



lina Salmenkivi

Härkäpavun flavorin muokkaaminen ja peittäminen lisäaineiden, aromien ja fermentoinnin avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

3.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	lina Salmenkivi
Otsikko:	Härkäpavun flavorin muokkaaminen ja peittäminen lisäaineiden, aromien ja fermentoinnin avulla
Sivumäärä:	39 sivua + 3 liitettä
Aika:	3.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine:	Bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat:	Toimitusjohtaja Francesca Åström Lehtori Pia-Tuulia Laine

Tämä insinööri työ toteutettiin Lipasu Oy:n toimeksiantona. Insinööri työssä oli tarkoituksena löytää ratkaisuja härkäpavun maun sekä sen sivumakujen muokkaamiseen ja peittämiseen. Työssä muokattiin härkäpapumatriisin makua kahdeksan eri tuotteen (Acti Mask Pro (PO1) Flavour, Acti Mask Pro (BO1) Flavour, mansikka-aromi, vadelma-aromi, karvasmanteliaromi, Gefilus Vahva Kuuri - maitohappobakteerit, omenahappo (E296) ja maitohappo (E270)) avulla.

Työn kokeellinen osuus aloitettiin tutkimalla lisäaineiden ja aromien vaikutusta härkäpapu-vesiseoksen makuprofiiliin sekä fermentoinnin vaikutusta härkäpapurvellinäytteen makuprofiiliin. Härkäpavun makua pyrittiin peittämään myös härkäpapurvalmisteissa ja voileipäkeksissä, joiden valmistamisessa käytettiin raaka-aineena härkäpapumatriisia. Bio- ja elintarviketekniikan opiskelijat (n = 15) suorittivat parivertailutestin omenahapon ja maskausaineen vaikutuksesta voileipäkeksien ominaisuuksiin.

Työssä todettiin, että lisäaineilla, aromeilla ja fermentoinnilla voidaan muokata ja peittää härkäpavun hernelmäistä ja karvasta makua. Käytetyillä aromeilla onnistuttiin muokkaamaan härkäpapumatriisin makuprofiilia, mutta jo pienillä pitoisuuksilla (0,05–0,50 massa-%) aromit erottuivat häiritsevästi käyttömatriisista. Fermentointi maitohappobakteereilla lisäsi härkäpapurvellinäytteiden sekä härkäpapurvalmisteen happamuutta ja samalla poisti hernelmäistä ja karvasta makua.

Parivertailutestissä todettiin, että voileipäkeksessä, joissa käytettiin Acti Mask Pro (PO1) Flavour -ainetta ei erotettu tilastollisesti merkitsevästi ($p > 0,05$) käsittelemättömistä voileipäkeksistä. Voileipäkeksit, joissa käytettiin omenahappoa, erosivat puolestaan tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) käsittelemättömistä voileipäkeksistä. Voileipäkeksinäytteiden miellyttävyyttä arvioitaessa todettiin, ettei eri arvioijien antamien pisteiden eikä eri tuotteiden saamien pisteiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (Friedman, $p > 0,05$). Tutkimusta käytettyjen tuotteiden hyödyntämisestä muissakin mallielintarvikkeissa kannattaa jatkaa. Lisäksi muiden maun muokkaamiseen ja peittämiseen tarkoitettujen tuotteiden vaikutuksia härkäpavussa tulee tutkia.

Avainsanat: härkäpapu, flavori, lisäaine, aromi, maitohappobakteeri

Abstract

Author: Iina Salmenkivi
Title: Modifying and Masking the Flavour and Off-Flavours of Fava Bean with Food Additives, Aromas and Fermentation
Number of Pages: 39 pages + 3 appendices
Date: 3 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major: Biotechnology and Food Engineering
Supervisors: Francesca Åström, Chief Executive Officer
Pia-Tuulia Laine, Senior Lecturer

This thesis was made for Lipasu Oy. The aim of this thesis was to find solutions to mask the flavour of the fava bean and its off-flavours. The flavour of the fava bean matrix was modified with the help of eight different products (Acti Mask Pro (PO1) Flavour, Acti Mask Pro (BO1) Flavour, strawberry aroma, raspberry aroma, bitter almond aroma, Gefilus Vahva Kuuri lactic acid bacteria, malic acid (E296) and lactic acid (E270)).

The experimental part of this work began by studying the effects of additives and flavourings on the taste profile of the fava bean-water mixture and the effect of lactic acid bacterial fermentation on the taste profile of the fava bean gruel. An effort was also made to cover the taste of fava bean in fava bean product and crackers, which were prepared using a fava bean matrix as raw material. Students of Biotechnology and Food Engineering ($n = 15$) conducted a paired comparison test of the effect of malic acid and the masking agent on the properties of crackers.

The results show that additives, aromas and fermentation can be used to modify and mask the pea-like and bitter taste of fava beans. The aromas used, succeeded in modifying the taste profile of the fava bean matrix, but even at low concentrations (0,05–0,50 mass-%), the aromas were disturbingly distinguishable from the application matrix. Fermentation with lactic acid bacteria increased the acidity of fava bean in gruel samples and in yogurt-like product, while removing the pea-like and bitter taste.

Results of the paired comparison test indicated that there were no significant differences ($p > 0,05$) between crackers with Acti Mask Pro (PO1) Flavour and unprocessed crackers. Significant differences ($p < 0,01$) were found between crackers with malic acid and unprocessed crackers. There were no significant differences (Friedman, $p > 0,05$) between the evaluations of tasters and the points the different products received. Further research should be conducted on using the studied flavour masking and modification products in other food products. In addition, the effects of other flavour masking and modification products on fava bean should be examined.

Keywords: fava bean, flavour, food additive, aroma, lactic acid bacteria

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Härkäpapu	2
2.1	Tuoreen härkäpavun kemiallinen koostumus	3
2.2	Härkäpapumatriisin vaikutus kemialliseen koostumukseen	7
2.3	Aistinvaraiset ominaisuudet	9
3	Palkokasvien maun muokkaaminen ja peittäminen	10
3.1	Aromit	10
3.2	Entsyymit	11
3.3	Perusmakuaineet	13
3.4	Mikrobit	13
4	Materiaalit ja menetelmät	14
4.1	Härkäpapumatriisi	14
4.2	Maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytetyt tuotteet	14
4.3	Esikokeet	15
4.4	Härkäpapuvalmisteen fermentointi	18
4.5	Voileipäkeksien valmistus	20
4.6	Parivertailutesti	23
5	Tulokset ja niiden tarkastelu	25
5.1	Maskausaineiden vaikutus härkäpavun flavoriin	25
5.2	Aromien vaikutus härkäpavun flavoriin	27
5.3	Fermentoinnin vaikutus härkäpavun flavoriin	28
5.4	Lisäaineiden vaikutus härkäpavun flavoriin	31
5.5	Aistinvarainen arviointi	31
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36

Liitteet

Liite 1: Fermentoinnin vaikutuksia elintarvikematriisien aistinvaraisiin ominaisuuksiin

Liite 2: Esikokeiden näytteet

Liite 3: Voileipäkeksien parivertailutestissä käytetty lomake

Lyhenteet

ADH: *Alkoholidehydrogenaasi*. Entsyymi, joka katalysoi alkoholin hapettumista vastaavaksi aldehydiksi.

ALDH: *Aldehydidehydrogenaasi*. Entsyymi, joka katalysoi aldehydien hapettumista karboksyylihapoksi.

1 Johdanto

Ravinnerikas härkäpapu (*Vicia faba* L.) on yksi maailman vanhimpia viljelykasveja. Pohjois-Eurooppa lukeutuu sen suurimpiin tuottajiin yhdessä Välimeren maiden, Etiopian, Egyptin, Kiinan, Afganistanin, Intian ja Pohjois-Afrikan kanssa. [1, s. 1] Virnojen sukuun ja hernekasvien heimoon kuuluva härkäpapu on 0,5–1 metrin korkuinen kasvi, jonka lehtihankoihin kasvaa 2–5 kukkaa. Kukkien paikoille kehittyy myöhemmin pitkät ja pulleat pavut, joita hyödynnetään esimerkiksi ihmisravintona. [2.]

Härkäpapua käytetään ihmisravinnon lisäksi myös eläinten rehuna. Elintarvikkeissa härkäpapua voidaan käyttää tuoreena tai kuivattuna. Tuoreena käytettävät härkäpavut tulee esikypsentää terveydelle haitallisten yhdisteiden, kuten visiinin ja konvisiinin poistamiseksi. Elintarvikekäyttöön tarkoitettua härkäpapua löytyy markkinoilta monessa eri muodossa. Härkäpapua voi ostaa esimerkiksi kokonaisena ja esikypsennettynä sekä pidemmälle prosessoituna, kuten pastan ja granolan muodossa. Härkäpavusta valmistetut lihankorvikkeet ovat myös yleistyneet kauppojen hyllyillä. [1, s. 2; 2.]

Härkäpavusta valmistetut proteiini-isolaatit ja -konsentraatit ovat kasvattaneet suosiotaan elintarviketeollisuudessa. Ne valmistetaan härkäpapuruosteesta ja -jauhteesta, joiden proteiinipitoisuus on n. 29 %. [3, s. 1.] Proteiini-isolaattien ja -konsentraattien tuottaminen on halvempaa kuin eläinproteiinien, ja niillä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia monen elintarvikkeen rakenteeseen ja stabiliteettiin. Härkäpavulla on myös kyky sitoa ilmakehän tyyppiä erilaisissa ympäristöolosuhteissa, minkä vuoksi sitä voidaan pitää kestävä kehityksen kannalta hyvänä raaka-aineena. [4.]

Tämä insinööritö toteutettiin Lipasu Oy:n toimeksiantona. Lipasu Oy on elintarvikealan yritys, joka valmistaa markkinoille kasvipohjaisia jäätelöitä [5]. Työn tavoitteena oli auttaa yritystä löytämään ratkaisuja härkäpapurimatriisin maun sekä sivumakujen peittämiseen erilaisten elintarvikkeissa käytettyjen aineiden (lisäaineiden, aromien ja maitohappobakteerien) avulla. Työn

kokeellinen osuus jaettiin kahteen osaan, joista ensimmäisessä peitettiin härkäpavun flavoria härkäpapumatriisi-vesiseoksissa sekä härkäpavuvellinäytteissä. Toisessa osuudessa härkäpavun flavoria pyrittiin peittämään mallielintarvikkeissa (voileipäkeksissä ja härkäpapuvalmisteissa). Kokeellisen osuuden lisäksi toteutettiin parivertailutesti Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoille.

2 Härkäpapu

Ihmisravintona ja eläinten rehuna käytettävien palkokasvien ravintoainemäärät vaihtelevat eri lajikkeiden välillä [6, s. 20–22]. Palkokasveihin kuuluvaa härkäpapua voidaan pitää hyvänä proteiinin, ravintokuidun, tärkkelyksen ja kivennäisaineiden lähteenä (taulukko 1), minkä lisäksi se sisältää runsaasti bioaktiivisia yhdisteitä, kuten bioaktiivisia peptidejä ja fenolisia yhdisteitä. Näiden yhdisteiden vuoksi härkäpapua voidaan hyödyntää uusien biofunktionaalisten elintarvikkeiden kehityksessä. [7, s. 3.]

Härkäpavun erilaiset käsittelymenetelmät vaikuttavat sen sisältämien yhdisteiden määrään. Käsittelyn avulla voidaan esimerkiksi vähentää pavussa olevien ravintoaineiden imeytymistä häiritseviä antiravintoaineita, kuten fytaattihappoa ja rautaa, jolloin härkäpavusta saadaan entistä ravintorikkaampi. Härkäpapujen yleisimpiä prosessointimenetelmiä ovat keittäminen, kuoriminen, liottaminen, idättäminen, fermentointi, ekstruusiokitto ja entsyymikäsittely. Tutkimuksessaan Anderson ym. (1994) keittivät härkäpapuja pehmeiksi deionisoidussa vedessä 40 minuutin ajan, jonka seurauksena kokonaisproteiinien määrä väheni hieman ja tuhkapitoisuus väheni merkittävästi. Kokonaisproteiinin määrää voidaan puolestaan lisätä liottamalla ja kuorimalla härkäpapuja. Keittämällä voidaan vähentää myös tanniinien, fytaattihapon, visiinin ja konvisiinin määrää. Idättämisen on todettu vähentävän härkäpavun sisältämää tärkkelystä ja kasvattavan proteiinin määrää ja kalsiumpitoisuutta. Härkäpapujen ekstruusiokäsittely ei vaikuta merkittävästi ravintoarvoon, mutta sitä käytetään parantamaan fysikaalisia ominaisuuksia,

kuten makua ja rakennetta, sekä kemiallisia ominaisuuksia, kuten tärkkelyksen ja proteiinin sulavuutta. [1, s. 6–8.]

