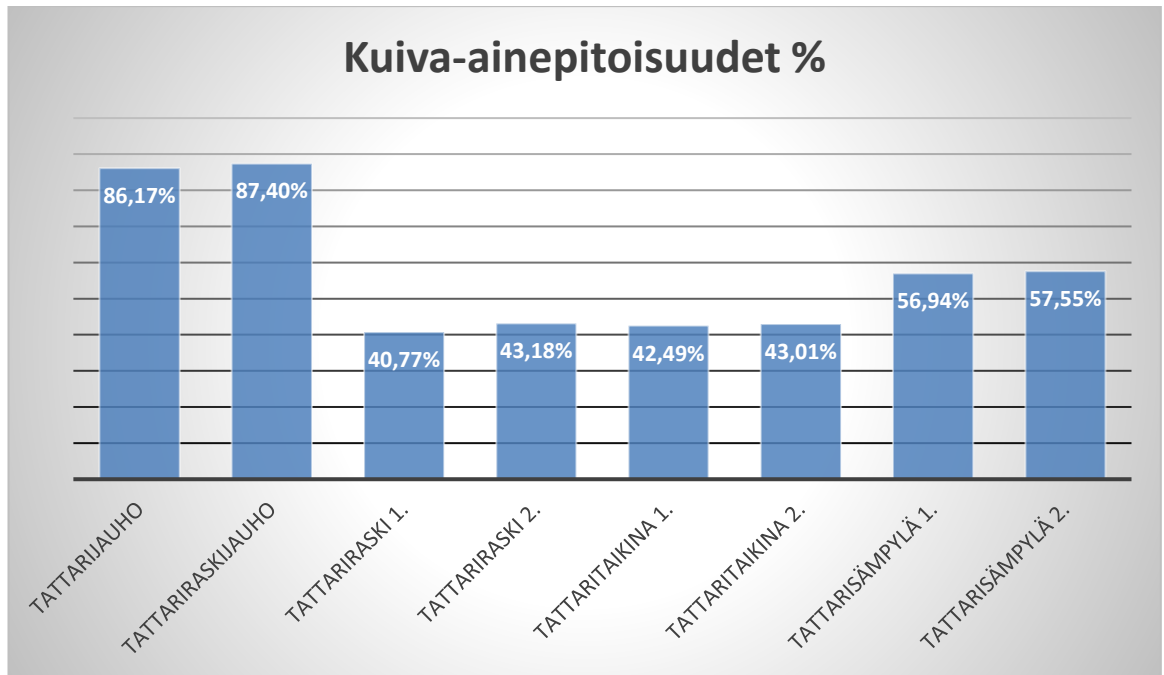
Rasvapitoisuus tattarisämpylässä muuttui juuri samalla oletetulla tavalla. Kuviosta 8 näkee, miten taikinan rasvapitoisuus on matalampi, kuin kypsän sämpylän. Tähän syynä on paiston yhteydessä haihtuva neste. Sämpyläerä 2 rasvamääritys osui täysin samaan 3,7 % rasvapitoisuuteen mitä markkinoilla oleva gluteeniton tattarisämpylä antoi ravintoaineluettelossaan. Rasvan määrityksien kokonaistuloksista (liite 1. taulukko 8) näkee tuloksien tasaisuuden ja näytteiden yhteiskeskisarvon 4 %, joka vastaa erittäin hyvin kaupallisen tattarisämpylän rasvapitoisuutta 3,7 %. Kuviossa 8 nähdään miten tasaiset rasvamääritystulokset ovat keskenään. Mojonnier-menetelmä osoittaa toimivuutensa tattarituotteen rasva-analysissä jälleen.



Kuvio 8 Tattarisämpylän rasvapitoisuusvertailu.