Sözer ym. (2019) ovat hyödyntäneet maitohappofermentointia osana härkäpapujauhon esikäsittelyä. Härkäpapujauhon fermentoinnilla saatiin parannettua leivän fysikaalisia ominaisuuksia kuten lisättyä leivän pehmeyttä ja suurennettua leivän tilavuutta. Lisäksi välttämättömien aminohappojen määrä oli korkeampi fermentoidussa leivässä kuin sellaisessa, jota ei fermentoitu. [8, s. 6–12.] Niklander (2021) on käsitellyt pro gradu -tutkielmassaan entsyymikäsittelyn vaikutuksia härkäpapupohjaisten lusikoitavien välipalatuotteiden aistittaviin ominaisuuksiin. Tutkielmassa todetaan, että entsyymikäsittelyllä voidaan vähentää palkokasvien sisältämien oligosakkaridien ja fytaattien määrää, joilla on vaikutusta tuotteiden sivumakuihin. [9.]

2.1 Tuoreen härkäpavun kemiallinen koostumus

Härkäpavun ravintoainekoostumusta on avattu taulukossa 1. Eri ravintoaineista on kerrottu tarkemmin alempana.

Taulukko 1. Härkäpavun ravintoainekoostumus [10].

Ravintoaine	g/kg, kuivapainosta
Proteiini (N x 6,25)	32,3
Tärkkelys	39,2
Liukoiset sokerit	2,8
Ravintokuitu	24,5
Rasva	1,0
Kivennäis- ja hivenaineet	3,6

Proteiinit

Palkokasvit sisältävät yleisesti runsaasti proteiinia ja härkäpavun kuivapainosta se kattaa noin kolmasosan [6, s. 8]. Viljoihin verrattuna härkäpapu sisältää melkein kaksinkertaisen määrän proteiinia. Proteiinipitoisuuden vaikuttavat kuitenkin eri tekijät, kuten lajikkeiden väliset erot, lähdeyyt (jauho, fraktio ja isolaatti), lannoitustapa, kasvukausi ja -paikka. [1, s. 2.] Härkäpavun sisältämän proteiinin ravitsemuksellinen arvo on kuitenkin lihaproteiineihin verrattuna heikompi, sillä härkäpavut eivät sisällä samassa määrin rikkipitoisia aminohappoja, kuten metioniinia [6, s. 20].

Suurin osa härkäpavun sisältämistä proteiineista ovat globuliineja (69,5–78,1 %). Seuraavaksi suurin ryhmä on gluteliinit (12–18,4 %), ja niitä seuraa prolamiinit (1,83–3,57 %) sekä albumiinit (1,41–3,01 %). [7, s. 3–4]. Härkäpavun sisältämistä aminohapoista kuusi lukeutuu välttämättömiin aminohappoihin [8, s. 1]. Aminohapoista merkittävimmät ovat glutamiini- ja asparagiinihappo sekä arginiini [10]. Härkäpavun aminohappokoostumus vaihtelee hieman sen mukaan, onko kyseessä härkäpavun siemenet, proteiiniisolaatti vai proteiinikonsentraatti [11, s. 2900]. Soijan tapaan härkäpapu sisältää myös runsaasti lysiiniä, leusiinia, isoleusiinia, treoniinia, histidiiniä sekä aromaattisia aminohappoja [7, s. 5].

Kasvipöytäelintarvikkeiden sisältämät proteiinit voivat vaikuttaa tuotteen makuprofiiliin, sillä proteiinit voivat toimia aromien esiasteena. Mahdolliset ei-toivotut aromit tai aromien esiasteet sitoutuvat proteiineihin ja siirtyvät sitä kautta elintarvikkeisiin. Siihen, miten proteiinit vaikuttavat tuotteen aromiin, vaikuttavat monet tekijät, kuten makuyhdisteiden ja proteiinien reaktiivisuus ja kemiallinen rakenne, elintarvikematriisin koostumus (kosteuspitoisuus) sekä käsittelyolosuhteet (pH ja lämpötila). [11, s. 2900–2901.]

Hiilihydraatit

Palkokasvien hiilihydraatit voidaan jakaa liukoisiin ja liukenemattomiin hiilihydraatteihin. Hiilihydraattien kokonaismäärä härkäpavussa on noin 51–68

% sisältäen tärkkelyksen, ravintokuidun sekä sokerit. [1, s. 4.] Tuoreen härkäpavun hiilihydraattikoostumus on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Tuoreen härkäpavun hiilihydraattikoostumus [12].

Hiilihydraattifraktio	g/100 g
sokerialkoholi	0
sokerit	1,6
fruktoosi	0,1
galaktoosi	0
glukoosi	0,1
laktoosi	0
maltoosi	< 0,1
sakkaroosi	1,3
tärkkelys	11,5
kuitu, kokonais-	4,2

Suurin osa härkäpavun sisältämistä hiilihydraateista on tärkkelystä (40 %). Toisaalta sokerialkoholia, galaktoosia ja laktoosia härkäpapu ei sisällä lainkaan. Sakkaroosin määrä härkäpavussa on 1,3 g/100 g, ja sen määrällä on katsottu olevan positiivista vaikutusta elintarvikkeiden luonnollisiin makuihin [6, s. 21; 12; 13].

Myös muut pienen molekyylipainon omaavat hiilihydraatit, kuten glukoosi, fruktoosi, raffinoosi, stakyoosi ja verbaskoosi, edistävät härkäpavun makua sekä prebioottista luonnetta [13]. Oligosakkarideihin lukeutuvilla raffinoosilla, stakyoosilla ja verbaskoosilla on todettu olevan hieman makea vaikutus palkokasvien makuun [11, s. 2902].

Rasvat

Muihin härkäpavun sisältämiin ravintoaineisiin verrattuna lipidien määrä on hyvin pieni, eikä härkäpapua voida sen vuoksi käytännössä pitää rasvojen lähteenä. Rasvahappojen kokonaismäärä 100 grammassa tuoretta härkäpapua on 0,5 g. Palkokasvien rasvahapot koostuvat pääasiassa palmitiinihaposta, steariinihaposta, öljyhaposta, linolihaposta ja alfa-linoleenihaposta. [6, s. 22–23.] Näiden rasvahappojen määrät on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Härkäpavun merkittävät rasvahapot [6, s. 22].

Rasva	mg/g tuorepainosta
C16:0 Palmitiinihappo	1,6
C18:0 Steariinihappo	0,3
C18:1 Öljyhappo	3,3
C18:2 Linolihappo	6,9
C18:3 Linoleenihappo	0,6

Rasvahappojen vähäistä määrää voidaan pitää etuna elintarvikesovelluksissa. Palkokasvien sisältämien endogeenisten lipaasien ja lipoksigenaasien aiheuttama lipidien hajoaminen saattaa aiheuttaa karvasta ja papumaista sivumakua varastoinnin aikana. [7, s. 13–16.] Lipidien hapettumista elintarvikkeissa voidaan vähentää pienentämällä happipitoisuutta, välttämällä ultraviolettisäteilylle altistumista, varastoimalla tuote matalassa lämpötilassa sekä lisäämällä antioksidantteja [11, s. 2909–2910].

Muut yhdisteet

Härkäpavun kypsät siemenet sisältävät myös runsaasti antiravintoaineiksi luettavia yhdisteitä, jotka heikentävät pavun ravitsemuksellista arvoa. Näitä yhdisteitä ovat fytaatti, visiini, konvisiini, saponiinit, lektiinit, olikosakkaridit (raffinoosi ja stakyoosi), kondensoidut tanniinit, trypsiini-inhibiittorit sekä proteiini-inhibiittorit. [1, s. 5.] Antiravintoaineiksi voidaan lukea myös härkäpavun sisältämät allergeenit sekä syanogeeniset glykosidit [6, s. 20].

Osalle ihmisistä visiini ja konvisiini voivat aiheuttaa hemolyyttistä anemiasia (punasolujen kiihtynyt hajoaminen), jota kutsutaan myös favismiksi [6, s. 8]. Härkäpavun käytölle voidaan asettaa rajoituksia mahdollisen favismin riskin vuoksi. Visiini ja konvisiini kestävät suhteellisen hyvin lämpöä, ja niiden poistaminen kokonaan on haastavaa. [14, s. 1507.] Visiinin ja konvisiinin sekä siemenen kuoren sisältämän tanniinin määrää on kuitenkin mahdollista vähentää kasvinjalostustoimenpiteillä.

Härkäpapu sisältää myös bioaktiivisia yhdisteitä, sisältäen fenoliset yhdisteet. Fenolisiin yhdisteisiin lukeutuu esimerkiksi ferulihappo, vanilliinihappo, kofeiinihappo sekä sinappihappo. [1, s. 4.]

Härkäpavun sisältämiä mineraaleja ovat kalsium, rauta, magnesium, fosfori, potassium, natrium sekä sinkki [1, s. 3]. Vitamiineista härkäpapu sisältää runsaasti B-sarjaan kuuluvaa niasiinia sekä pienempiä määriä tiamiinia ja riboflaviinia. E-sarjan vitamiineista härkäpavussa on erityisesti γ - tokoferolia (~ 50 $\mu\text{g/g}$). [6, s. 23.] Siemenissä on lisäksi runsaasti kaliumia, fosforia, rikkiä, magnesiumia ja kalsiumia [15, s. 4].

2.2 Härkäpapumatriisin vaikutus kemialliseen koostumukseen

Prosessoimalla härkäpavusta voidaan valmistaa erilaisia ravitsemuksellisia ainesosia, kuten jauhoja, konsentratteja ja isolaatteja. Näitä ainesosia voidaan hyödyntää teollisissa elintarvikesovelluksissa. Prosessoinnilla muutetaan ainesosien toiminnallisia ominaisuuksia. Se voidaan toteuttaa joko muuttamalla kokonaisvaltaista ravintoainekoostumusta käsittelyvaiheiden jälkeen tai muuttamalla proteiinien sekä muiden komponenttien rakennetta ja konformaatiota. Eri käsittelytavoilla on vaikutusta myös härkäpavun aistinvaraisiin ominaisuuksiin, esimerkiksi lämpökäsittelyllä voidaan estää lipidien hapettumista, mikä aiheuttaa sivumakujen syntymistä. Härkäpavun prosessointi vaikuttaa sen sisältämien antiravintoaineiden määrään, millä on vaikutusta sen turvallisuuteen elintarvikekäytössä. [16.]

Proteiini-isolaatteja ja -konsentraatteja voidaan valmistaa eri menetelmillä, jotka pääasiassa jaetaan proteiinin märkä- ja kuivaerotteluun. Märkäerottelussa proteiini eristetään härkäpapujauheesta kemiallisesti tietyssä pH:ssa. Kuivaerottelussa siemen jauhetaan hienoksi ja samalla siitä lajitellaan hieno-osainen proteiini karkeammasta tärkkelyksestä kiertoilman avulla. [3, s. 3.]

Proteiinikonsentraatit ja -isolaatit eroavat käsittelemättömästä härkäpapujauheesta muullakin tavoin kuin proteiinin määrän suhteen. Konsentraateista ja isolaateista on poistettu melkein kaikki muut (mukaan lukien tärkkelys) ravintoaineet paitsi proteiini. Proteiinipitoisuus isolaateissa on yli 90 %. Konsentraateissa se on pienempi, noin 35–80 %. Myös proteiinin laadussa voidaan havaita eroja. Proteiini-isolaattien sisältämän proteiinin sulavuus on todettu paremmaksi kuin proteiinikonsentraattien. [3, s. 1.] Taulukossa 4 on esitetty proteiinirikkaan härkäpapujauheen ja härkäpapuproteiini-isolaatin ravintoainekoostumukset.

Taulukko 4. Härkäpavusta valmistetun proteiinirikkaan jauheen ja proteiini-isolaatin ravintoainekoostumukset (g/100 g) [17, s. 17].

	Proteiinirikas jauhe	Proteiini-isolaatti
Kosteus	12,2	6,1
Proteiini	64,1	90,1
Rasva	2,4	4,4
Tyydyttyneet rasvahapot	0,4	0,8
Kertatyydyttymättömät rasvahapot	0,6	1,0
Monityydyttymättömät rasvahapot	1,3	2,4
Tuhka	4,8	5,2
Hiilihydraatit	28,7	1,3
Tärkkelys	7,55 ± 0,24	2,48 ± 0,05

Härkäpapuproteiinkonsentraatin ja -isolaatin aminohappokoostumukset eroavat toisistaan hieman. Proteiini-isolaatti sisältää enemmän yksittäisiä aminohappoja verrattuna konsentraattiin. [3, s. 1.] Proteiinkonsentraateissa ja -isolaateissa on usein merkittävästi vähemmän tärkkelystä, rasvaa, tuhkaa sekä kuitua verrattuna jauhoihin [11, s. 2900].

2.3 Aistinvaraiset ominaisuudet

Härkäpavun sivumakujen syntymiseen ja aistinvaraisen laadun heikkenemiseen vaikuttavat haihtuvat yhdisteet, kuten aromaattiset hiilivedyt, aldehydit, alkaanit, alkeenit, alkoholit, ketonit, furaanit sekä muut yhdisteet [18, s. 60–61]. Näitä yhdisteitä syntyy erityisesti rasvojen hapettua sadonkorjuun, käsittelyn ja varastoinnin aikana [6, s. 7]. Myös aminohappojen, hiilihydraattien ja karotenoidien entsymaattisissa ja ei-entsymaattisissa reaktioissa syntyy haihtuvia yhdisteitä [18, s. 58].

Palkokasveissa havaittava epämiellyttävä papumainen, vihreä ja ruohoinen maku johtuu kasvien sisältämistä aldehydeistä, alkoholeista ja ketoneista. Härkäpavussa havaittava papumainen aromi on liitetty aldehydeihin kuuluvaan heksanaaliin, mutta sen tarkkaa vaikutusmekanismia ei vielä tunneta. Myös heksanoli, pentanoli, 2-pentyylifuraani, heptanoli sekä metoksiipyraatsiini on yhdistetty papumaiseen aromiin. [19, s. 4021.]

pH-arvolla on myös todettu olevan vaikutusta härkäpavun sivumakujen havaitsemiseen. Kuivatun herneen kaltainen maku on voitu erottaa härkäpapuproteiini-isolaatista pH:n ollessa neutraali. Happamassa pH:ssa on puolestaan havaittu epämiellyttävä, hedelmäinen maku. [18, s. 61.]

Härkäpavun karvas maku ja astringoivuus, eli suuta kuivattava ominaisuus, liittyvät sen sisältämiin saponiineihin ja fenolisiin yhdisteisiin, kuten tanniineihin [16]. Myös visiini, konvisiini ja useat aminohapot vaikuttavat karvaaseen makuun ja suuta kuivattavaan tunteeseen [20, s. 12]. Lukkarin (2021) pro gradu -tutkielmassa on todettu, että härkäpapuproteiinkonsentraatin karvaus ja suuta

kuivattava tunne on voimakkaampi verrattuna ruskeasta herneestä, keltaisesta herneestä, hampusta ja pellavasta valmistettuihin konsentraatteihin sekä herneproteiini-isolaattiin [21].

Prosessointimenetelmillä ja härkäpavun olomuodolla on vaikutusta härkäpavun flavoriin. Proteiinikonsentraatilla on todettu olevan vahvin flavori ja jälkimaku verrattuna härkäpavusta valmistettuun proteiini-isolaattiin sekä jauhoon. Myös karvaus ja herneen maku on havaittu voimakkaimpina proteiinikonsentraatissa. Proteiini-isolaatissa on puolestaan havaittu vahvin viljan maku ja haju sekä yleinen sivumaku ja -haju. Härkäpapujauhon on todettu olevan flavoriltaan näistä kaikista miedoin. [18; 20, s. 8.]

3 Palkokasvien maun muokkaaminen ja peittäminen

Palkokasvien kokonaisvaltaisen maun muokkaamiseen voidaan hyödyntää monia eri tapoja. Kaikki tavat eivät kuitenkaan ole yhtä tehokkaita jokaiselle palkokasville johtuen niiden välisistä koostumuseroista. Makua voidaan muokata joko lisäämällä tuotteeseen makua parantavia ainesosia tai vähentämällä sivumakuihin vaikuttavien yhdisteiden määrää. [18.]

3.1 Aromit

Erilaisten aromien käytöstä palkokasvien maun muokkaamisessa ja peittämisessä löytyy rajatusti tietoa. Monet palkokasveista valmistetut tuotteet kuitenkin sisältävät esimerkiksi luontaisia aromeita.

Palkokasveille ominaisten maanläheisten makujen peittämisessä pähkinäisen maun lisääminen voi olla tehokasta. Rikkipitoisen maun peittämisessä voidaan puolestaan hyödyntää vadelman tai mansikan aromia. [22.] Schultz ym. (1988) ovat tutkimuksessaan todenneet, että lisäämällä mansikka-aromia härkäpavusta valmistettuun geeliin, saatiin vähennettyä kuivatun herneen makua [18, s. 62].

Elintarvikkeiden maustamiseen ja aromeihin erikoistuneilta yrityksiltä voidaan tilata juuri omaan käyttötarkoitukseen sopivia aromeita. Aromeihin perehtyneet ammattilaiset kehittävät asiakkaan tarpeisiin sopivat ratkaisut. Esimerkiksi aromeihin erikoistuneet yritykset Prova ja Metarom valmistavat asiakkailleen yksilöityjä elintarvikekäyttöön tarkoitettuja makua peittäviä aineita. [23; 24.] Jotta valmistettu aromiaine palvelisi asiakkaan tarpeita mahdollisimman hyvin, tulee varmistaa asiakkaan tavoitteet oman tuotteen lopullisista ravintoarvoista. Lisäksi täytyy määrittää nykyisen tuotteen makuprofiili, jotta löydetään oikeat maut peittämään ei-toivottuja makuja. [25.]

3.2 Entsyymit

Kasviproteiinien toiminnallisia ominaisuuksia kuten geelin muodostamis- ja emulgointikykyä sekä makuprofiilia voidaan kehittää entsyymaattisella hydrolyysillä. Aaslyng ym. (1998) ovat tutkineet kasviproteiinien hydrolysointia ja todennut, että hydrolysoinnin tuotteena syntyy erilaisia yhdisteitä, kuten aminohappoja, lyhyitä peptidejä ja monia liukoisia aromiyhdisteitä, kuten alkoholeja ja pyratsiineja. Syntyviin aminohappoihin lukeutuvalla glutamiinihapolla on umaminen eli lihaisa aromi. Umami maun esiasteita voidaan siis tuottaa soijasta valmistetussa proteiinipitoisessa ainesosassa entsyymaattisen hydrolyysin avulla. Vaikutus kasviproteiinin makuominaisuuksiin riippuu hydrolyysissä käytetystä entsyymistä ja hydrolyysiolosuhteista. [11, s. 2915.]

Entsyymaattisella hydrolyysillä voidaan poistaa kasviproteiineille ominaista karvasta, papumaista ja ruohoisaa makua sekä astringoivuutta. Taulukossa 5 on esitetty eri entsyymeillä suoritettujen hydrolyysien vaikutuksia makuun herne-, papu- ja lupiini-isolaateissa. Osa entsyymeistä on vähentänyt karvasta makua, kun taas toiset ovat kasvattaneet sitä. Esimerkiksi lupiinin karvasta makua on onnistuttu vähentämään Flavourzyme-, Corolase- sekä Papain-entsyymeillä. [11, s. 2917–2918.]

Taulukko 5. Proteolyttisillä entsyymeillä käsiteltyjen proteiini-isolaattien makuominaisuudet erilaisissa hydrolyysiolosuhteissa [suomennettu ja muokattu lähteestä 11, s. 2917–2918].

Entsyymi	Proteiini-isolaatti	Hydrolyysiolosuhteet	Havaitut muutokset maussa
Flavourzyme	Lupiini	120 min, 50 °C, pH 6	Karvas maku väheni
	Soija	10–120 min, 5 °C, pH 6	Karvas maku väheni
	Herne	4 h, 50 °C, pH 7	Karvas maku kasvoi
Papain	Lupiini	120 min, 80 °C, pH 7	Karvas maku väheni
	Soija	10–120 min, 80 °C, pH 7	Hernemäinen maku ja astringoivuus vähenivät
	Herne	15 min, 65 °C, pH 7	Karvas maku väheni
Corolase	Lupiini	120 min, 55 °C, pH 7	Karvas maku väheni
	Soija	10–120 min, 55 °C, pH 7	Karvas maku kasvoi
	Herne	120 min, 50 °C, pH 7	Karvas maku väheni
Protamex	Lupiini	120 min, 60 °C, pH 8	Karvas maku kasvoi, ruohoisa maku kasvoi, astringoivuus kasvoi
	Soija	0–30 min, 45 °C, pH 6	Karvas maku väheni, papumainen maku väheni
	Herne	15/120 min, 65 °C, pH 7	Karvas maku väheni
Neutrase	Lupiini	120 min, 50 °C, pH 6,5	
	Soija	10–120 min, 50 °C, pH 6,5	Karvas maku kasvoi
	Herne	120 min, 50 °C, pH 7	Karvas maku väheni

3.3 Perusmakuaineet

Makujen muokkaaminen ja peittäminen voidaan aloittaa korostamalla eri perusmakuja, kuten makeutta tai suolaisuutta. Jo pienellä määrällä makeutusainetta tai suolaa voidaan peittää karvasta tai hapanta makua. Jossain tapauksissa voi myös olla järkevää korostaa sivumakua sen sijaan, että sitä yritettäisiin peittää. Esimerkiksi greipistä luonnollisesti löytyvällä karvaalla maulla voidaan täydentää karvaita sivumakuja ja vastaavasti sitruunalla happamia sivumakuja. [22.]

Natriumglutamaatti on yleisimmin käytettyjä lisäaineita maailmanlaajuisesti. Se korostaa ruoan suolaisuutta ja lihaisaa makua, joka tunnetaan myös nimellä umami. [26, s. 98–99.] Lisäaineena natriumglutamaatti sekä parantaa makuja että vaimentaa erilaisia makuja ja hajuja. Se kuitenkin tehostaa makua ainoastaan ollessaan vapaassa muodossa L-konfiguraatiossa. Makeassa ruoassa ja joissakin erityisen karvaissa ruoissa natriumglutamaatti ei toimi makujen parantajana. Optimaalinen lisäaineena käytetyn glutamaatin määrä tuotteessa on 0,1–0,8 painoprosenttia. Glutamaatin käyttömäärään vaikuttaa se, millainen elintarvike on kyseessä. [27, s. 132–135.]

3.4 Mikrobit

Palkokasvien ominaismakua voidaan parantaa erilaisten mikro-organismien avulla. Koska aldehydit ja ketonit vaikuttavat merkittävästi papumaisen sivumaun syntymiseen, voidaan hyödyntää alkoholidehydrogenaasi- (ADH) sekä aldehydidehydrogenaasi (ALDH) -entsyymejä. ADH muuttaa aldehydejä primäärisiksi alkoholeiksi ja ketoneja sekundäärisiksi alkoholeiksi, kun taas ALDH muuttaa aldehydejä karboksyylihapoiksi. Entsyymikäsittelyssä syntyneet primääriset ja sekundääriset alkoholit sekä karboksyylihapot ovat makuprofiilin kannalta parempia, sillä ne eivät muodosta samanlaista papumaista aromia kuin aldehydit ja ketonit. [28.]

Fischer ym. (2022) toteavat tutkimuksessaan, että *Lactobacillus asidophilus* -maitohappobakteerin käyttö soijamaidossa sekä fermentoiduissa soijasta ja herneestä valmistetuissa kasvijuomissa on johtanut papumaisen ja ruohoisen sivumaun vähenemiseen. Liitteessä 1 on esitetty enemmän tutkimuksessa havaittuja mikrobikantojen vaikutuksia elintarvikematriisien aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Muita maitohappobakteerien käytön havaittuja vaikutuksia olivat karvaan maun väheneminen ja kokonaisvaltainen makuprofiilin parantuminen sekä voion kaltaisen maun syntyminen. [28.]