6.3 Kuiva-ainepitoisuus

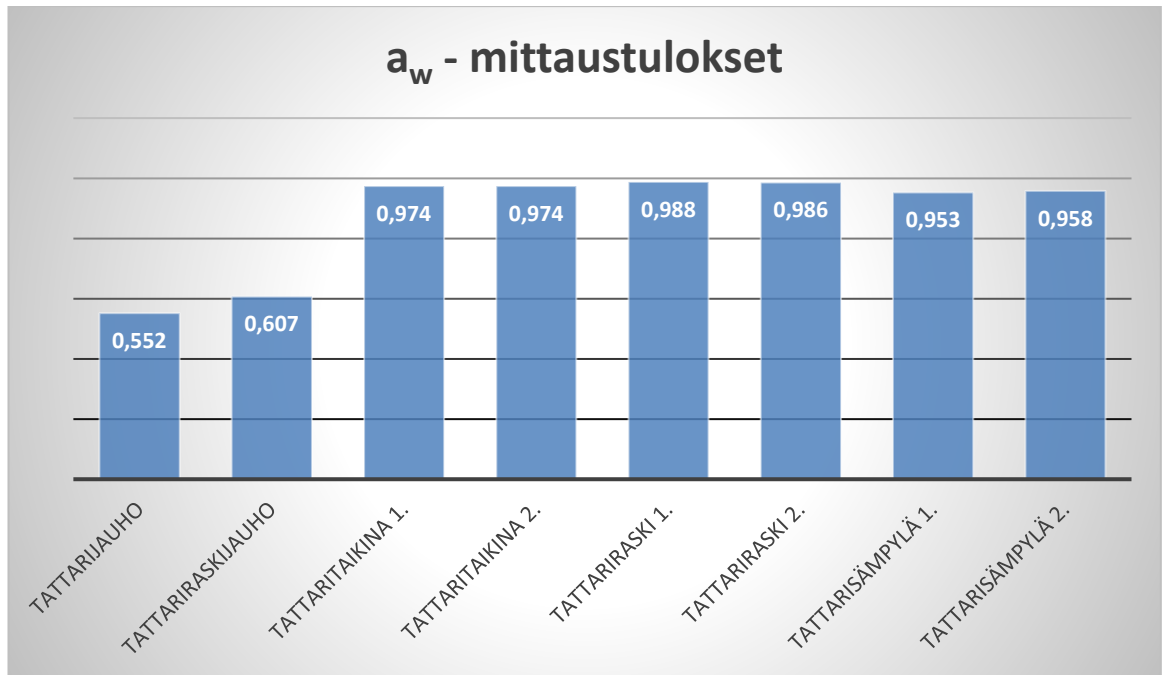
Kuiva-ainepitoisuuden vaihdella 40 % ja yli 90 % välillä kuviosta 9 näkee selkeästi missä valmistusprosessin vaiheissa tuote on herkimmin pilaantuvaa. Jauhojen ollessa yli 80 % on niiden pilaantuminen vähäistä. Taikinalla ja raskilla kuiva-ainepitoisuus lähentelee 40 % alarajaa, joten tällöin tuote on erittäin herkästi pilaantuvaa. Tuotteen ollessa herkästi pilaantuvaa sen käsittelyssä tulee olla huolellinen ja ylläpitää hyvä hygienia. Mikäli sitä joutuu säilyttämään tässä olomuodossa, tulee se suorittaa tarkasti suojaten kontaminaatoriskeiltä ja kylmäsäilytyksessä, jotta mahdollisten pilaajamikrobien kasvu hidastuu. Kun taikina ja raski kypsennetään sämpyläksi, kohoaa niiden kuiva-ainepitoisuuskin. Tällöin myös säilyvyys paranee. Kuiva-ainepitoisuuden vaihteluissa myös näytteen rakenne muuttuu. Sämpylöiden kuiva-ainepitoisuus on hieman alle 60 %, jolloin senkin säilyvyys on heikkoa. Sämpylä kuivuu nopeasti ilman suojaavaa pussia ja lisäksi siinä on mikrobeille otollisesti hyödynnettävää vettä.



Kuvio 9. Tattarituotteen kuiva-ainepitoisuudet valmistusprosessin eri vaiheissa

6.4 Veden aktiivisuus

Veden aktiivisuus elintarvikkeessa vaihtelee 0–100 välillä. Mitä korkeampi lukema on, sitä runsaammin pilaajamikrobeilla on käytössään vettä. (Ruokavirasto, 2020) Kuvioista 10 voidaan huomata, että jauhot ovat selkeästi vaikein alusta pilaajamikrobienkasvuun. Taikina ja raski ovat otollisimpia kasvualustoja, joten ne vaativat erityistä tarkkuutta säilytykseen ja käsittelyyn. Veden aktiivisuus laskee hieman taikinan paiston jälkeen. Sämpylän ja taikinan vedenaktiivisuuden ero ei kuitenkaan ole suuri. Valmiin tuotteen pilaantumista voidaan ehkäistä estämällä mikrobien kasvua muita konsteja käyttäen kuten tyhjiöpakkaamalla tai säilöntäaineilla ja hyvällä tuotantohygienialla (Ruokatieto i.a.).