*Lactobacillus plantarum*illa suoritettu herneproteiini-isolaatin 10 tunnin fermentoinnilla anaerobisissa olosuhteissa 37 °C:ssa on saanut aikaan parhaat tulokset niin maun kuin toiminnallisten ominaisuuksien kuten öljyn ja vedenpidätyskyvyn kannalta. Sivumakujen syntymiseen vaikuttavien aldehydien pitoisuus pieneni 42 % ja ketonien 64 % parantaen samalla kokonaisvaltaista makuprofiilia. [29.]

4 Materiaalit ja menetelmät

4.1 Härkäpapumatriisi

Kokeellisessa osuudessa hyödynnettiin Lipasu Oy:n käyttämää härkäpapumatriisia (kosteuspitoisuus maks. 15 %). Härkäpapumatriisi säilytettiin suljettavassa muovipussissa huoneenlämmössä ja kuivissa olosuhteissa.

4.2 Maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytetyt tuotteet

Maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytetyt aineet hankittiin yrityksen ja Metropolia Ammattikorkeakoulun kautta. Kokeellisessa osuudessa maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytetyt aineet valittiin sekä kirjallisuuden perusteella että yrityksen kiinnostuksen mukaan. Käytetyt aineet ja niiden valmistajat on listattu taulukossa 6. Tuotteet säilytettiin tuotespesifikaatioissa ilmoitettujen säilytysolosuhteiden mukaisesti.

Taulukko 6. Härkäpavun maun muokkaamisessa ja peittämisessä käytetyt tuotteet ja niiden toimittajat.

Tuote	Toimittaja
Acti Mask Pro (BO1) Flavour	Metarom
Acti Mask Pro (PO1) Flavour	Metarom
Mansikka-aromi	R. Österlund Oy
Vadelma-aromi	R. Österlund Oy
Karvasmanteliaromi	Dr. Oetker
Gefilus Vahva Kuuri	Oriola Oy
Omenahappo (E296)	Melkkobrew
Maitohappo (E270)	Vinoferm

Kokeellisessa osuudessa käytettiin lisäksi muita tuotteita näytteiden ja mallielintarvikkeiden valmistukseen. Ensimmäisen osion näytteiden valmistamiseen tarvittiin härkäpapumatriisin lisäksi juomavettä, auringonkukkaöljyä, glukoosisiirappia sekä emulgointi- ja stabilointiainetta. Voileipäkeksien valmistuksessa raaka-aineina käytettiin härkäpapumatriisia, vehnä jauhoja, sokeria, suolaa, suolaamatonta voita ja vettä. Fermentoidun härkäpavuvalmisteen valmistamiseen käytettiin härkäpapumatriisia, vettä, Viinitalo Melkko Oy:n valmistamaa dekstroosia, CP Kelcon valmistamaa GENU pektiiniä sekä startterina Alpron maustamatonta soijavalmistetta.

4.3 Esikokeet

Esikokeiden tarkoituksena oli löytää härkäpavun maun peittämiseen ja muokkaamiseen käytettyjen tuotteiden joukosta toimivimmat, ja hyödyntää niitä myöhemmässä vaiheessa härkäpavuvalmisteen ja voileipäkeksien valmistuksessa. Elintarvikelaboratoriossa suoritettavat esikokeet aloitettiin määrittämällä sopiva härkäpapumatriisin ja veden suhde. Tarkoituksena oli löytää suhde, jossa härkäpavulle ominainen maku erottuisi selkeästi, jotta sitä voitaisiin peittää. Lopputuloksena päädyttiin seokseen, jossa härkäpapumatriisin määrä oli 5 paino-% ja veden määrä 95 paino-% (kuva 1).

Kuvasta 1 nähdään, että sekoittaessa härkäpapu-vesiseosta sen pinnalle muodostui vaahtoa. Boukidin ja Castellarin (2022) mukaan kuivafraktioinnilla valmistetun härkäpapakonsentraatin vaahdonmuodostuskapasiteetti on ~140 % ja vaahdonpysyvyys 73 % (pH 7, 22 °C). Emäsuutetun härkäpapuproteiini-isolaatin vastaavat luvut ovat 77 % ja 64 % sekä happouutetun härkäpapuproteiini-isolaatin 15–30 % ja 90 %. [30, s. 6–8.]



Kuva 1. Härkäpapu-vesiseos, jossa 5 paino-% härkäpapua ja loput vettä.

Näytteiden valmistus aloitettiin punnitsemalla tarvittavat määrät härkäpapumatriisia ja vettä. Seuraavaksi vesi ja härkäpapumatriisi sekoitettiin sauvasekoittimella tasaiseksi seokseksi. Ensimmäisissä näytteissä sekoitus suoritettiin käsivispilällä, mikä johti siihen, ettei härkäpapumatriisi sekoittunut kunnolla veden kanssa. Tasaiseksi sekoitettu seos keitettiin kattilassa (30 min), jotta härkäpavun sisältämät haitalliset yhdisteet saatiin hajotettua. Keitetyn

seoksen annettiin jäähtyä 40 °C:seen ennen maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytettyjen aineiden lisäämistä.

Härkäpapu-vesiseoksen määrä (g) vaihteli eri näytteiden välillä lisättyjen aineiden annostelun helpottamista varten. Härkäpapu-vesiseoksesta tehtiin myös vertailunäytteitä, joiden flavoriin maskausaineiden vaikutusta verrattiin.

Vesiliukoiset maun parantamiseen ja peittämiseen käytetyt aineet (Acti Mask Pro (BO1) Flavour, Acti Mask Pro (PO1) Flavour, mansikka-aromi, vadelma-aromi, omenahappo, maitohappo) sekoitettiin pienen vesimäärän kanssa ennen lisäystä näytteisiin. Acti Mask Pro (BO1) Flavour -aine sekoitettiin tuotespesifikaation ohjeistuksen mukaisesti veteen, johon oli lisätty glukoosisiirappia.

Rasvaliukoisen karvasmanteliaromin vaikutusta härkäpapumatriisin makuominaisuuksiin kokeiltiin neljässä eri näytteessä: 19, 20, 21 ja 22 (liite 2). Näytteisiin lisättiin auringonkukkaöljyä, jotta aromi sekoittuisi kunnolla härkäpapu-vesiseoksen joukkoon. Aromin lisäämistä varten valmistettiin emulsiot, joiden pohjana käytettiin härkäpapu-vesiseosta (5 paino-% härkäpapua ja 95 paino-% vettä). Näytteissä 19, 20 ja 21 härkäpapu-vesiseoksen joukkoon lisättiin auringonkukkaöljyä 10 paino-% näytteiden kokonaismäärästä ja näytteessä 22 auringonkukkaöljyn määrä oli 5 paino-%. Kaikkiin näytteisiin (19, 20, 21 ja 22) lisättiin myös emulgointiainetta 1 paino-% koko näytteen määrästä. Karvasmanteliaromi sekoitettiin lopuksi emulsion sekaan pienen öljymäärän kanssa.

Näytteisiin lisätyt maun muokkaamiseen ja peittämiseen tarkoitetut aineet punnittiin analyysivaa'alla. Ensimmäisissä kokeissa käytetyt aineet sekoitettiin härkäpapu-vesiseokseen lusikalla sekoittaen. Jatkossa lisätyt aineset sekoitettiin sauvasekoittimen avulla, jotta ne varmasti sekoittuisivat kunnolla muiden aineiden sekaan.

Härkäpapu-vesiseoksesta valmistettiin useampi näyte, joissa eri maun muokkaamiseen ja peittämiseen tarkoitettuja aineita käytettiin eri määrä.

Valmistetut näytteet ja lisättyjen aineiden pitoisuudet löytyvät liitteestä 2. Maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytettyjen aineiden pitoisuuksia näytteissä pienennettiin tai suurennettiin saatujen tulosten perusteella.

Fermentoitavia härkäpapuvellinäytteitä varten härkäpapumatriisi sekoitettiin sauvasekoittimella veden kanssa ja seosta kuumennettiin 15 minuuttia 80 °C:ssa haitallisten yhdisteiden vähentämiseksi. Seoksen jäähtyttyä 40 °C:seen auringonkukkaöljy ja emulgointi- ja stabilointiaineet sekoitettiin joukkoon sauvasekoittimella ja lopuksi näytteeseen lisättiin vielä yhden maitohappobakteerikapselin sisältö. Valmiit näytteet laitettiin suljettaviin lasipurkkeihin, joissa näytteiden pH (6,4) mitattiin ennen fermentointia.

Härkäpapuvellinäytteiden fermentointi toteutettiin kahdella näytteellä, joista toista fermentoitiin 24 tuntia ja toista 48 tuntia. Kolmas näyte oli vertailunäyte ilman maitohappobakteereja. Vertailunäytettä säilytettiin jääkaappiolosuhteissa. Fermentoinnin jälkeen näytteistä mitattiin pH ja ne laitettiin jääkaappiin säilöttäväksi.

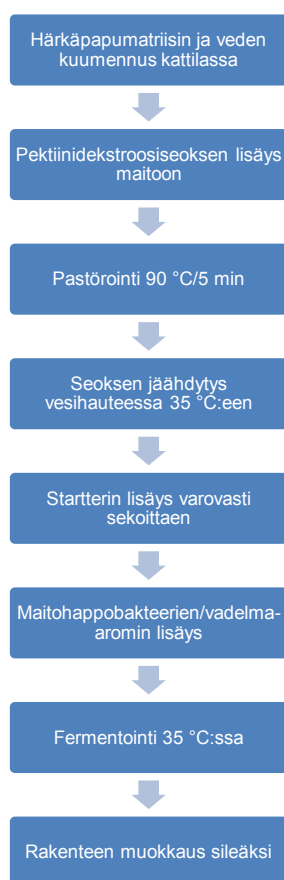
Esikokeissa valmistettuja näytteitä arvioitiin kahden insinööriyöntekijän kesken. Useampaa näytettä maistettiin rinnakkain, jotta maun muokkaamiseen ja peittämiseen tarkoitettujen aineiden eri pitoisuuksien vaikutuksia voitiin arvioida keskenään. Näytteiden arvioinnissa suun neutralointiin käytettiin vettä.

4.4 Härkäpapuvalmisteen fermentointi

Fermentoinnin eli hapattamisen pääasiallinen tarkoitus oli muokata ja peittää härkäpapuvalmisteen sisältämän härkäpapumatriisin karvasta ja hernemäistä makua. Hapattamisella voidaan myös parantaa kasvipohjaisten tuotteiden rakennetta. Lisäämällä hapattaminen osaksi kasvipohjaisten elintarvikkeiden prosessointia, voidaan muokata raaka-aineiden solurakennetta ja kemiallista koostumusta, mikä parantaa ravintoaineiden hyväksikäytettävyyttä. Samalla terveyden kannalta epäsuotuisten yhdisteiden määrää voidaan vähentää. [31.]

Härkäpapuvalmistetta varten härkäpapumatriisi (9 %) ja vesi (91 %) sekoitettiin keskenään sauvasekoittimella, jonka jälkeen seosta keitettiin kattilassa 80 °C:ssa 30 minuutin ajan. Ennen härkäpapumatriisi-vesiseoksen käyttämistä härkäpapuvalmisteen valmistusprosessissa siitä siivilöitiin ylimääräinen vaahto pois.

Härkäpapuvalmisteen valmistuksessa raaka-aineina käytettiin härkäpapumatriisi-vesiseosta (93 %), dekstroosia (3 %), pektiiniä (1 %) sekä starterina Alpron maustamatonta soijavalmistetta (3 %). Lopputuotetta valmistettiin 500 g kuvassa 2 näkyvän prosessin mukaisesti. Ennen fermentointia härkäpapuvalmiste jaettiin kahteen osaan (2 x 200 g), joista toiseen lisättiin vielä yhden maitohappobakteerikapselin sisältö ja toiseen vadelma-aromia 0,1 % (0,2 g) härkäpapuvalmisteen määrästä. Valmiit tuotteet kaadettiin tiiviisti suljettaviin lasipurkkeihin.



Kuva 2. Härkäpapuvalmisteen valmistusprosessi.

Härkäpapuvalmisteita fermentoitiin 35 °C:ssa 22 tunnin ajan. Fermentoinnin jälkeen molemmista valmistetuista tuotteista mitattiin pH-arvot, jotka olivat hyvin lähellä toisiaan. Härkäpapuvalmisteen, johon lisättiin maitohappobakteerikapselin sisältö, pH-arvo fermentoinnin jälkeen oli 4,1. Vadelma-aromilla maustetun valmisteen pH-arvoksi mitattiin 4,0. Lopuksi tuotteiden rakenne muokattiin sileäksi varovaisesti sekoittamalla.

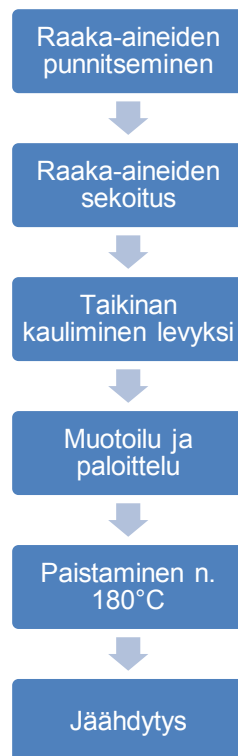
4.5 Voileipäkeksien valmistus

Toiseksi mallielintarvikkeeksi valittiin voileipäkeksit niiden neutraalin maun takia. Voileipäkeksijä valmistettiin ensin useampi erä ilman maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytettyjä aineita. Tarkoituksena oli valmistaa taikina, jossa härkäpavun flavori voitiin erottaa sen peittämistä varten. Taikinoita valmistettiin neljällä eri härkäpapupitoisuudella. Eri valmistuserissä vehnäjauhoista korvattiin 15, 30, 50 ja 100 % härkäpapumatriisilla. Voileipäkeksien valmistuksessa raaka-aineina käytettiin

- härkäpapumatriisia
- vehnäjauhoja
- sokeria
- suolaa
- suolaamatonta voita
- vettä.

Voileipäkeksien valmistaminen aloitettiin punnitsemalla oikeat määrät raaka-aineita. Raaka-aineiden sekoittamiseen käytettiin monitoimikonetta. Ensimmäisenä sekoitettiin sekaisin jauhot (härkäpapumatriisi ja vehnäjauho), sokeri ja suola. Tämän jälkeen suolaamaton voi lisättiin joukkoon pieninä palasina ja sekoitettiin kuiva-aineiden sekaan. Viimeisenä vesi lisättiin sekaan

monitoimikoneen pyöriessä ja taikina sekoitettiin tasaiseksi. Voileipäkeksien valmistusprosessi on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Voileipäkeksien valmistusprosessi.

Valmis taikina kaulittiin tasaiseksi levyksi, josta leikattiin n. 3 x 3 cm:n kokoisia paloja. Palat aseteltiin uunipellille ja paistettiin noin 10 minuuttia kiertoilmauunissa n. 180 °C. Voileipäkeksit pyrittiin paistamaan tasaisen väriseksi, jotta ne olisivat mahdollisimman tasalaatuisia. Kuvasta 4 nähdään, että pinnan väri kuitenkin vaihteli voileipäkeksien välillä. Valmiit voileipäkeksit säilytettiin suljettavissa pakasterasioissa huoneenlämmössä.



Kuva 4. Kiertoilmauunissa paistetut voileipäkeksit.

Neljästä eri taikinasta valittiin jatkoon se, joka sisälsi härkäpapua 50 %.

Taikinasta valmistettiin neljä eri erää, joissa jokaisessa käytettiin eri maun muokkaamiseen tarkoitettua ainetta. Lisätyt aineet ja niiden määrät on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Voileipäkeksissä käytetyt maun muokkaamiseen ja peittämiseen käytetyt aineet ja niiden määrät.

Käytetty aine	määrä (g)	Osuus härkäpavun määrästä (%)
Maitohappo	0,40	1
Omenahappo	0,40	1
Acti Mask Pro (PO1) Flavour	0,14	0,35

Acti Mask Pro (BO1) Flavour	0,12	0,3
-----------------------------	------	-----

Maitohappo, omenahappo ja Acti Mask Pro (PO1) Flavour sekoitettiin taikinaan lisättävän veden joukkoon. Myös Acti Mask Pro (BO1) Flavour sekoitettiin veden joukkoon, mutta veden joukkoon oli lisäksi lisätty pieni määrä taikinaan lisättävästä sokerista.

4.6 Parivertailutesti

Voileipäkekseihin lisättyjen aineiden vaikutusta härkäpavun flavoriin arvioitiin parivertailutestin avulla. Arvioinnilla haluttiin selvittää, kannattaako härkäpavun hernemäistä ja karvasta makua peittää esikokeissa käytetyillä aineilla.

Aistinvaraista arviointia varten ensiksi esiraati (n = 4) kokoontui arvioimaan valmistettuja voileipäkeksejä ja keskustelemaan, millaista tietoa arvioinnista tavoitellaan. Esiraati koostui kahdesta insinööriyöntekijästä sekä oppilaitoksen ja yrityksen ohjaajista.

Voileipäkeksejä arvioitaessa esiraati totesi, että paistolla oli merkittävä vaikutus härkäpavun hernemäisen ja karvaan maun vähenemiseen. Esikokeiden perusteella aistinvaraisen arvioinnin menetelmäksi valikoitui parivertailutesti, jonka avulla voitiin selvittää, onko voileipäkekseihin lisätyillä aineilla vaikutusta härkäpavulle ominaiseen makuun. Arviointiin valikoitui kolme samalla reseptillä valmistettua voileipäkeksiä, joissa jauhoista 50 % oli korvattu härkäpapumatriisilla. Voileipäkekseistä yksi ei sisältänyt reseptin ulkopuolisia aineita ja kahden muun voileipäkeksin makua oli paranneltu joko omenahapolla tai Acti Mask Pro (PO1) Flavour -aineella. Jokaisella raadin jäsenellä oli arvioitavana seuraavat näytesarjat:

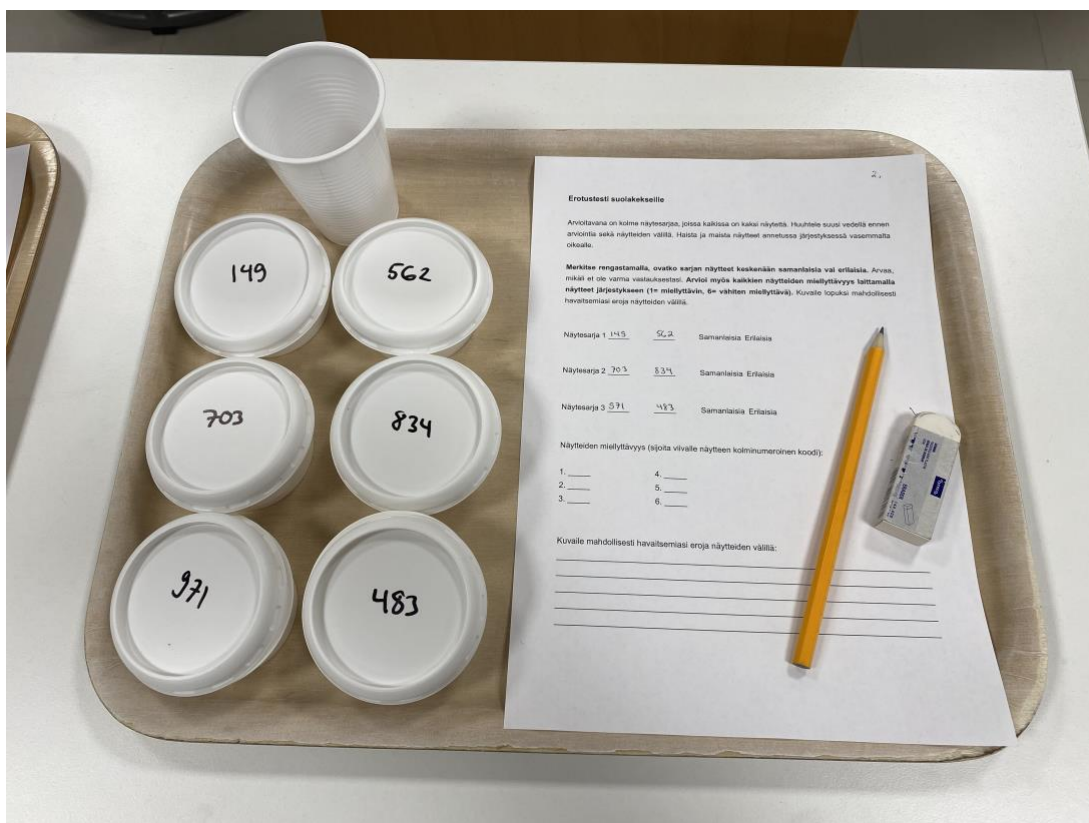
- näytesarja 1: käsittelemätön näyte vs. käsittelemätön näyte
- näytesarja 2: käsittelemätön näyte vs. Acti Mask Pro (PO1) Flavour
- näytesarja 3: käsittelemätön näyte vs. omenahappo.

Parivertailutestissä raadin jäsenet vertailivat kerrallaan kahta näytettä keskenään ja arvioi, ovatko näytteet samanlaiset vai erilaiset. Näytesarjoja oli kolme, joissa kaikissa verrattiin käsittelemätöntä näytettä 1) käsittelemättömään näytteeseen 2) Acti Mask Pro (PO1) Flavour -näytteeseen ja 3) omenahapponäytteeseen. Sarjojen sisäinen ja sarjojen välinen näytejärjestys oli satunnaistettu arvioijille. Arvioijaa pyydettiin huuhtelemaan suu vedellä näytteiden välissä.

Parivertailutestin lisäksi arviointilomakkeessa haluttiin selvittää näytteiden miellyttävyysojärjestys. Arvioija sijoitti näytteet järjestykseen (1–6) miellyttävyyden perusteella. Lopuksi arvioija sai kommentoida näytteiden välillä havaitsemiaan eroja. Liitteessä 3 löytyy parivertailutestissä käytetty lomake.

Aistinvaraisen arvioinnin raati (n = 15) koostui bio- ja elintarviketekniikan eri vuosikurssien opiskelijoista. Kaikilla raadin jäsenillä oletettiin olevan kokemusta aistinvaraisesta arvioinnista opiskelusuuntauksen perusteella. Arviointi toteutettiin kahden tunnin aikana ja raadin jäsenet suorittivat arvioinnin oman aikataulunsa mukaisesti. Ennen arviointia jokainen raadin jäsen luki ja allekirjoitti eettisen lomakkeen, jossa vahvisti ymmärtäneensä arvioinnin käytänteet.

Arviointi toteutettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun luokkatilassa, jossa pöydät oli sijoitettu riveittäin. Arvioijan eteen pöydälle oli sijoitettu tarjotin, jonka päälle asetettiin näytesarjat, arviointilomake, kynä, kumi ja vesimuki. Parivertailutestin esillepano on esitetty kuvassa 5. Näytteet annosteltiin mataliin muoviasioihin ja päälle asetettiin kannet, joihin oli kirjoitettu näytteiden koodit. Näytteet koodattiin kolminumeroisin luvuin, jotta arvioijalle ei syntyisi mielikuvaa näytteiden luonteesta.



Kuva 5. Parivertailutestin esillepano. Näytesarjoja oli kolme, joissa kaikissa verrattiin käsittelemätöntä näytettä 1) käsittelemättömään näytteeseen 2) Acti Mask Pro (PO1) Flavour -näytteeseen ja 3) omenahaponnäytteeseen. Sarjojen sisäinen ja sarjojen välinen näytejärjestys oli satunnaistettu.

Parivertailutestin tulosten perusteella analysoitiin, onko voileipäkeksillä tilastollisesti merkitsevää eroa. Järjestystestin tuloksia analysoitiin R-ohjelman avulla.

5 Tulokset ja niiden tarkastelu

5.1 Maskausaineiden vaikutus härkäpavun flavoriin

Esikokeissa havaittiin, että maskausaineiden eli Acti Mask Pro (PO1) Flavour ja Acti Mask Pro (BO1) Flavour -aineiden vaikutukset härkäpapuvesiseoksen flavoriin olivat samanlaisia (taulukko 8). Molemmat aineet peittivät härkäpavulle ominaista karvasta sekä hernemäistä makua (taulukko 8). Lisäksi näytteiden kokonaismaku oli selkeästi pehmeämpi kuin vertailunäytteen.

Taulukko 8. Esikokeissa maun muokkaamiseen käytettyjen tuotteiden vaikutukset härkäpapu-vesiseoksen, härkäpapuemulsion sekä härkäpapuvellinäytteen makuprofiiliin.