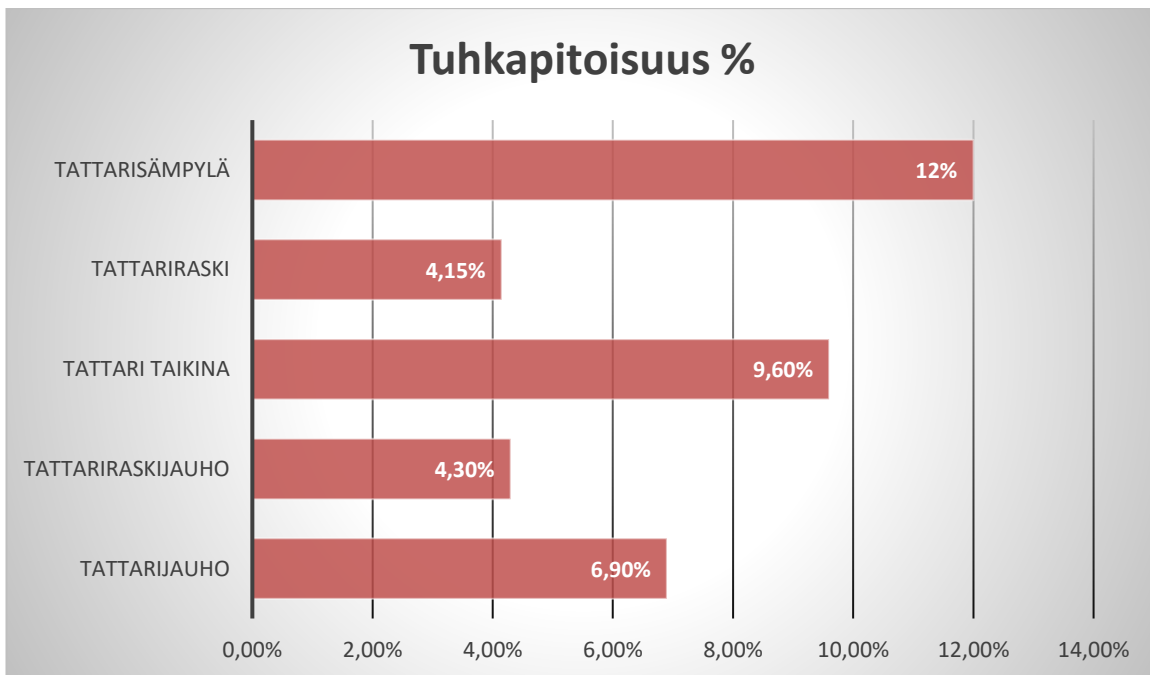


Kuvio 10. a_w -mittausten tulokset tattarituotteen valmistusprosessin eri vaiheissa.