Maun muokkaamiseen käytetty aine	Vaikutukset härkäpapu-vesiseoksen/härkäpapuemulsion/härkäpapuvellinäytteen makuprofiiliin
Acti Mask Pro (BO1) Flavour	Vähentää karvasta ja hernemäistä makua, pehmentää kokonaisvaltaista makua, kurkkua kutittava vaikutus (härkäpapu-vesiseoksessa)
Acti Mask Pro (PO1) Flavour	Vähentää karvasta ja hernemäistä makua, pehmentää kokonaisvaltaista makua, kurkkua kutittava vaikutus (härkäpapu-vesiseoksessa)
Mansikka-aromi	Vähentää hernemäistä makua, korostaa karvasta makua (härkäpapu-vesiseoksessa)
Vadelma-aromi	Peittää karvasta makua, parantaa kokonaisvaltaista makuprofiilia (härkäpapu-vesiseoksessa)
Karvasmanteliaromi	Peittää hernemäistä ja karvasta makua, pehmentää kokonaisvaltaista makuprofiilia (härkäpapuemulsiossa)
Gefilus Vahva Kuuri -maitohappobakteerit	Peittää hernemäistä makua, taikinan ja hiivan maku, pistävä maku (härkäpapuvellinäytteessä)
Omenahappo (E296)	Lisää happamuutta, vähentää hernemäistä makua, pehmentää kokonaisvaltaista makuprofiilia (härkäpapu-vesiseoksessa)
Maitohappo (E270)	Lisää happamuutta, peittää karvasta makua (härkäpapu-vesiseoksessa)

Maskausaineiden vaikutuksen suuruus ei vaihdellut merkittävästi eri pitoisuuksien välillä. Näytteiden nielemisestä epämiellyttävän teki maskausaineiden kurkkua kutittava vaikutus, joka kesti hetken aikaa nielemisen jälkeen. Näytteet, joissa oli käytetty Actimask Pro (BO1) -ainetta, maistuivat käytetyn glukoosisiirapin vuoksi makeammalle ja tämän vuoksi hieman miellyttävämmälle.

Taulukossa 8 esitetyt esikokeissa havaitut tulokset perustuvat kahden henkilön arvioihin. Havaintoihin on saattanut vaikuttaa henkilökohtaiset makumieltymykset. Esikokeiden perusteella voidaan tehdä alustavia huomioita käytettyjen tuotteiden vaikutuksista maun muokkaamiseen ja peittämiseen.

5.2 Aromien vaikutus härkäpavun flavoriin

Mansikka- ja vadelma-aromin lisäämistä härkäpapu-vesiseokseen kokeiltiin ensin yhtä suurella pitoisuudella (0,5 %). Aromivalmisteiden pitoisuutta pienennettiin näyte kerrallaan, sillä mansikan ja vadelman maut erottuivat selkeästi ensimmäisissä näytteissä.

Näytteet, joihin lisättiin vadelma-aromia, olivat maultaan miellyttävämpiä kuin käsittelemätön näyte. Vadelma-aromi peitti härkäpavun hernemäistä ja karvasta makua sitä paremmin, mitä suurempi vadelma-aromin pitoisuus oli. Aromin karvasta peittävä vaikutus oli odotettavissa [22].

Mansikka-aromilla onnistuttiin peittämään härkäpapu-vesiseoksen hernemäistä makua vastaavasti kuin aikaisemmin tehdyssä tutkimuksessa [18, s. 62]. Karvas maku kuitenkin korostui vahvemmin kuin vertailunäytteessä. Mansikka-aromin pitoisuutta pienentämällä karvas maku ei ollut yhtä voimakas, mutta makua ei kuitenkaan pidetty miellyttävänä.

Karvasmanteliaromin lisäämistä valmistettuun emulsioon kokeiltiin pienemmällä pitoisuudella kuin vadelma- ja mansikka-aromia, sillä karvasmanteliaromi on maultaan voimakas ja mielipiteitä jakava. Ensimmäisessä karvasmanteliaromia sisältävässä näytteessä aromin pitoisuus oli 0,1 %. Vaikka karvasmanteliaromin pitoisuutta pienennettiin puolella, aromin maku erottui edelleen selkeästi näytteistä. Emulsion sisältämä auringonkukkaöljy pehmensi näytteen makuprofiilia peittäen karvasta ja hernemäistä makua. Lisäksi karvasmantelia sisältäneiden emulsioiden jälkimaku koettiin miellyttäväksi.

5.3 Fermentoinnin vaikutus härkäpavun flavoriin

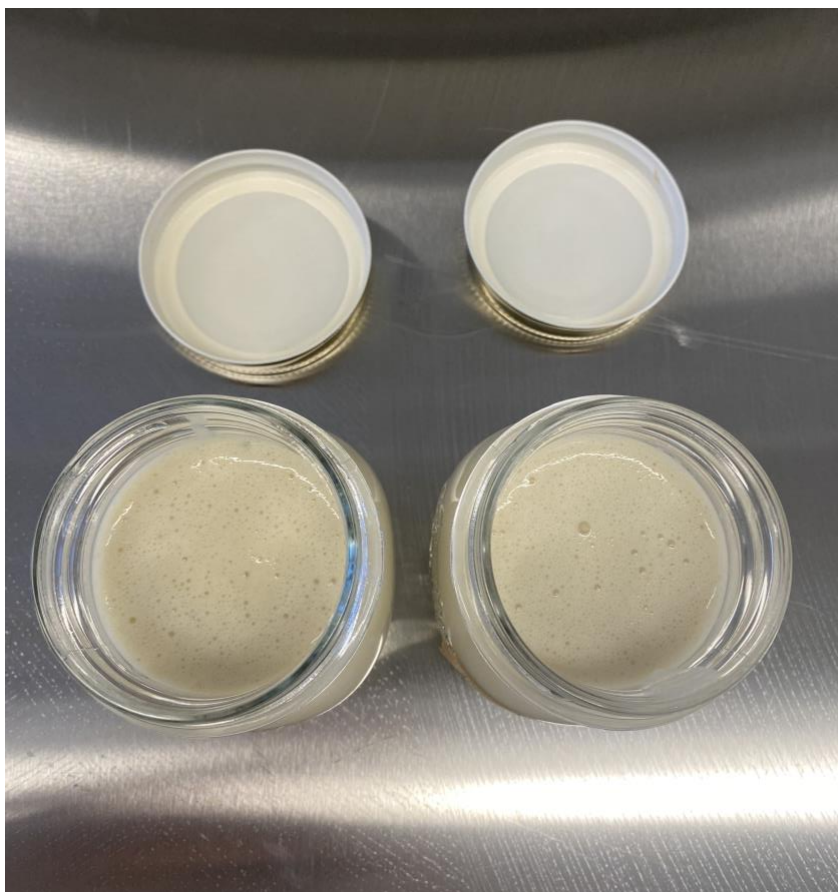
Kuvassa 6 nähdään 0, 24 ja 48 h fermentoidut härkäpapuvellinäytteet. Esikokeissa suoritetun fermentoinnin aikana molempien härkäpapuvellinäytteiden pH-arvot laskivat. 24 tunnin fermentoinnin jälkeen pH laski arvosta 6,4 arvoon 5,5 kun taas 48 tunnin fermentoinnin jälkeen pH-arvo oli 4,9. Fermentoinnin jälkeen molempien näytteiden tuoksu oli hyvin voimakas ja pistävä. Härkäpavun hernemäinen maku katosi fermentoinnin aikana kokonaan. Fermentointi aiheutti kuitenkin epämiellyttävän hiivamaisen flavorin, jonka myös Rankila (2014) on todennut opinnäytetyössään [32, s. 45]. Härkäpapuvellinäytteiden säilöminen jääkaapissa vuorokauden ajan vähensi pistävää ja voimakasta flavoria.



Kuva 6. Esikokeissa fermentoidut härkäpapuvellinäytteet ja fermentoimaton vertailunäyte. Vasemmalla olevaa näytettä fermentoitiin 48 tuntia ja keskellä olevaa näytettä 24 tuntia. Oikealla on fermentoimaton vertailunäyte.

Kuvassa 6 näkyvät vertailunäyte ja 24 tuntia fermentoitu näyte on sekoitettu tasaiseksi jääkaappisäilytyksen jälkeen, kun taas 48 tuntia fermentoitu näyte on otettu suoraan fermentointiolosuhteista.

Fermentoidut härkäpapuvalmisteet (kuva 7) olivat maultaan hyvin happamia pitkän fermentointiajan (22 h) vuoksi. Fermentointiaikaa olisi voitu lyhentää, jolloin härkäpapuvalmisteet olisivat todennäköisesti olleet maultaan miellyttävämpiä. Hapatettujen maitotuotteiden hapatusaika on yleensä noin 3 tuntia [33], mikä on merkittävästi vähemmän kuin toteutetussa hapatusprosessissa. Lisäksi härkäpapuvalmisteiden pH-arvojen muutosta olisi voitu seurata fermentoinnin aikana, jolloin hapattaminen olisi voitu keskeyttää etukäteen määritetyn pH-arvon kohdalla. Grasso, Alonso-Miravalles ja O'Mahony (2020) ovat tutkineet soijasta, kookoksesta, cashewpähkinästä ja mantelista valmistettujen kasvipohjaisten jogurttien kaltaisten valmisteiden fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia ja todenneet, että niiden pH-arvot ovat vaihdelleet 4,00 ja 4,56:n välillä [34, s. 5].



Kuva 7. Fermentoidut härkäpapuvalmisteet. Vasemmalla tuote, johon on lisätty yhden maitohappobakteerikapselin sisältö ja oikealla tuote, jossa käytetty vadelma-aromia.

Fermentoinnin jälkeen härkäpapuvalmisteissa ei maistunut ollenkaan härkäpavun hernemäinen ja karvas maku. Vadelma-aromilla maustettu tuote oli maultaan huomattavasti miellyttävämpi, mutta molemmat tuotteet muistuttivat maultaan kuitenkin hapattettua maitotuotetta. Koostumukseltaan härkäpapuvalmisteet olivat hyvin juoksevia ja sisälsivät paljon ilmakuplia.

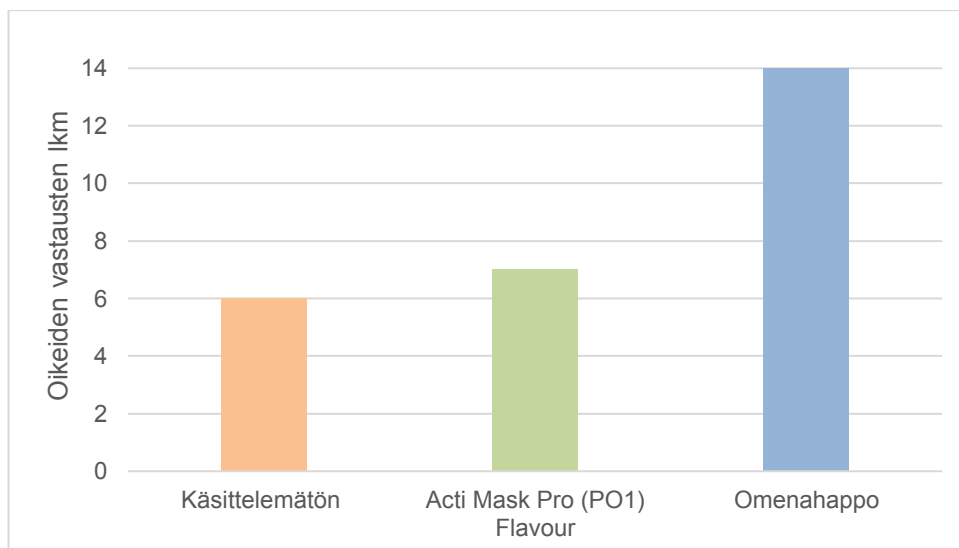
Aikaisempiin tutkimuksiin (liite 1) verrattuna härkäpapuvellinäytteiden ja härkäpapuvalmisteiden fermentoinnin tulokset olivat odotettuja. Näytteiden makuprofilia onnistuttiin muokkaamaan haluttuun suuntaan eikä härkäpavun flavi erottunut lopputuotteista.

5.4 Lisäaineiden vaikutus härkäpavun flavoriin

Omena- ja maitohappojen lisääminen aloitettiin liian suurilla pitoisuuksilla, jolloin näytteet olivat maultaan epämiellyttäviä liiallisen happamuuden takia. Jotta seuraavien näytteiden maku ei olisi yhtä hapan, lisäaineiden pitoisuuksia vähennettiin. Lisäaineiden avulla onnistuttiin osittain peittämään härkäpapur-vesiseoksen karvas maku. Happoja sisältävissä näytteissä havaittiin mieto herneläinen sivumaku happojen pitoisuudesta riippumatta.

5.5 Aistinvarainen arviointi

Parivertailutestissä näytesarja 1 sisälsi kaksi samanlaista käsittelemätöntä näytettä. Kuvasta 8 nähdään, että 6/15 arvioijaa erotti voileipäkeksit samanlaisiksi. Tulos ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävä ($p > 0,05$). Näytesarjassa 2 käsittelemätöntä voileipäkeksiä verrattiin voileipäkeksiin, jonka valmistamisessa oli käytetty Acti Mask Pro (PO1) Flavour -ainetta. Myöskään näytesarjassa 2 voileipäkeksejä ei erotettu tilastollisesti merkitsevästi ($p > 0,05$). Voileipäkekseiden eroavaisuuden havaitsi 7/15 arvioijaa. Viimeisessä näytesarjassa käsittelemätöntä näytettä verrattiin näytteeseen, johon oli lisätty omenahappoa ja voileipäkekseiden eron havaitsi 14/15 arvioijaa. Näytesarjassa 3 havaittiin näytteiden välinen ero selkeimmin. Parivertailutestin perusteella voidaan todeta, että voileipäkeksit, joihin on lisätty omenahappoa, erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) voileipäkekseistä, joihin ei lisätty maun muokkaamiseen ja peittämiseen tarkoitettuja aineita.



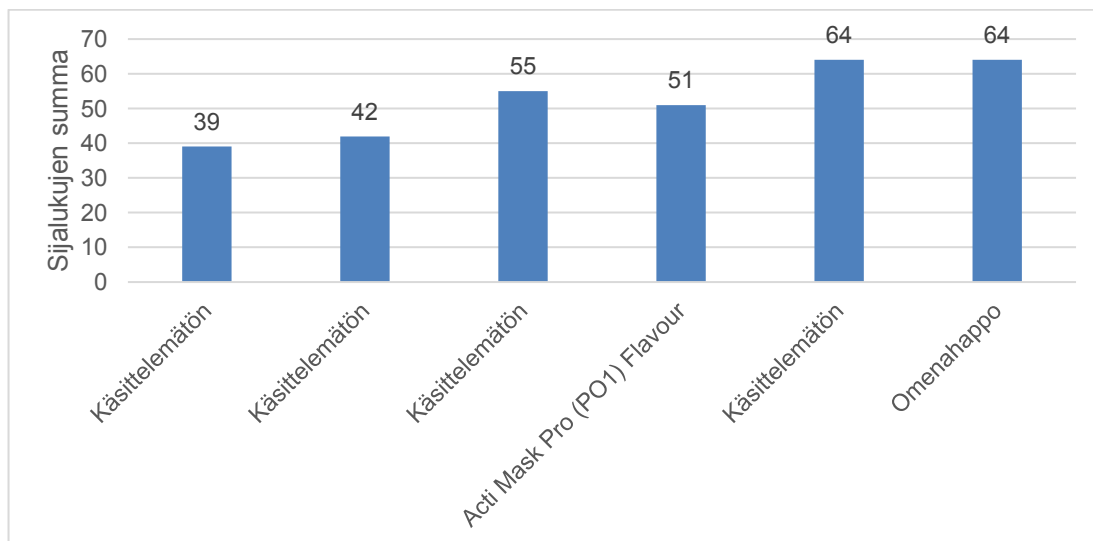
Kuva 8. Parivertailutestissä arvioitujen voileipäkeksi-näytesarjojen oikeiden vastausten lukumäärät (n = 15).

Raadin jäsenet kuvailivat sanallisesti näytteiden eroja maun sekä koostumuksen perusteella. Näytteiden makeudessa, rasvaisuudessa ja kokonaisvaltaisessa maussa havaittiin eroja. Lisäksi käsitlemättömin voileipäkekseiden makua kuvattiin juustoiseksi sekä voin ja karamellisoituneen makuisiksi.

Actimask Pro (PO1) Flavour -ainetta sisältäviä voileipäkeksejä kuvattiin maultaan pahvisiksi. Lisäksi voileipäkekseistä erotettiin voin maku ja haju. Omenahappo havaittiin voileipäkekseistä outona ja epämiellyttävänä sivumakuna sekä muista voileipäkekseistä poikkeavana makuna.

Näytteiden miellyttävyyssjärjestys vaihteli raadin jäsenten kesken. Kuvassa 9 on esitetty järjestystestissä annettujen sijalukujen yhteenlasketut summat. Mitä pienempi yhteenlaskettu summa on, sitä miellyttävämmäksi näyte on koettu. Kaikista miellyttävämmäksi koettiin ensimmäinen käsitlemätön voileipäkeksinäyte. Vähiten miellyttävimmiksi koettiin toinen käsitlemätön voileipäkeksi ja voileipäkeksi, jossa lisäaineena käytettiin omenahappoa. Voileipäkeksit, joissa käytettiin Acti Mask Pro (PO1) Flavour -ainetta koettiin kolmanneksi miellyttävimmäksi. Eri arvioijien antamien pisteiden välillä ei ole

tilastollisesti merkitsevää eroa (Friedman, $p > 0,05$). Myöskään eri tuotteiden saamien pisteiden välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa (Friedman, $p > 0,05$).



Kuva 9. Voileipäkeksinäytteiden yhteenlasketut sijaluvut järjestystestissä (n = 15).

Järjestystestissä arvioijia on saattanut hämätä se, että voileipäkeksinäytteistä neljä oli käsittelemättömiä eli samanlaisia. Käsitlemättömissä voileipäkeksissä on kuitenkin saattanut olla eroja ulkonäöllisesti ja koostumuksellisesti, mistä saattaa johtua sijalukujen summien erot neljällä käsittelemättömällä voileipäkeksillä.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että omenahapon käyttäminen ei lisännyt voileipäkeksien koettua miellyttävyyttä. Acti Mask Pro (PO1) Flavour -aineen voidaan todeta vaikuttavan koettuun miellyttävyyteen. Aistinvaraisesta arvioinnista olisi voitu saada työn kannalta tarkempia tuloksia, jos näytteitä olisi arvioitu ainoastaan maun perusteella. Toteutetun arvioinnin perusteella voidaan tehdä alustavia johtopäätöksiä, sillä raadin koko (n = 15) oli melko pieni.

6 Yhteenveto

Tässä insinöörityössä pyrittiin löytämään ratkaisuja härkäpavun maun ja sen sivumakujen muokkaamiseen sekä peittämiseen lisäaineiden, aromien ja mikrobien avulla. Työn kokeelliseen osuuteen valittiin kahdeksan eri maun muokkaamiseen ja peittämiseen tarkoitettua tuotetta, joiden vaikutusta härkäpavun makuominaisuuksiin tutkittiin ensin härkäpapu-vesiseoksessa sekä härkäpapuvellinäytteissä. Jokainen käytetty tuote muutti käyttömatriisin makuprofiilia, mutta havaitut vaikutukset olivat erilaisia. Esikokeiden perusteella valittujen tuotteiden toimivuutta tutkittiin myös mallielintarvikkeissa eli härkäpapuvalmisteissa ja voileipäkeksissä. Mallielintarvikkeita valmistaessa todettiin myös, että prosessoinnilla voidaan vähentää härkäpavun hernemäistä ja karvasta makua.

Aistinvaraisen arvioinnin avulla saatiin suuntaa antavia tuloksia siitä, kannattaako Acti Mask Pro (PO1) Flavour -ainetta tai omenahappoa käyttää härkäpavun flavorin peittämisessä. Parivertailutestin tulosten perusteella voitiin todeta, että omenahapolla oli suurempi vaikutus voileipäkeksin makuun kuin Acti Mask Pro (PO1) Flavour -aineella. Työssä todettiin myös, että voileipäkeksit, jotka sisälsivät omenahappoa, koettiin vähemmän miellyttäväksi kuin voileipäkeksit, joiden valmistuksessa käytettiin Acti Mask Pro (PO1) Flavour -ainetta. Tulosten luotettavuuden parantamiseksi aistinvaraisen arvioinnin raadin kokoa tulisi suurentaa ja raati olisi hyvä harjoittaa tunnistamaan papumainen ja hernemäinen maku ennen varsinaista arviointia.

Tutkimusta voidaan jatkaa yhdistämällä tässä työssä saatuja tuloksia prosessoinnin aikaisiin vaikutuksiin. Yhdistämällä useampaa maun muokkaamiseen käytettyä menetelmää voidaan saada peitettyä härkäpavun epämieleiseksi koettua makua vieläkin paremmin. Parivertailutestissä arvioitujen voileipäkeksien sisältämien omenahapon ja Acti Mask Pro (PO1) Flavour -aineen käyttöä myös muissa mallielintarvikkeissa tulisi tutkia. Yritys voi lähteä tutkimaan näiden tuotteiden toimivuutta seuraavaksi omissa jo olemassa olevissa tuotteissaan tai omassa tuotekehityksessään. Myös muiden

kuin tässä työssä käytettyjen lisäaineiden, aromien sekä mikrobien käyttöä härkäpavun maun muokkaamisessa ja peittämisessä kannattaa selvittää laajemmin.

Lähteet

- 1 Dhull, Sanju B.; Kashif Kidwai, Mohd.; Noor, Rashed, Chawla, Prince & Pawan Kumar, Rose. 2021. A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). Legume Science. Vol. 4.
- 2 Härkäpavun tarina. Verkkoaineisto. Luonnonvarakeskus. <<https://projects.luke.fi/futurecrops/fi/elamammekasvit/kasvien-kuvauksia/harkapapu/>>. 2.2.2023.
- 3 Lavola, Anu. 2018. Selvitys härkäpapuproteiini-isolaatista ja konsentraatista. Verkkoaineisto. <<https://luonnostatuotteeksi.riveria.fi/wp-content/uploads/2018/12/Härkäpapuproteiini-isolaateista.pdf>>. 7.11.2018. Luettu 2.1.2023.
- 4 Köpte, Ulrich & Nemecek, Thomas. 2010. Ecological services of faba bean. Field Crops Research. Vol. 115, s. 217–233.
- 5 Åström, Francesca. 2022. Toimitusjohtaja, Lipasu Oy, Hesinki. Keskustelu 27.10.2022.
- 6 Mustonen, Otto. 2018. Papumaiseen flavorikirjoon kuuluvien haihtuvien yhdisteiden muodostuminen härkäpavussa ja lupiinissa eri lipidisubstraateista. Maisterin tutkielma. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Helda-tietokanta.
- 7 Martinea-Côte, Delphine; Achouri, Allaoua; Karboune, Salwa & L'Hocine Lamia. 2022. Faba bean: An untapped source of quality plant proteins and bioactives. Nutrients. Vol. 14.
- 8 Sözer, Nesli; Melama, Leena; Silbir, Selim; Rizzello, Carlo G.; Flander, Laura & Poutanen, Laura. 2019. Lactic acid fermentation as a pre-treatment process for faba bean flour and its effect on textural, structural and nutritional properties of protein-enriched gluten-free faba bean breads. Foods. Vol. 8.
- 9 Niklander, Katariina. 2021. Entsyymikäsittelyn vaikutukset härkäpapu- ja hernepohjaisten lusikoitavien välipalatuotteiden aistittaviin ominaisuuksiin. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Helda-tietokanta.
- 10 Lizarazo, Clara; Lampi, Anna-Maija; Jingwei, Liu; Sontag-Strohm, Tuula; Piironen, Vieno & Stoddard, Frederick. 2015. Nutritive quality and protein production from grain legumes in a boreal climate. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol 95, s. 2053–2064.