6.5 Tuhka

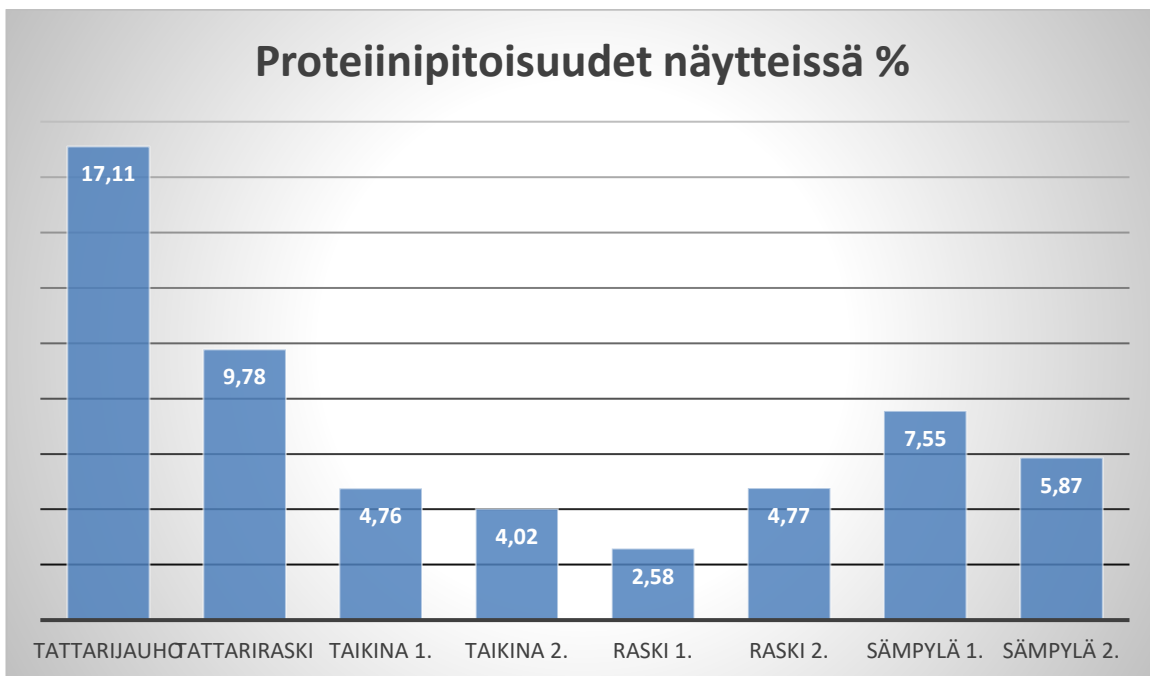
Tuhkamäärytyksissä jokaisesta näytteestä otettiin kolme verrokkia. Kuviossa 9 esitetään verrokkien suhde toisiinsa nähden sekä näytteiden väliset erot tuhkamäärissä. Selkeää on, että mitä lähempänä valmistusprosessin alkua otettu näyte on, sitä puhtaampaa se on. Raskijauho on selkeästi puhtaampaa kuin tattarijauho. Verrokkien välillä on jonkun verran hajontaa, mutta sekään ei kumoa huomiota siitä, että valmistusprosessin aikana tuhkan eli mineraalien määrä lisääntyy valmistusprosessin edetessä.

Tuhka-analyysiä voisi jatkaa tästä työstä eteenpäin selvittämällä tuhkasta yksittäisten mineraalien pitoisuuksia. Tässä työssä siihen ei edetty.



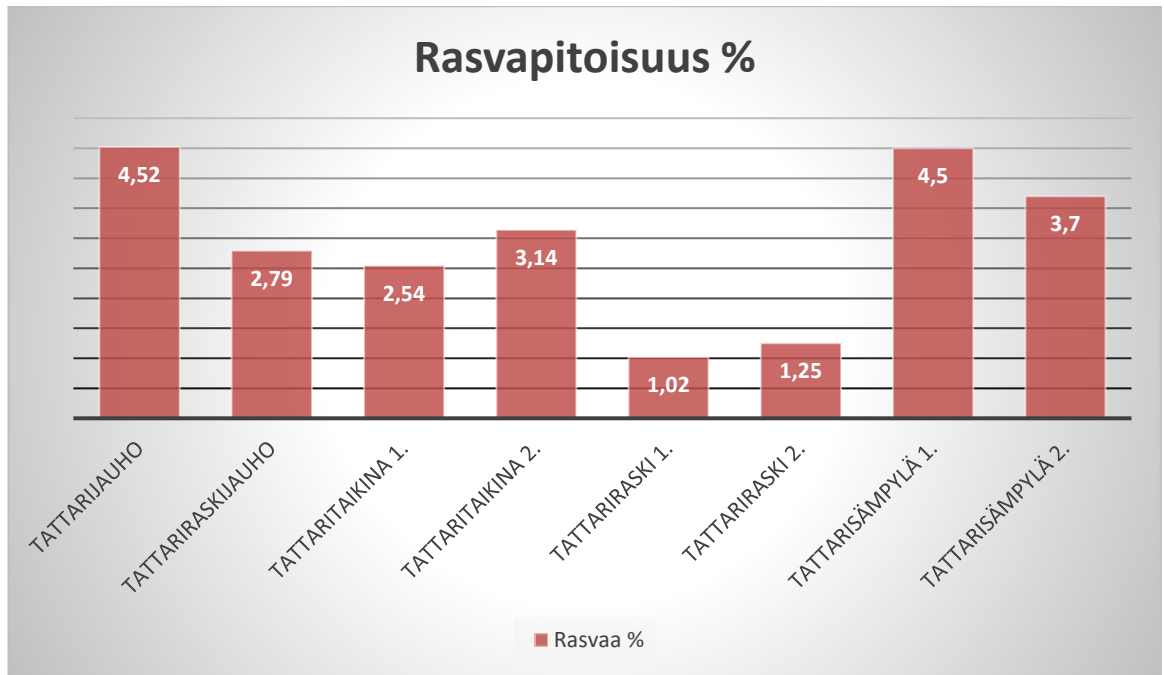
Kuvio 11 Tuhkapitoisuuden tulokset näytteittäin.

6.6 Rasva-, ja proteiinimääritykset



Kuvio 12 Proteiinipitoisuuksien keskiarvot näytteittäin järjestettynä valmistusprosessin etenemisen mukaan.

Kuviossa 12 havainnollistetaan mittauksissa saadun proteiinin määrän muutos valmistusprosessissa. Jauhojen suuri proteiinimäärä laskee, kun se sekoitetaan veden ja muiden aineksien kanssa taikinaksi. Proteiinipitoisuus kohoaa jälleen, kun vettä haihtuu paiston yhteydessä. Se ei kuitenkaan palaudu samaan pitoisuuteen mitä jauhoissa on.



Kuvio 13 Tattarituotteen rasvapitoisuus valmistuksen eri vaiheissa

Rasvapitoisuus vaikuttaa kuviossa 13 olevan todella korkea jauhoissa, mutta laskee taikinassa ja nousee jälleen sämpylässä. Hypoteesi oli, että rasvanmäärä kohoaa mitä pidemmälle prosessi etenee koska mukaan tulee myös lisättyä rasvaa. Voi kuitenkin olla, että otettu näyte ei ole ollut kyllin edustava, jolloin se vaikuttaa tulokseen.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tattari on viljelykasvina lannoitteiden puolesta vaatimaton kasvi. Siksi se sopii viljelykasviksi karummallekin maaperälle. Suomen olosuhteissa sen kasvattamisen suurin haaste on arvaamattoman kylmä kevät, joka voi aiheuttaa suuriakin satomestyyksiä yöpakkasineen. Sen jatkokäsittelyssä on tärkeää huomioida, että se ei pääse kontaminoitumaan gluteenipitoisille viljoille.

Leivonnassa tattari on löytänyt paikkansa gluteenittomassa leivonnassa perinneleivonnaisten rinnalla. Sen monipuolisuus näyttäytyy hyvin markkinoilla olevien tuotteiden kirjona. Siitä pystytään tekemään suolaisia ja makeita leivonnaisia, pääruokaa tai jälkiruokaa. Sitä voidaan hyödyntää muuallakin kuin elintarviketeollisuudessa esimerkiksi täyteaineena ja lopulta biopolttoaineentuotannossa.

Ravintoaineanalyyysien myötä voidaan todeta, että vedellä on suuri vaikutus ravintoaineiden pitoisuuksiin suhteessa näytteen painoon. Proteiinipitoisuus oli oletetusti korkea täystattarituotteessa, eli jauhossa. Korkean proteiinipitoisuuden tulos oli hämmentävä, koska se ylitti kaikki lähteissä mainitut arvot. Vaikka saatu tulos ei ylittänyt, kuin 1 % Finelin (i.a.) antamasta 16 % proteiinipitoisuudesta. Kjeldahlmenetelmä todistetusti toimii proteiinimäärityksissä. Suoritettaessa analyysia, tärkeää on huomioida työskentelyjärjestys ja käytettävien aineiden lisääminen oikeassa järjestyksessä.

Rasvapitoisuuden arveltiin kohoavan, mitä pidemmälle valmistusprosessi etenee. Se ei kuitenkaan osoittautunut toteen niin selkeästi kuin mitä oletettiin. Mahdollisesti veden ja muiden lisättyjen aineiden määrä tasoittaa rasvapitoisuutta tuotteessa. Rasvanmääritys osui erittäin hyvin kohdalleen verrokkitulosten kanssa. Mojonniermenetelmällä voi siis hyvinkin suorittaa rasvanmäärityksiä tattarituotteesta. Menetelmä itsessään on kuitenkin työläs ja sisältää useita työvaiheita, joissa tulee noudattaa tarkkuutta.

Kuiva-ainepitoisuuden tulokset olivat odotetun kaltaiset. Jauhojen kuiva-aine pitoisuus oli korkein. Valmiin tuotteen kuiva-aine oli odotetusti suurempi, kuin taikinassa ja raskissa. Paistohäviössä kosteutta poistuu taikinasta, joka taas nostaa valmiin leivän kuiva-ainepitoisuutta.

Veden aktiivisuus valmiissa sämpylässä oli yllättävän suuri. Mielikuva kostean viileässä säilytettävän taikinan ja huoneenlämmössä säilyvän leivän välillä on suuri. Silti molemmat luetaan veden aktiivisuuden mukaan helposti pilaantuviin tuotteisiin. Taikinan ja sämpylän veden aktiivisuus oli molemmissa yli 90.

Tuhka-analyysissä tuhkan määrä osoittautui hienosti nousevan valmistusprosessin edetessä. Valmiissa tuotteessa on siis eniten mineraaleja. Sitä rikastuttavat kaikki lisätyt ainesosat omilla mineraaleillaan. Analyysi itsessään vaati aikaa ja näytteet vaativat työohjeen jalostusta, jotta ne eivät vain leimahtaneet uunissa aiheuttaen palohälytystä. Lämpötilan nostaminen asteittain auttoi kokeen loppuunsaattamisessa onnistuneesti. Toinen hyvä huomio oli hyödyntää upokkaissa kansia. Tällöin tuhka ei päässyt pölyämään pois upokkaasta.

Työn parissa aika on kulunut vaihtelevasti. Suurimmat haasteet käytännönkokeiden suorittamisessa olivat vallallaan olevat koronarajoitukset. Muutoin työn tekeminen on ollut opettavaista. Työtä tehdessä on oppinut soveltamaan valmiita työohjeita, jotta se soveltuisi paremmin tutkittavalle näytteelle. Työn tiimoilta jatkoa voisi olla perehtyä vertaamaan toisia analyysimenetelmiä, joita työssäni mainitsin. Lisäksi itseäni jäi kiinnostamaan mahdolliset tuotekehitys mahdollisuudet gluteenittoman taikinan osalta.

LÄHTEET

- Arendt, E. & Dal Bello, F. 2008. Gluten-Free Cereal Products and Beverages. [Verkkokirja]. Elsevier. [Viitattu: 5.4.2021]. Saatavana: Knovel- palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Ellefson, W. C. & Min, D. B. 2010. Food Analysis, Food Science Texts Series. [Verkkojulkaisu]. Springer Science+Business Media. [Viitattu: 20.4.2021] Saatavana: <https://student.cc.uoc.gr/uploadFiles/184-%CE%A7%CE%97%CE%9C-068/Compositional%20Analysis%20of%20foods%20-%20Food%20Analysis%20-%20S.S.%20Nielsen.pdf>
- EQVEGAN. Ei päiväystä. About EQVEGAN. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.12.2021]. Saatavana: <https://eqvegan.eu/about/>
- Fineli. Ei päiväystä. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Elintarvikkeet, Jauho, tattari-suurimo tai -jauho. [Verkkosivu]. [Viitattu: 6.4.2021]. Saatavana: <https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/161?q=tattari&foodType=ANY&portionUnit=G&portionSize=100&sortByColumn=points&sortOrder=asc&component=2331&>
- Gluteeniton hapanjuurileipä. Ei päiväystä. Pirjon pakari, Hannun 100 %. Ravintoainesisältö. [Verkkosivu]. [Viitattu: 30.11.2021]. Saatavana: <https://www.hannungluteeniton.fi/tuote/hapanjuurileipa/>
- Gluteeniton tattarisämpylä. Ei päiväystä. Pirjon pakari, Hannun 100 %. Ravintoainesisältö. [Verkkosivu]. [Viitattu: 29.11.2021]. Saatavana: <https://www.hannungluteeniton.fi/tuote/tattarisampyla/>
- Heikkilä, M., Lukkarinen, I. & Valtonen, S. 1991. Tattarin viljely. Helsinki: Maatalouskeskuksen liitto. Kasvintuotantosarjan nro 12.
- Jokinen. M & Kekkonen. L. 2004. Hapanleivästä sacherkakuun: Gluteenittomia leivonnaisia. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.
- Keliakialiitto. Ei päiväystä. Keliakia ja ihokeliakia sairautena. [Verkkosivu]. [Viitattu: 26.11.2021.] Saatavana: <https://www.keliakialiitto.fi/kuluttajat/keliakia/keliakiasairautena/>
- Keskitalo, M. 2017. Ikinuori viljelykasvi tattari on jälleen ajankohtainen. [verkkojulkaisu]. Luke.fi. Future crops - Uusia kasvilajeja tuotantoon. [viitattu 4.11.2021]. Saatavana: [Tattari.pdf \(luke.fi\)](#)
- Kosteuden määrittäminen elintarvikkeissa. Ei päiväystä. Opetushallitus. Laboratorioanalyysit. [Verkkosivu]. [Viitattu: 28.11.2021]. Saatavana: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/elintarvikeanalyysit_kosteus.html

- Mattila P., Piironen V. & Ollilainen V. 2003. Elintarvikekemian ja -analytiikka. Helsinki: Yliopistopaino.
- Myllyn toiminta. Ei päiväystä. Leipätiedotus. Tietoa leivästä: Pellolta pöytään. [Verkkosivu]. [Viitattu: 26.11.2021.] Saatavana: <https://www.leipätiedotus.fi/tieto-leivasta/pellolta-poytaan/myllyn-toiminta.html>
- Nielsen S. S. 2010. Food Analysis, Food Science Texts Series. [Verkkosivusto]. Springer Science+Business Media. [Viitattu: 27.11.2021]. Saatavana: https://www.academia.edu/35072801/Suzanne_Nielsen_auth_Suzanne_Nielsen_ed_Food_Analysis
- Novasina. 2007. LabMaster-aw & LabPartner-aw Operating Instructions. [verkkosivusto]. Novasina AG. [Viitattu: 28.11.2021]. Saatavana: https://archive-resources.coleparmer.com/Manual_pdfs/37910-09.pdf
- Parker. R. 2000. Introduction to plant science. New York: Delmar Learning.
- Pomeroy. Y. & Melon. Clifton. E. 1994. Food analysis theory and practice. 3. uud. p. New York: Chapman & Hall.
- Purificación S-P., Tadeusz. M., Navas. M. J., García Asuero. A., Sławomir. W. 2013. An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part I. Early History, Chemistry of the Procedure, and Titrimetric Finish. Teoksessa: Critical Reviews in Analytical Chemistry. [Verkkosivusto]. Department of Chemistry and Biochemistry, Utah State University. S.E. Bialkowski. [Viitattu: 21.4.2021] Saatavana: <https://web-b-ebcsohost.com/libts.seamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=85990107-cad0-41e1-9102-3081a6b6aa38%40sessionmgr102> . Vaatii käyttöoikeuden.
- Raakaproteiinin määrittäminen elintarvikkeesta. Ei päiväystä. Opetushallitus. Laboratorioanalyysit. [Verkkosivu]. [Viitattu: 27.4.2021.] Saatavana: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/elintarvikeanalyysit_proteiinit.html
- Raakasvan määrittäminen elintarvikkeesta. Ei päiväystä. Opetushallitus. Laboratorioanalyysit. [Verkkosivu]. [Viitattu: 28.11.2021]. Saatavana: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/elintarvikeanalyysit_rasvat.html
- Rosentrater K. A. & Evers D. 2018. Kent's Technology of Cereals: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture. 5. uud. p. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Ruokatieto. Ei päiväystä. Elintarvikehygieniä. [Verkkosivu]. [Viitattu: 14.12.2021]. Saatavana: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/hygieniaosaaminen/elintarvikehygienia>

- Ruokavirasto. 16.10.2020. Mikrobin kasvua edistävät tekijät. [verkkosivu]. [viitattu: 14.12.2021]. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tieto-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista/mikrobien-kasvua-edistavat-tekijat/>
- Salovaara H., Ignatius A & Hurri-Martikainen M. 2017. Leivonnan teknologia, Ruokaleipä. Helsinki: Suomen Leipuriiliitto ry.
- Selluloosamassan tuhkapitoisuus. Ei päiväystä. Opetushallitus. Laboratorio analyysit. [Verkkosivu]. [Viitattu: 28.11.2021]. Saatavana: http://www03.edu.fi/oppi-materiaalit/laboratorio/teollisuusnayteanalyysit_selluloosamassan_tuhkapitoisuus.html
- Sotvick C. A. Johan G. C. T. 1950. Kjeldahl, His Method For Determining Total Nitrogen. Journal of the American Dietetic Association, 799-801 [verkkolehtiartikkeli]. [viitattu: 13.12.2021]. Saatavana: Saatavana Science direct tietokannasta. <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S0002822321304382/first-page-pdf>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Ei päiväystä. Fineli. Ravintotekijä: Proteiini. [Verkkosivu]. [Viitattu: 22.11.2021]. Saatavana: <https://fineli.fi/fineli/fi/ravintotekijat/2230>
- Tuotespesifikaatio 1. 25.3.2021. Speksejä jauhoista. Honkaranta, P. [Henkilökohmainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Taru Latva-Nikkola [Viitattu 5.4.2021].
- Tuotespesifikaatio 2. 25.3.2021. Speksejä jauhoista. Honkaranta, P. [Henkilökohmainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Taru Latva-Nikkola [Viitattu 29.10.2021].
- Verkkolehti SeAMK. 8.3.2021. Seamk on mukana EQVEGAN hankkeessa. [verkkolehti]. [Viitattu 5.4.2021]. Saatavana: <https://lehti.seamk.fi/kestavat-ruokarakaisut/seamk-on-mukana-eqvegan-hankkeessa-jossa-aiheena-on-kasviruokatuotannon-opetuskokonaisuuksien-kehittaminen/>
- Viljan laatukriteerit. Ei päiväystä. Leipätiedotus. Tietoa leivästä: Pellolta pöytään. [Verkkosivu]. [Viitattu: 26.11.2021] Saatavana: <https://www.leipatiedotus.fi/tieto-leivasta/pelloilta-poytaan/viljan-laatukriteerit.html>

LIITTEET

Liite 1. Tattarinäytteiden proteiini- ja rasvapitoisuuksien tulokset keskiarvoineen

Taulukko 1. Tattarijauhonäytteiden proteiinipitoisuudet.

	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5	Keskiarvo
Tattarijauho erä 1	15,70 %	17,04 %	18,00 %	17,54 %	17,28 %	17,11 %
Raskijauho erä 1	9,44 %	9,78 %	9,06 %	9,46 %	11,17 %	9,78 %
						Keskiarvo: 13,45 %

Taulukko 3. Tattariraskin proteiinipitoisuudet.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Näyte 4.	Näyte 5.	Keskiarvo
Tattariraski erä 1.	2,40 %	2,71 %	2,57 %	3,38 %	1,83 %	2,58 %
Tattariraski erä 2.	4,76 %	4,65 %	4,78 %	4,83 %	4,83 %	4,77 %
						Keskiarvo: 0,04

Taulukko 5. Tattaritaikinan proteiinipitoisuudet.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Näyte 4.	Näyte 5.	Keskiarvo
Taikina erä 1	4,39 %	4,80 %	4,70 %	4,87 %	5,03 %	4,76 %
Taikina Erä 2	3,37 %	4,18 %	4,22 %	4,44 %	3,91 %	4,02 %
						Keskiarvo: 4,39 %

Taulukko 7. Tattarisämpylän proteiinipitoisuudet.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Näyte 4.	Näyte 5.	Keskiarvo
Taikina erä 1	7,55 %	7,68 %	7,57 %	7,38 %	7,58 %	7,55 %
Taikina Erä 2	5,50 %	5,45 %	6,30 %	5,45 %	6,68 %	5,87 %
						Keskiarvo: 6,71 %

Taulukko 2. Tattarijauhojen rasvanmääritystulokset.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Keskiarvo
Tattarijauho	4,56 %	4,42 %	4,60 %	4,50 %
Raskijauho	2,79 %	2,89 %	2,70 %	2,80 %
				Keskiarvo: 3,65 %

Taulukko 4. Tattariraskin rasvanmääritystulokset.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Keskiarvo
Tattariraski erä 1.	0,990 %	0,952 %	1,104 %	1,016 %
Tattariraski erä 2.	1,293 %	1,002 %	1,440 %	1,245 %
				Keskiarvo: 1,131 %

Taulukko 6. Tattaritaikinan raaka-rasva-analyysin tulokset.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Keskiarvo
Taikina 1	2,58 %	2,52 %	2,51 %	2,54 %
Taikina 2	3,35 %	3,15 %	2,93 %	3,14 %
				Keskiarvo: 2,84 %

Taulukko 8. Tattarisämpylän rasvapitoisuus.

	Näyte 1.	Näyte 2.	Näyte 3.	Keskiarvo
Tattarisämpylä 1.	4,06 %	4,47 %	4,46 %	4,33 %
Tattarisämpylä 2.	3,60 %	4,30 %	3,20 %	3,70 %
				Keskiarvo: 4,00 %

Liite 1. Tattarinäytteiden proteiinin- ja rasvanmääritystulokset