- 11 Wang, Yaqin; Tuccillo, Fabio; Lampi, Anna-Maija; Knaapila, Antti; Pulkkinen, Marjo; Kariluoto, Susanna; Coda, Rossana; Edelmann, Minnamari; Jouppila, Kirsi; Sandell, Mari; Piironen, Vieno & Katina, Kati. 2022. Flavor challenges in extruded plant-based meat alternatives: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 21, s. 2898–2929.
- 12 Papu, härkäpapu, tuore *Vicia faba*. Verkkoaineisto. Terveystien ja hyvinvoinnin laitos. <<https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/34243>>. Luettu 10.12.2022.
- 13 Landry, Erik J.; Fuchs, Sam J. & Hu, Jinguo. 2016. Carbohydrate composition of mature and immature faba bean seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 50, s. 55–60.
- 14 Pulkkinen, Marjo; Coda, Rossana; Lampi, Anna-Maija; Varis, Jutta; Katina, Kati & Piironen, Vieno. 2019. Possibilities of reducing amounts of vicine and convicine in faba bean suspensions and sourdoughs. *European Food Research and Technology*. Vol. 245, s. 1507–1518.
- 15 Khazaei, Hamid & Vandenberg, Albert. 2020. Seed mineral composition and protein content of faba beans (*Vicia faba* L.) with contrasting tannin contents. *Agronomy*. Vol. 10.
- 16 Sharan, Siddharth; Zanghelini, Gabriela; Zotzel, Jens; Bonerz, Daniel; Aschhoff, Julian; Sain-Eve, Anne & Maillard, Marie-Noëlle. 2020. Fava bean (*Vicia faba* L.) for food applications: From seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 20, s. 401–428.
- 17 Vogelsang-O'Dwyer, Martin; Petersen, Iben Lykke; Skejovic Joehnke, Marcel; Sørensen, Jens Christian; Bez, Juergen; Detzel, Andreas; Busch, Mirjam; Krueger, Martina; O'Mahony, Arendt, Elke K. & Zannini, Emanuele. 2020. Comparison of faba bean protein ingredients produced using dry fractionation and isoelectric precipitation: techno-functional, nutritional and environmental performance. *Foods*. Vol. 9.
- 18 Roland, Wibke S. U.; Puvreau, Laurice; Curran, Julianne; Van de Velde, Fred & De Kok, Peter M. T. 2016. Flavor aspects of pulse ingredients. *Cereal Chemistry*. Vol. 94, s. 58–65.
- 19 Ritter, Stefan W.; Gastl, Martina I. & Becker, Thomas M. 2022. The modification of volatile and nonvolatile compounds in lupines and faba beans by substrate modulation and lactic acid fermentation to facilitate their use for legume-based beverages—A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 21, s. 4018–4055.

- 20 Tuccillo, Fabio; Kantanen, Katja; Wang, Yaqin; Ramos Diaz, Jose Martin; Pulkkinen, Marjo; Edelmann, Minnamari; Knaapila, Antti; Jouppila, Kirsi; Piironen, Vieno; Lampi, Anna-Maija; Sandell, Mari & Katina, Kati. 2022. The flavor of faba bean ingredients and extrudates: Chemical and sensory properties. *Food Research International*. Vol. 162.
- 21 Lukkari, Emmi. 2021. Kasviproteiini jauheiden aistittavien ominaisuuksien tutkiminen kuvailevalla menetelmällä. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Helda-tietokanta.
- 22 Grizio, Miranda. 2022. Blessings in disguise: Masking off-flavors. *Food Technology*. Vol. 76.
- 23 Masking flavors portfolio. Verkkoaineisto. PROVA. <<https://provaus.com/range-masking/>>. Luettu 3.2.2023.
- 24 Flavors. Verkkoaineisto. Metarom Group. <<https://www.metarom.com/flavors/?lang=en>>. Luettu 10.3.2023.
- 25 Flavors, an infinity of taste options. Verkkoaineisto. Metarom. <<https://www.metarom.com/flavors/?lang=en>>. Luettu 3.2.2023.
- 26 Kumar, Naveen. 2020. Monosodium glutamate (MSG) – a food additive. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*. 57, s. 98–107.
- 27 Wijayasekara, Kaushalya. 2017. Uses, effects and properties of monosodium glutamate (MSG) on food & nutrition. *International Journal of Food Science and Nutrition*. Vol. 2, s. 132–143.
- 28 Fischer, Estelle; Cayot, Nathalie & Rémy Cachon. 2022. Potential of microorganism to decrease the “beany” off-flavor: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 70, s. 4493–4508.
- 29 Shi, Yuan; Singh, Anika; Kitts, David D. & Pratap-Singh, Anubhav. 2021. Lactic acid fermentation: a novel approach to eliminate unpleasant aroma in pea protein isolates. *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 150.
- 30 Boukid, Fatma & Castellari, Massimo. 2022. How can processing technologies boost the application of faba bean (*Vicia faba* L.) proteins in food production? *eFood*. Vol. 3
- 31 Väkeväinen, Kati; Gómez-Gallego, Carlos & Kolehmainen, Marjukka. 2022. Hapattamalla saadaan monipuolista ja terveellistä ruokaa. Verkkoaineisto. Kehittyvä elintarvike. <<https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/teemajutut/ravitsemus->

terveys/hapattamalla-saadaan-monipuolista-ja-terveellista-ruokaa/>.
Luettu 5.3.2023.

- 32 Rankila, Marjo. 2014. Härkäpapu kotimaisen kasvivalkuaisen lähteenä. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 33 Hapanmaitotuotteiden valmistus. Verkkoaineisto. Maitotieto.
<<https://www.maitotieto.fi/tietoa-maidosta/tietoa-maitovalmisteista/maitovalmisteet/hapanmaitovalmisteet/hapanmaitotuotteiden-valmistus.html>>. Luettu 7.3.2023.
- 34 Grasso, Nadia; Alonso-Miravalles, Loreto & O'Mahony, James. 2020. Composition, physiochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. Foods. Vol. 9.

Fermentoinnin vaikutuksia elintarvikematriisien aistinvaraisiin ominaisuuksiin

Taulukko 1. Mikrobikantojen ominaisuudet, niiden vaikutus elintarvikematriisiin sivumakuihin sekä ADH- ja ALDH-aktiivisuudet. (X = tietoja ei saatavilla, I = indusoituva, K = konstitutiivinen, *asetaldehydidehydrogenaasi.) [suomennettu ja muokattu 28.]

Kanta	Fermentointiolosuhteet	Vaikutukset aistinvaraisiin ominaisuuksiin	Matriisi	Katabolia		
				ADH	ALDH	Aktiivisuus
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	30–40 °C, pH 5,5–6,2 fakultatiivisesti anaerobinen	Peittää herneen sivumakua, vähentää karvasta makua ja papumaista sivumakua, parantaa kokonaisvaltaista makuprofiilia, "voin kaltainen" maku	Soija, herne (jogurtti tai proteiini-isolaatti), fermentoidut kasviuomat, kasvien fermentointi	I	X	Vähentää heksanaalin määrää

<i>Limosilactobacillus</i>	30–40 °C, pH 5,5–6,2 fakultatiivisesti anaerobinen	Parantaa kokonaisvaltaista makuprofiilia, vähentää karvasta makua ja papumaista sivumakua	Herne (proteiini-isolaatti), kasvien fermentointi	K	X	X
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	30–40 °C, pH 5,0–6,0 fakultatiivisesti anaerobinen	Vähentää papumaista sivumakua, parantaa kokonaisvaltaista makuprofiilia, neutraali ja hapokas haju, neutraali profiili	Soija (maito), herne (tuore, proteiini-isolaatti), kasvien fermentointi, maniokin fermentointi	I	X	Vähentää heksanaalin määrää, haaroittunut aldehydin tuotanto a-a
<i>Streptococcus thermophilus</i>	37–45 °C, pH 6,5 fakultatiivisesti anaerobinen	Peittää herneen sivumakua, lisää sokerista makua	Maitotuotteet, herne (jogurtti), juuston korvikkeet	I	X	Vähentää heksanaalin määrää, aromien tuotanto a-a
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	30 °C, pH 5,5 fakultatiivisesti anaerobinen	Parantaa kokonaisvaltaista makuprofiilia	Leipä, viini, Soija (kastike), kasvien fermentointi	K	K*	Aldehydit muuttuvat alkoholeiksi ADH:n avulla
<i>Gluconobacter suboxydans</i>	30 °C, pH 6,5 aerobinen	Parantaa kokonaisvaltaista makuprofiilia, vähentää papumaista sivumakua, vähentää "ruohomaisia" ominaisuuksia	Tuotteet, jotka sisältävät keskipituisia aldehydejä	C	C	Vähentää keskipituisien aldehydien määrää ALDH:n avulla

Esikokeiden näytteet

Näyte	Näytteen määrä (g)	Hätkäpapumatriisin määrä (%)	Maun muokkaamiseen käytetty aine	Maun muokkaamiseen käytetyn aineen määrä (g)	Maun muokkaamiseen käytetyn aineen osuus koko näytteestä (%)	Huomioita
1. (v)	60	5				Hätkäpapumatriisia ei lämpökäsitelty
2.	60	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,21	0,35	Hätkäpapumatriisia ei lämpökäsitelty
3.	60	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,24	0,40	Hätkäpapumatriisia ei lämpökäsitelty
4. (v)	60	5				
5.	60	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,21	0,35	
6.	60	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,24	0,40	
7.	60	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,27	0,45	
8.	60	5	Actimask Pro (BO1) Flavour	0,18	0,30	5 % (3 g) glukoosisiirappia
9.	60	5	Actimask Pro (BO1) Flavour	0,21	0,35	5 % (3 g) glukoosisiirappia
10.	30	5	Vadelma-aromi	0,15	0,50	
11.	30	5	Vadelma-aromi	0,075	0,25	
12.	30	5	Vadelma-aromi	0,06	0,20	
13. (v)	30	5				

Liite 2
2 (3)

14.	30	5	Mansikka-aromi	0,15	0,50	
15.	30	5	Mansikka-aromi	0,075	0,25	
16.	30	5	Vadelma-aromi	0,045	0,15	
17.	30	5	Mansikka-aromi	0,045	0,15	
18.	30	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,18	0,30	

19.	100	5	Karvasmanteli-aromi	0,1	0,10	10 g auringonkukkaöljyä, 1 g emulgointiainetta
20.	200	5	Karvasmanteli-aromi	0,1	0,05	20 g auringonkukkaöljyä, 2 g emulgointiainetta
21.	150	5	Karvasmanteli-aromi	0,075	0,05	15 g auringonkukkaöljyä, 1,5 g emulgointiainetta
22.	150	5	Karvasmanteli-aromi	0,075	0,05	7,5 g auringonkukkaöljyä, 1,5 g emulgointiainetta
23.	500	5	Omenahappo	0,45	0,09	
24.	500	5	Omenahappo	0,25	0,05	
25.	500	5	Omenahappo	0,2	0,04	
26.	200	5	Maitohappo	0,8	0,40	
27.	200	5	Maitohappo	0,4	0,20	
28.	150	5	Maitohappo	0,15	0,10	
29.	60	5	Actimask Pro (PO1) Flavour	0,18	0,3	
30.	60	5	Actimask Pro (BO1) Flavour	0,15	0,25	5 % (3 g) glukoosisiirappia
31.	200	10	Gefilus Vahva Kuuri (fermentointi)	-	-	lisättiin 1 kapseli (10 mrd. <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG-maitohappobakteeria), 24 h fermentointi
32.	200	10	Gefilus Vahva Kuuri (fermentointi)	-	-	lisättiin 1 kapseli (10 mrd. <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG-maitohappobakteeria), 48 h fermentointi
33. (v)	200	10		-	-	fermentoitujen härkäpapurvellinäytteiden vertailunäyte

(v= vertailunäyte)

Voileipäkeksien parivertailutestissä käytetty lomake

Erotustesti voileipäkeksille

Arvioitavana on kolme näytesarjaa, joissa kaikissa on kaksi näytettä. Huuhtelee suusi vedellä ennen arviointia sekä näytteiden välillä. Haista ja maista näytteet annetussa järjestyksessä vasemmalta oikealle.

Merkitse rengastamalla, ovatko sarjan näytteet keskenään samanlaisia vai erilaisia. Arvaa, mikäli et ole varma vastauksestasi. **Arvioi myös kaikkien näytteiden miellyttävyys laittamalla näytteet järjestykseen (1 = miellyttävin, 6 = vähiten miellyttävä).** Kuvaile lopuksi mahdollisesti havaitsemiasi eroja näytteiden välillä.

Näytesarja 1 _____ Samanlaisia Erilaisia

Näytesarja 2 _____ Samanlaisia Erilaisia

Näytesarja 3 _____ Samanlaisia Erilaisia

Näytteiden miellyttävyys (sijoita viivalle näytteen kolminumeroinen koodi):

1. _____ 4. _____
2. _____ 5. _____
3. _____ 6. _____

Kuvaile mahdollisesti havaitsemiasi eroja näytteiden välillä:
