

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Elintarviketekniikka

2014

Juha Sola

KASVIPROTEIININ JATKOJALOSTUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma | Elintarviketekniikka

Toukokuu 2014 | 52 sivua

Ohjaajat: Tommi Laaksonen, lehtori; Simo Reijonsaari; toimitusjohtaja; Juha-Pekka Aikola, tuottaja.

Juha Sola

KASVIPROTEIININ JATKOJALOSTUS

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää proteiinipitoinen kasvislevite, jolla korvattaisiin margariinit ja eläinperäiset leikkeleet kuluttajien leivän päällä. Työ tehtiin Pooki Foods Oy:lle. Tuotteelle kehitettiin resepti ja prosessi. Työ tehtiin Turun ammattikorkeakoulun tuotekehityskeittiössä. Aistinvarainen arviointi suoritettiin kehittämisvaiheessa toimeksiantajan järjestämissä tapaamisissa ja valmiin tuotteen kanssa Turun ammattikorkeakoulun aistinvaraisen arvioinnin tiloissa.

Työ aloitettiin reseptin kehittämisellä ja etsimällä levitteelle tarpeeksi pehmeä rakenne, jota on mahdollista levittää. Koe-eriä valmistettiin 14, minkä jälkeen aloitettiin levitteen maustaminen. Lopullisesta levitteestä selvitettiin raakaproteiinin määrä Kjeldahlin-menetelmällä Turun ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

Levitteen kehittämisen suurin ongelma oli rakenteen saaminen sellaiseksi, että tuotetta voi levittää. Levitteen rakenteesta tuli kovaa lämpökäsittelyn jälkeen, mikä johtui tärkkelyksen liisteröitymisestä. Rakenneongelma ratkaistiin laskemalla tuotteen pH-arvoa, mikä vähentää tärkkelyksen liisteröitymistä. Levitettävyyteen vaikuttivat myös käytetyn härkäpavun muoto ja lisätyn rasvan määrä. Raaka-aineena käytettiin härkäpapujauhoja kokonaisten papujen sijaan, koska levitemassasta tuli silloin homogeenisempää.

Levitteen proteiinipitoisuus jäi hyvin matalaksi, vain 4,7 %. Härkäpavun määrän lisäys teki levitteen rakenteesta liian kovaa. Levitteen proteiinipitoisuuden kasvattamiseksi raaka-aineena käytettävän härkäpavun proteiinipitoisuuden tulisi olla mahdollisimman korkea. Työssä käytettyjen papujen proteiinipitoisuus oli määritettäessä 16,8 %. Jos raaka-aineen proteiinipitoisuus olisi ollut 30 %, niin lopullisen levitteen proteiinipitoisuus olisi noussut 7,4 %:iin, kun härkäpavun osuus levitteessä on 20 %.

ASIASANAT:Tuotekehitys, härkäpapu, levite, proteiini, täyssäilyke

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in biotechnology and food technology | Specialisation in food technology

May 2014 | 52 pages

Instructors: Tommi Laaksonen, lecturer; Simo Reijonsaari, CEO; Juha-Pekka Aikola, manufacturer.

Juha Sola

DEVELOPMENT OF VEGETABLE BASED PRODUCT

The objective of this thesis was to develop a protein-rich vegetable spread to replace margarines and cold cuts on consumer sandwiches. The project was carried out for Pooki Foods Ltd. A recipe and the process were developed. The project was carried out in the R & D kitchen at Turku University of Applied Sciences. The sensory evaluation was arranged by the client in the development stage and that of the final product at Turku University of Applied Sciences.

The assignment was begun by developing the needed recipe and finding a texture soft enough for spreading. Fourteen trial batches were produced and after which the spread was seasoned. The protein content was determined from the final product by the Kjeldahl method in Turku University of Applied Sciences.

The main problem was to develop a texture suited for spreading. Due to starch hydrolysis, the texture became too hard after heat treatment. The texture problem was resolved by lowering the products pH-value, thus reducing the hydrolysis of starch. The texture was also affected by the form of the broad bean and the fat content. Broad bean flour was used as a raw material instead of whole broad beans because it made the spread mass more homogenous.

The protein content of the spread was very low, only 4.7 %. The increase in broad bean content made the texture of the spread very hard. Increasing the protein content of the spread would require higher protein content of the broad bean used as raw material. The protein content of the broad beans used in this study was 16.8 %. If the protein content of the raw material had been 30 %, the protein content of the spread would have risen to 7.4 % with a broad bean content of 20 %.

KEYWORDS:

Food development, broad bean, spread, protein, canned food

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 KASVIPROTEIINI	8
2.1 Rakenne	8
2.2 Denaturaatio	10
2.3 Kasvi- vs. eläinproteiini	10
2.3.1 Biologinen arvo	11
2.3.2 Pilkkoutuminen	12
3 PALKOKASVIT	14
3.1 Käyttö	14
4 HÄRKÄPAPU	15
4.1 Viljely Suomessa	16
4.1.1 Kylvö	16
4.2 Kasvinsuojelu	17
4.2.1 Rikkakasvit	17
4.2.2 Kasvitaudit	18
4.2.3 Tuhoeläimet	18
4.3 Esikäsittely	19
4.4 Rehuteollisuus	19
4.5 Ravintoarvo	20
5 TUOTEKEHITYKSEN TEORIAA	21
5.1 Käynnistäminen	21
5.2 Luonnostelu	21
5.3 Kehittäminen	22
5.4 Viimeistely	22
6 SÄILYVYYDEN TEORIAA	23
6.1 Elintarvikkeen mikrobiologinen laatu	23
6.2 Täyssäilykkeet	25
6.2.1 Pakkauksen täyttö	25
6.2.2 Saumaus	26
6.2.3 Sterilointi	26

6.2.4 Jäähdytys	27
6.2.5 Laboratoriotestit	27
6.3 Tuoretuotteet	27
6.3.1 Säilyvyyden parantaminen	28
7 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN TEORIAA	30
7.1 Historia	30
7.2 Ihminen mittalaitteena	31
7.3 Käyttöalueet	33
7.4 Menetelmät	33
7.4.1 Erotustesti	33
7.4.2 Järjestystesti	34
7.4.3 Välimatka-asteikot	34
8 HÄRKÄPAPULEVITTEEN KOE-ERIEEN TULOKSET	36
8.1 Koe-erät 1 ja 2	36
8.2 Koe-erä 3	36
8.3 Koe-erät 4 ja 5	36
8.4 Koe-erät 6 ja 7	37
8.5 Koe-erät 8 ja 9	37
8.6 Koe-erät 10 ja 11	37
8.7 Koe-erä 12	38
8.8 Koe-erät 13 ja 14	38
8.9 Raakaproteiinin määrityslaskut	38
9 AISTINVARAINEN ARVIOINTI	40
9.1 Aistinvaraisen arvioinnin tulokset	40
10 YHTEENVETO	43
10.1 Prosessi	43
10.2 Pakkaus	43
10.3 Levitteen lopullinen resepti ja ravintoarvo	44
11 LOPPUPÄÄTELMÄT	46

LIITTEET

- Liite 1. Raakaproteiinin määrittämisen liuokset ja laitteet
- Liite 2. Aistinvarainen arviointilomake.
- Liite 3. Aistinvaraisen arvioinnin vastaukset.

KUVAT

Kuva 1. Härkäpavun palkoja.	15
Kuva 2. Kuivattu härkäpapu.	17
Kuva 3. Esimerkkejä välimatka-asteikoista.	35
Kuva 4. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset.	41
Kuva 5. Levitepakkaus.	42

TAULUKOT

Taulukko 1. Proteiinien aminohapot.	9
Taulukko 2. Proteiini lähteiden biologisia arvoja.	11
Taulukko 3. Proteiinien pilkkoutumisasteet.	12
Taulukko 4. Yleisiä koostumus- ja proteiiniarvoja.	20
Taulukko 5. Härkäpavun ravintoarvot ja kokonaisenergia.	20
Taulukko 6. Täyssäilykkeen pH-arvoalueet.	24
Taulukko 7. Bakteerien lämmönsietokyvyt.	25
Taulukko 8. Teknisen laitteen ja ihmisen vertailu mittalaitteena.	32
Taulukko 9. Härkäpapu- ja levitenäytteiden raakaproteiinipitoisuudet.	39
Taulukko 10. Levitteen resepti.	44
Taulukko 11. Raaka-aineiden ravintoarvot.	45
Taulukko 12. Levitteen ravintoarvot g/100 g.	45

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää proteiinipitoinen kasvislevite sekä täys­säilykkeenä että tuoretuotteena, mutta työn aikana tuoretuotteen kehittämistä luovuttiin. Proteiinin lähteenä käytettiin Paulähteen vihannestilalla luomuviljeltyä härkäpapua.

Tämä opinnäytetyö on tehty Turun ammattikorkeakoulun tuotekehityskeittiössä. Opinnäytetyö tehtiin Pooki Foods Oy:lle. Pooki Foods Oy:n omistaa Simo Reijonsaari. Reijonsaarella on 28 vuoden kokemus ravintola- ja majoitustoiminnasta, mutta hän myi yrityksensä tammikuussa 2014 ja keskittyy nyt elintarvikkeiden tuotekehitykseen, mitä hän on toteuttanut myös ravintolatoiminnan ohessa.

Työ saatiin Mausta liiketoimintaa-tuotekehitysklinikan kautta, mikä on suunnattu elintarviketuottajille ja -jatkojalostajille. Tuotekehitysklinikka on hanke, joka aloitettiin elokuussa 2013 ja se päättyy kesäkuussa 2014. Hanketta toteuttavat Turun ammattikorkeakoulu ja Turun yliopiston funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus. Tuotekehitysklinikka tarjoaa palvelun, johon kuuluu koko tuotekehityksen vaiheet: ideointi, asiakas- ja markkinatutkimus, laitetestaus ja pakkauksen kehittäminen. Lopuksi toteutetaan tuotteen markkinointi ja lanseeraukseen liittyvät toimenpiteet.¹

Lopullisen levitteen tarkoitus olisi korvata margariinit ja eläinperäiset leikkeleet kuluttajien leivän päällä. Levitteen rakenteesta pyrittiin tekemään sellainen, että siinä olisi pureskeltavaa ja levite olisi rakenteeltaan levitettävää. Kun rakenne oli saatu oikeanlaiseksi, pyrittiin luomaan maultaan miellyttävä ja rakenteeltaan pysyvä tuote.

Työssä pyrittiin selvittämään sopivat prosessilaitteet ja yksikköoperaatioiden järjestys lopulliselle prosessille. Selvitettiin, onko lämpökäsittely mahdollista tehdä autoklaavissa vai onko syntyvään rakenteeseen mahdollista vaikuttaa reseptin koostumuksella.

2 KASVIPROTEIINI

Proteiineja esiintyy kaikissa elävissä organismeissa. Aikuisen ihmisen painosta noin 15 % on proteiinia, jota lihaksista on noin puolet. Proteiineilla on monia biologisia toimintoja ja ne toimivat entsyymeinä, hormoneina, vasta-aineina ja elävän kudoksen rakennusaineina. Niitä tarvitaan lähes kaikkeen, mitä ihmiskehossa tapahtuu. Proteiini ei varastoidu kehoon, sillä ylimääräinen proteiini varastoituu rasvana, joten sitä täytyy nauttia tietty määrä päivittäin. Päivittäin saadusta energiasta 10-15 % pitäisi koostua proteiineista ja nautitun määrän tulisi olla 0,8 g/kg ruumiinpainoa.^{2,3}

2.1 Rakenne

Proteiinit ovat 20 eri aminohaposta rakentuvia molekyyliä. Ihminen tarvitsee kahdeksaa välttämätöntä aminohappoa, joita elimistö ei pysty itse tuottamaan, ja ne on saatava ravinnon mukana. Aminohapot on esitetty taulukossa 1 ja välttämättömät aminohapot on merkitty tähdellä. Aminohapot kiinnittyvät toisiinsa kovalenttisesti peptidisidoksilla. Aminohappojen järjestyksen ja identiteetin määrää kyseistä proteiinia koodittavan geenin DNA-sekvenssi. Tätä aminohappojen järjestystä kutsutaan proteiinin primaarirakenteeksi, joka määrittää kuinka proteiini tulee poimuttumaan, jolloin se määrittää myös valmiin proteiinin toimintaa. Pelkästään yhden aminohapon vaihtaminen tai poistaminen voi joko muuttaa proteiinin toimintaa tai tehdä sen toimintakyvyttömäksi.^{3,4}

Taulukko 1. Proteiinien aminohapot.⁵

Aminohappo	3-kirjaiminen lyhenne	1-kirjaiminen lyhenne
Glysiini	Gly	G
Alaniini	Ala	A
Valiini*	Val	V
Leusiini*	Leu	L
Isoleusiini*	Ile	I
Prolini	Pro	P
Fenyylialaniini*	Phe	F
Tyrosiini	Tyr	Y
Tryptofaani*	Trp	W
Seriini	Ser	S
Treoniini*	Thr	T
Kysteiini	Cys	C
Metioniini*	Met	M
Arginiini	Arg	R
Histidiini	His	H
Lysiini*	Lys	K
Asparagiinihappo	Asp	D
Glutamiinihappo	Glu	E
Asparagiini	Asn	N
Glutamiini	Gln	Q

* = Välttämätön aminohappo.

Proteiinin sekundaarirakenne muodostuu, kun aminohappoketju poimuttuu ja muodostaa aminohappojen välille vetysidoksia. Mikä tahansa muoto ei ole mahdollinen, koska molekyylillä on heikkoja sisäisiä vuorovaikutuksia, jotka vaikuttavat rakenteen muodostumiseen. Hydrofobiset osat suuntautuvat molekyylissä sisäänpäin ja hydrofiiliset ulospäin. Sekundaarirakenteella on useita konformaatioita, mutta yleisimmät ovat α -heliksi ja β -laskos. α -heliksi muodostuu, kun polypeptidiketju muodostaa sylinterimäisen rakenteen. β -laskos muodostuu, kun polypeptidiketju poimuttuu tasomaisesti.⁶

Proteiinin kolmas muoto on tertiäärirakenne, jossa proteiini saa lopullisen kolmiulotteisen muotonsa, joka voi sisältää useita sekundaarirakenteita. Tästä syystä polypeptidiketjussa toisistaan kaukana olevien aminohappojen välille kehittyä vuorovaikutussuhteita.⁷

Viimeinen rakennemuoto on kvaternäärirakenne. Kvaternäärirakenne muodostuu kahdesta tai useista toisiinsa liittyneistä polypeptidiketjuista, joita kutsutaan proteiinalayksiköiksi. Nämä yksiköt muodostavat lopullisen toimivan proteiini-kompleksin. Kvaternäärirakennetta ei kuitenkaan esiinny kaikilla proteiineilla.⁸

2.2 Denaturaatio

Denaturaatio on tapahtuma, jossa proteiini menettää rakenteensa. Proteiinit denaturoituvat, jos ne joutuvat niille epäsuotuisiin oloihin. Tällaisia olosuhteita ovat kuumuus, liian korkea tai matala pH-arvo ja suuri suolapitoisuus. Rakenteensa menetettyään proteiini ei ole enää toiminnallinen. Denaturaation vastareaktio on renaturaatio. Jos denaturoitunut proteiini kohtaa sille suotuisat olosuhteet, se voi saada menetetyn rakenteensa ja toimintakykynsä takaisin. Tällainen proteiini on esimerkiksi α -glukosidaasi, joka hajottaa elimistössä glykogeenia.^{7,9}

2.3 Kasvi- vs. eläinproteiini

Kasvi- ja eläinproteiinilla ei ole rakenteellisesti mitään eroa, koska ne muodostuvat samoista aminohapoista, joiden järjestys vain on erilainen. Kasviproteiinit ovat aminohappokoostumukseltaan ”epätäydellisiä” ja kasveja ravinnokseen käyttävän tulisi yhdistellä eri kasvikunnan tuotteita saadakseen täytettyä välttämättömien aminohappojen saantisuosituksia. Ihmiskeho pilkkoo ravinnon proteiinit takaisin aminohapoiksi ja muodostaa niistä uusia proteiineja kehon tarpeisiin, oli sitten kysymys kasvi- tai eläinproteiinista. Kuten lihaperäisessä ruoassa, myös kasvikunnan elintarvikkeita nauttimalla voi saada tarpeeksi proteiinia, kun nautittavia kaloreita on tarpeeksi. Eläinperäisten proteiinien mukana saa yleensä myös ei-toivottuja aineita, kuten kolesterolia ja rasvaa. Lihasta ei myöskään koskaan saa C-vitamiinia, kuten kasveista.¹⁰

2.3.1 Biologinen arvo

Proteiinien arvoon ravintoaineina vaikuttavat niiden pilkkoutuminen ja aminohappokoostumus. Lisäksi ravinnon proteiineilla on kaikilla oma biologinen arvo. Proteiinin biologinen arvo osoittaa, kuinka tehokkaasti elimistö pystyy käyttämään hyväkseen imeytynyttä tyyppiä. Eräiden proteiinilähteiden biologisia arvoja on esitetty taulukossa 2. Ruoka-aineiden biologisia arvoja verrataan yleensä kananmunan arvoon, joka on lähes 100. Biologisen arvo vaihtelee välillä 0-100 ja se lasketaan kaavalla:

$$BA = \frac{\text{Elimistöön jäänyt tyyppi}}{\text{Elimistöön imeytynyt tyyppi}} * 100$$

Proteiinin katsotaan takaavan elimistössä tapahtuvan proteiinisynteesin toteutumisen, jos sen biologinen arvo on yli 70, mikäli muita energiaravintoaineita on nautittu tarpeeksi, kuten hiilihydraatit ja rasvat.²

Taulukko 2. Proteiinilähteiden biologisia arvoja.^{2,11,12}

Proteiinin lähde	Biologinen arvo
Kananmuna	94
Maito	91
Nauta	80
Sika	82
Kala	92
Soija	75
Vehnä	67
Riisi	75
Peruna	67
Pavut	50
Maissi	60

2.3.2 Pilkkoutuminen

Ruuansulatusentsyymit pilkkovat proteiinit aminohapoiksi vasta, kun proteiinit ovat denaturoituneet. Denaturoituminen alkaa ruoan käsittelystä ja päättyy mahalaukun suolahapon vaikutukseen, minkä jälkeen alkaa entsymaattinen hajoaminen. Denaturoitunut proteiini aktivoi pepsinogeenin, joka muuttuu pepsiiniksi. Pepsini hajottaa proteiinimolekyylin polypeptideiksi. Kuitenkin vain 15 % peptidisidoksista katkeaa mahalaukussa ja proteiini kulkeutuu ohutsuoleen, jossa emäksinen ympäristö ja haima- ja suolinesteet tekevät lopullisen pilkkomisen. Haimanesteessä on trypsinogeenia, kymotrypsinogeenia ja prokarbopeptidaaseja inaktiivisessa muodossa. Haimanesteen entsyymit aktivoituvat enterokinaasin ja trypsiinin vaikutuksesta. Myös suolineste sisältää erilaisia peptidaaseja, jotka pilkkovat proteiineja katkaisemalla peptidisidoksia. Paksusuoleen saapuessa proteiineja on jäljellä enää noin 10 %. Paksusuoleen ei erity entsyymejä, ja lopullisen pilkkomisen suorittavat mikrobit, jotka hajottavat jäljelle jääneen proteiinin.^{2,10}

Eläinproteiini pilkkoutuu mahassa nopeammin kuin kasviproteiini. Taulukossa 3 on esitetty eri proteiinilähteiden pilkkoutumismääriä ohutsuolessa.

Taulukko 3. Proteiinien pilkkoutumisasteet.¹⁰

Proteiinin lähde	Pilkkoutumisaste (%)
Nauta	94
Kala	94
Herne, riisi, maissi, kaura,	86-88
Vaaleat jauhot	96
Pavut	78

Arvoista huomataan, että proteiinin pilkkoutuminen ei ole teknisesti ongelma. Vaikka kasvien proteiinien pilkkoutumisarvot ovat hieman pienemmät kuin liha-peräisillä proteiineilla, kasviproteiinien lähteistä saa silti tarpeeksi proteiinia päivittäisen energiansaantitarpeen täyttämiseen. Yllä olevasta taulukosta nähdään,

että lihaproteiini pilkkoutuu noin 20 % paremmin kuin papujen proteiini. Tämän puuttuvan viidenneksen voi korvata lisäämällä kasvien määrää päivittäisessä ruokavaliossa. Esim. 2000 kilokalorin ruokavaliossa, jossa viitteellinen päiväsaantisuositus eli GDA on 50 g proteiinia, lisäys olisi noin 2 g proteiinia/ruokailu.¹⁰

3 PALKOKASVIT

Palkokasveilla tarkoitetaan taloudellisesti hyödynnettäviä hernekasveja. Palkokasvit kuuluvat hernekasvien (*Fabaceae*) heimoon. Suurin osa on luomuviljelyä, vaikka ne sopivat myös tavanomaisen tilan viljelykiertoon. Niiden viljelyyn ei tarvitse käyttää typpilannoitteita, koska ne ovat typen suhteen omavaraisia. Typpeä tarvitaan proteiinien tuottamiseen ja hernekasvit sitovat typpeä ilmakehästä juurinyströissä olevien *Rhizobium*-suvun bakteerikantojen avulla. Ne pystyvät sitomaan maahan typpeä lähes 30 kg/ha. Palkokasvien vuoroviljelyllä voidaan vähentää peltojen typpilannoitteiden käyttöä, kun typpi varastoituu maa-ainekseen seuraavalle kasvukaudelle. Palkokasveja ovat kaikki pavut, herneet, linssit, okra ja monet rehukasvit, kuten lupiini ja rehuherne. Niiden saatavuus Suomessa riippuu sääoloista ja tuonnin määrästä.^{13,14,15}

3.1 Käyttö

Palkokasvit ovat hyvin proteiinipitoisia ja siksi kasvissyöjät ja monet lihan käyttöä rajoittavat kulttuurit käyttävät niitä proteiinin lähteenä. Ne sisältävät runsaasti B-vitamiineja, kaliumia, ravintokuitua ja energiaa verrattuna muihin vihanneksiin.^{13,14}

Palkokasveja voi käyttää tuoreina, pakastettuina, kuivattuina tai säilöttyinä. Ne sopivat hyvin ruoan valmistusaineiksi ja ovatkin nostaneet suosiotaan kuluttajien ostoslistalla. Kokonaiset kuivatut palkokasvit tarvitsevat pitkän liotus- ja keittoajan ennen nauttimista, koska ne sisältävät runsaasti lektiiniä ja erilaisia tanniineja, jotka aiheuttavat myrkytyksen elimistössä. Esikäsittelyn jälkeen palkokasveja voi käyttää joko lämpiminä tai kylminä. Erilaiset käsittelytavat kuten soseutus, paahtaminen ja jauhaminen ovat myös hyviä vaihtoehtoja. Hernekeitto on Suomen suosituin palkokasveista valmistettu ruoka. Palkokasveja käytetään myös suuresti rehuteollisuudessa.¹⁶

4 HÄRKÄPAPU

Härkäpapu (*Vicia faba*) kuuluu palkokasveihin ja virnojen (*Vicia*) sukuun. Se on tärkeä viljelykasvi Välimeren ja Keski-Euroopan maiden viileän ajan viljelykasvina. Pääasiassa härkäpapua käytetään rehukasvina, mutta se sopii myös ihmisravinnoksi. Se sisältää runsaasti proteiineja, rautaa, kaliumia, kuituja ja B-vitamiineja. Härkäpavun proteiinipitoisuus on noin 30 % ja se vaihtelee sato-kaudesta riippuen 24-33 %:iin. Kuvassa 1 on esitetty härkäpavun palkoja. Korkean tärkkelyspitoisuutensa ja sisältämiensä tanniinien vuoksi härkäpavut ovat hyvin voimakkaan makuisia.¹⁶



Kuva 1. Härkäpavun palkoja.¹⁷

4.1 Viljely Suomessa

Kasvava kiinnostus geenimanipuloimattomien proteiini-lähteiden tuotantoon on saanut viljelijät kiinnostumaan härkäpavun viljelystä. Härkäpavun viljelypinta-alaa on Suomessa noin 7 300 ha. Kiinnostusta laskevat suuret vuosittaiset sadonvaihtelut, pelko pitkästä kasvukaudesta ja selkeiden markkinakanavien puute, minkä johdosta viljelypinta-ala laski edellisvuodesta 19 %. Kotimaisia lajikkeita on käytössä kaksi, Ukko ja Kontu, joista Konnulla on todettu parempi taudinkestävyys ja näin ollen parempi sadontuottokyky. Härkäpapu on hyvä vaihtoehto vuoroviljelyyn, koska sadonkorjuuseen voi käyttää samoja työkoneita kuin viljoihin. Suurin osa pavuista viljellään vielä luomuna. Härkäpavun kasvu-aika on 111 päivää.^{15,18,19,20}

4.1.1 Kylvä

Härkäpapu kylvetään aikaisin heti roudan sulettua, sillä se itää ja kasvaa viileissäkin olosuhteissa, jopa -4 °C:ssa. Tavoiteltava kylvötiheys on 60-70 kpl/m² ja siementen kylvösyvyys on 6-8 cm. Siemenet imevät noin 2,5 kertaa oman painonsa verran vettä itääkseen. Maan tulee olla savipohjainen ja pH-arvon alueella 6-7. Härkäpapu tarvitsee itämiskaudella starttityppilannoitteita 30-40 kg/ha, koska maa on kylmä ja typensidonta ei vielä toimi tehokkaasti.^{20,21} Kuvassa 2 on esitetty kuivattuja härkäpapuja.



Kuva 2. Kuivattu härkäpapu.²²

4.2 Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelulla tarkoitetaan toimintaa, jolla pyritään suojaamaan peltojen tai kasvimaiden viljelytuotanto. Menetelminä voidaan käyttää tautien ja tuhoeläinten torjunta-aineita sekä viljelykiertoa.

4.2.1 Rikkakasvit

Härkäpavun itämiskausi on hyvin pitkä, mikä altistaa sen kasvuympäristön kilpaileville rikkakasveille luomalla niille suotuisat kasvumahdollisuudet. Pavun lehdet ovat suurempia verrattuna muihin palkokasveihin, joten ne varjostavat kasvualustansa paremmin, mutta hyötyvät kuitenkin rikkakasvien torjunnasta. Monivuotiset rikkakasvit pyritään tuhoamaan ruiskuttamalla edeltävänä vuonna ennen taimettumista. Kemiallisten torjunta-aineiden käytössä on ongelmana härkäpavun herkkyys useille tehoaineille. Usein käytettäviä tehoaineita ovat bentatsoni ja aklonifeeni. Käytettävien aineiden käyttösuositukset tulee tarkistaa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kasvinsuojeluainerekisteristä. Härkäpavun kasvinsuojeluongelmista ja viljelyvarmuudesta on hyvin vähän tutkimustietoa,

minkä takia sadon laadun ja määrän tuloksia täytyy verrata kasvuolosuhteisiin parhaiden ehkäisymenetelmien löytämiseksi.^{21,23}

4.2.2 Kasvitaudit

Härkäpavulla esiintyvät taudit ovat pääasiassa samat kuin muiden palkokasvien. Suomessa härkäpapujen kasvuun vaikuttavia sieniä on löydetty 28. Merkittävimmät kasvitauteja aiheuttavat sienet ovat suklaalaikku (*Botrytis fabae*) ja harmaahome (*Botrytis cinerea*). Ne menestyvät kosteissa ja happamissa olosuhteissa, ja myös liian runsas lannoitus edesauttaa esiintyvyyseriskiä. Taudit ilmenevät härkäpavun maanpäällisessä osassa pieninä punertavan ruskeina laikkuina. Suklaalaikku säilyy sekä siemenessä että kasvijätteessä. Eri sienien vaikutuksesta härkäpavuilla esiintyy myös tyvitauteja ja ruostetta. Erityisen tärkeää kasvitautilien ehkäisylle on siementen terveys, jota edesautetaan viljelykierrolla. On suositeltavaa, että härkäpapua viljellään samalla pellolla joka neljäs vuosi.²⁴

4.2.3 Tuhoeläimet

Tuhoeläintorjunta on olennainen osa härkäpavun kasvinsuojelua. Sillä on todettu olevan yli 70 tuholaislajia, mutta ne vaihtelevat alueellisesti hyvin paljon. Suuri osa tuholaiseläimistä on samoja kuin muilla palkokasveilla, kuten herneillä. Tuhoeläimiä ovat hernekääriäisen toukka, hernekirva ja hernekärsäkäs. Hernekääriäinen munii munansa palkojen pinnalle, ja kuoriutuneet toukat järsivät tiensä palkojen sisään tuhoten osan palon siemenistä. Kärsäkkäät syövät kasvien lehtiä, ja niiden toukat aiheuttavat tuhoa syömällä tyypeä tuottavat juurinystyrät. Kasvialueet tulee käsitellä torjunta-aineilla ennusteen mukaan heinäkuun puolivälissä tai kukinnan päätyttyä. Tuhoeläinten esiintyvyys on voimakkaasti sidoksissa kasvin viljelypinta-alaan ja sääolosuhteisiin.^{23,24,25}

4.3 Esikäsitteily

Kuivatut kokonaiset härkápavut täytyy liottaa ja lämpökäsitellä ennen kuin niitä voi käyttää ruoan valmistukseen. Tuoreita papuja tai niistä jauhettuja jauhoja voi käyttää ja nauttia sellaisenaan. Pavut sisältävät lektiiniä, visiinia ja konvisiinia, jotka aiheuttavat elimistössä myrkytyksen, jos papuja nauttii ilman kypsennystä. Myrkytys ilmenee erilaisina terveyshaittoina ja mm. ilmavaivoina. Pavut kypsennetään joko kokonaisina tai paloitetuina. Käytännössä mitä suurempi papu, sitä kauemmin liotus kestää. Pidempi liotusaika lyhentää kypsennysaikaa. Liotusaika on yleensä 6-8 tuntia. Liotusvesi on jätettävä pois, ja papuja huuhdellaan runsaalla kylmällä vedellä. Liotuksella varmistutaan myös, että pavun hivenaineet ja vitamiinit säilyvät. Lämpökäsitteily tuhoaa lähes täydellisesti pavun maun.^{14,16}

4.4 Rehuteollisuus

Rehua käytetään tuotanto- ja lemmikkieläinten ruokintaan. Suomen eläinrehun käytön omavaraisuus on alle 20 %, kun EU:n vastaava arvo on alle 30 %. Tuotanto on vähäistä ja epätasaista, minkä vuoksi se ei riitä rehuteollisuuden käyttöön.¹⁵

Käytetyin proteiinirehu Suomessa on rypsirouhe, koska sen ominaisuuksia on tutkittu kauan ja niiden antama tuotto selvitetty, toisin kuin härkápavun. Maailman käytetyin ja tärkein rehu on soija ja siitä puristamalla tuotettu soijarouhe. Soijarouheen markkinahinta on kasvussa, minkä seurauksena pyritään löytämään soijan korvaajia rehumarkkinoilla. Rehujen analysoinnilla saadaan tärkeää tietoa niiden sulavuudesta ja vaikutuksista, jolloin niiden käyttö voidaan optimoida. Rehun kannattavuutta mitataan sillä, kuinka paljon rehu sisältää raaka-proteiinia ja kuinka suuri osa siitä imeytyy eläimen ohutsuoletta sen elimistöön. Taulukossa 4 on vertailtu rypsirouheen, härkápavun ja soijarouheen yleisiä koostumus- ja proteiiniarvoja.^{20,23}

Taulukko 4. Yleisiä koostumus- ja proteiiniarvoja.^{2,23}

Rehu	Kuiva- aine, g/kg	D-arvo, %	Raaka- proteiini, %	hvo- osuus	OIV, g/kg	Rehun hint, €/tonni
Rypsirouhe	890	69,6	37,9	0,63	169	250
Härkäpapu	860	81,7	30,0	0,80	123	300
Soijarouhe	912	66,0	48,0	0,75	157,1	250

D-arvo = Sulavan orgaanisen aineen pitoisuus

hvo = Hajoavan proteiinin osuus

OIV = Ohutsuolesta imeytyvä proteiini

4.5 Ravintoarvo

Härkäpapua, kuten kaikkia palkokasveja, kuvataan ”epätäydelliseksi”, vaikka se luetaan ravitsevaksi kasviksi. Syynä on sen niukka aminohappokoostumus, koska se ei sisällä kaikkia välttämättömiä aminohappoja. Välttämättömistä aminohapoista härkäpapu sisältää metioniinia, treoniinia ja lysiniä.¹⁵ Taulukossa 5 on esitetty härkäpavun ravintoarvot ja kokonaisenergia.

Taulukko 5. Härkäpavun ravintoarvot ja kokonaisenergia.²⁶

Ravinne	g/100g
Energia(kcal/100g)	378
Proteiini	30,4
Hiilihydraatit	58,3
Rasva	2,6
Kuitu	2,4
Tärkkelys	12,3

5 TUOTEKEHITYKSEN TEORIAA

Tuotekehityksen tavoitteena on uusi tai paranneltu tuote. Tuotekehitys jaetaan toimintavaiheisiin, joita ovat käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely.²⁷

5.1 Käynnistäminen

Ennen varsinaisen työn aloittamista selvitetään hankkeen kannattavuus ja hankitaan tietoa uuden tuotteen tarpeesta ja markkinointinäköymistä. Vain olemassa oleva tarve ei ole riittävä peruste tuotekehitysprojektin käynnistämiseksi. Tärkeintä on, että tuotteen tarve ja sen toteuttamismahdollisuudet kohtaavat. Tehdään selvitys mahdollisista tuotoista ja annetaan arvio kehittämiskustannuksille.²⁷

5.2 Luonnostelu

Kun päätös hankkeen toteuttamisesta on tehty, aloitetaan luonnosteluvaihe, joka aloitetaan analysoinnilla. Tähän osallistuvat kaikki hankkeeseen osaa ottavat henkilöt. Työryhmä muodostetaan useamman kuin yhden alan osajista, jotta hanke voidaan analysoida perusteellisesti. Laaditut luonnokset eivät ole yksityiskohtaisia vaan pääpaino on ideointimenetelmiä käyttämällä ratkaista mahdolliset ongelmatilanteet. Tuotteelle laaditaan halutut vaatimukset ja tavoitteet, jotka yleensä ovat lainsäädännön minimiarvoja korkeammat, jolloin kehitysvaiheeseen jää tinkimisvaraa. Tuotteen on myös oltava parempi kuin muut markkinoilla olevat samankaltaiset tuotteet, joten tavoitteiden on oltava korkeat. Tässä vaiheessa voi tulla ilmi asioita, joita ei toteuttamispäätöstä tehtäessä otettu huomioon. Tällöin täytyy neuvotella asiasta päätöksen tekijöiden kanssa ennen lopullisen vaatimuslistan hyväksymistä.²⁷

5.3 Kehittäminen

Kehitystä jatketaan etsimällä vaatimuslistan sisältöön ratkaisumalleja. Ratkaisuja etsitään yleistämällä koko prosessi, ja pyritään löytämään olennaisimmat ongelmat koko toiminnassa. Lopuksi toiminta jaetaan osatoimintoihin, joille etsitään yksityiskohtaisempia ratkaisumalleja. Vaihtoehtoisten ratkaisujen joukosta karsitaan paras vaihtoehto vaatimuslistan avulla.²⁷

Tuotteen kehitys alkaa parhaan ratkaisun pohjalta ja sitä laaditaan sovitusmittakaavassa. Havaitut taloudelliset tai tekniset ongelmat pyritään poistamaan ja valmistuskustannukset ja tuotteen ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät optimoidaan. Selvitetään kustannustehokkaimmat menetelmät ja raaka-aineet, jotka täyttävät vaatimuslistan ehdot. Kun asetetut vaatimukset on täytetty, tuloksena on kehitysehdotus. Jos vaatimustasoa ei ole pystytty täyttämään, on ratkaisumallien etsiminen aloitettava alusta. Toiminnassa tulee olla joustovaraa, jotta asetettuja vaatimuksia ja tavoitteita pystytään muuttamaan, jos ilmenee ohittamattomia ongelmia tai vaikeuksia.²⁷

5.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa laaditaan käyttö- ja huolto-ohjeet, piirustukset, PI-kaaviot ja tuotteen käyttöohjeet sekä valmistetaan koekappale lopullisesta tuotteesta. Koekappaleen ominaisuuksia arvioidaan asetettujen tavoitteiden pohjalta. Lopullisten raaka-aineiden käyttö, valmistustavat ja toleranssirajat päätetään. Tuotteen ja prosessin lopulliset yksityiskohdat viimeistellään tarkistamalla, ovatko ne standardien ja lainsäädännön mukaisia. Viimeistelyn onnistumisen pohjalta tehdään päätös tuotannon aloittamisesta.²⁷

6 SÄILYVYYDEN TEORIAA

Elintarvikkeen valmistukseen käytettävät materiaalit, raaka-aineet ja pakkaus-tarvikkeet ovat tarkastettava ennen niiden käyttöä, millä varmistetaan, että ne ovat sopivia prosessiin. Raaka-aineet on vastaanotettava etäällä tuotantoti-loista. Raaka-aineet, jotka ovat alttiita mikrobiologiselle kontaminaatiolle, tutki-taan ennen niiden käyttöä. Omaan laadunvarmistusta ei välttämättä tarvita, jos raaka-aineiden toimittajalta saadaan takuu niiden laadusta. Kaikki vastaanotet-tava materiaali varastoidaan siten, että mikrobien kasvu minimoidaan. Varas-tointiin käytetään kylmä- ja pakkasvarastointia.²⁸

6.1 Elintarvikkeen mikrobiologinen laatu

Yksi tapa mitata elintarvikkeen valmistusprosessin tehokkuutta suuressa mitta-kaavassa on bakteerien määrä, jota tuote sisältää prosessin aikana. Tehokkuu-teen vaikuttaa myös bakteerien tyyppi. Bakteerikontaminaatioiden mahdollisuus tuotteessa minimoidaan kokonaisvaltaisella puhtaanapidolla ja jätehuollolla. Prosessia valvotaan suunnitelman mukaisesti. Valmistaja kartoittaa prosessin kriittiset pisteet ja luo keinot niiden poistamiseksi.²⁹

Mikrobiologisen laadun yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on tuotteen pH-arvo. Elintarvikkeen happamuus vaikuttaa tuotteen rakenteeseen ja mikrobien kasvu-olosuhteisiin. Tästä syystä elintarvikkeiden happamuus on yleensä tietyllä pH-arvoalueella. Täyssäilykkeiden pH-arvoalueet on esitetty taulukossa 6. Bakteerit eivät selviä happamissa olosuhteissa yhtä hyvin kuin hiivat ja homeet. Bakteeri-en selviytymiseen vaikuttaa myös, mikä happo tekee ympäristöstä happaman. Happamuus sekä estää bakteerien valmistamien entsyymien toimintaa että vai-keuttaa ravinteiden kulkeutumista bakteerisoluihin. Korkean happopitoisuuden omaaville elintarvikkeille pH-arvoalueen yläraja on 4,6, koska *Clostridium botu-linum* ei pysty kasvamaan sitä happamammissa olosuhteissa.^{29,30}

Homeet lisääntyvät rihmaston ja itiöiden avulla. Ne pystyvät kasvamaan lähes kaikissa elintarvikkeissa. Happi on ehdoton edellytys homeiden kasvulle ja ne kasvavatkin elintarvikkeiden pinnoilla. Eräät homeet tuottavat aineenvaihdunnassaan homemyrkkyjä eli mykotoksiineja. Homeet eivät vaadi paljon ympäristön suhteen, ja ne pystyvät kasvamaan jopa kuivien elintarvikkeiden pinnalla, esimerkiksi leivissä. Homeet voivat kasvaa hyvin happamissa elintarvikkeissa, sillä niiden suotuisin kasvualue on pH-arvoltaan 3-5.³⁰

Hiivat ovat yksisoluisia ja ne lisääntyvät pääasiassa kuroutumalla, mutta myös jakautumalla. Hiivat tarvitsevat lisääntyäkseen sokereita, minkä takia niitä esiintyy hyvin usein mehuissa, hilloissa ja marjoissa. Hiivat tarvitsevat happea, mutta ne pystyvät toimimaan myös hapettomassa, anaerobisessa ympäristössä. Lisääntyäkseen hiivojen kasvuympäristön pH-arvon on oltava 5, mutta ne pystyvät lisääntymään myös pH-arvoalueella 3-8. Hiivat tarvitsevat enemmän kosteutta kuin homeet.³⁰

Taulukko 6. Täyssäilykkeen pH-arvoalueet.²⁸

Happamuus	pH-arvoalue
Matala happopitoisuus	>4,6
Korkea happopitoisuus	≤4,6

Elintarvikkeen lämpötila vaikuttaa sen mikrobiologiseen laatuun. Elintarvikkeen käyttö-, varastointi- ja säilytyslämpötiloja on noudatettava, jotta lämpötila ei olisi optimaalinen bakteerien kasvulle. Bakteerit voidaan jakaa ryhmiin niiden optimaalisen kasvu ympäristölämpötilan mukaan. Bakteeriryhmien nimet ja niiden kasvamiseen tarvittavat optimaaliset lämpötilat on esitetty taulukossa 7.²⁹

Taulukko 7. Bakteerien lämmönsietokyvyt.²⁹

Bakteeriryhmä	Lämpötila-alue
Psykrotrofit	20-30 °C
Mesofiilit	20-45 °C
Termofiilit	45-65 °C

Psykrotrofit pystyvät kasvamaan vielä 7 °C, mikä vastaa jääkaapin lämpötilaa. Termofiilien lämmönkestävyys johtuu siitä, että ne pystyvät muodostamaan lämpöä kestäviä entsyymejä ja niiden solukalvojen lipidit sisältävät enemmän tyydyttyneitä rasvahappoja. Elintarvikkeen altistaminen lämmölle tuhoaa lähes kaikki bakteerit, kun lämpötila nousee lähellä veden kiehumispistettä. Bakteerien itiöt ovat kuitenkin enemmän resistenttejä lämmölle kuin aktiiviset bakteerisolut.²⁹

6.2 Täyssäilykkeet

Täyssäilyke on elintarvike, joka käsitellään kovalla lämpökäsittelyllä ja suljetaan ilmatiiviiseen pakkaukseen. Täyssäilykkeille on ominaista pitkä säilyvyysaika, joka saavutetaan prosessin kovalla lämpökäsittelyllä, joka tuhoaa tuotteen kaikki mikrobit ja niiden itiöt.²⁸

6.2.1 Pakkauksen täyttö

Täyttö on tärkeä osa täyssäilykkeen valmistusta sen säilyvyyden takaamiseksi. Käsin tehty täyttö on suotavaa hauraille tuotteille, kuten pehmeille hedelmille ja parsakaalille. Täyttöä kontrolloidaan vaa'alla, jolloin saadaan aina sama määrä tuotetta jokaiseen pakkaukseen. Väärä määrä tuotetta voi vaikuttaa lämpökäsittelyyn. Alitäyttö jättää pakkaukseen liikaa ilmaa, jolloin pakkaus ei lämpene tarpeeksi tai yhtä paljon eri osista. Liikatäyttö voi tuoda samoja ongelmia. Täyttö

on myös viimeinen ajankohta, jolloin tuote voi kontaminoitua. Täyttöä tulee valvoa visuaalisesti ja erilaisilla mittalaitteilla. Esimerkiksi metallinpaljastimilla valvotaan, että tuotteessa ei ole sinne kuulumattomia metallinpalasia. Laitteessa tulee olla myös toiminto, joka estää konetta täyttämästä, jos pakkausta ei ole tai se ei ole oikealla täyttökohdalla.²⁸

6.2.2 Saumaus

Täysistä pakkauksista imetään ensin ylimääräinen ilma pois vakuumilla, koska matalalla happipitoisuudella minimoidaan pakkauksen haitalliset kemialliset reaktiot, kuten rasvojen ja vitamiinien hapettuminen, mitkä ilmenevät tuotteen värvirheinä. Pakkaus saumataan samalla laitteella. Pakkaukseen asetetaan kansi, jonka kone saumaa. Saumauksen on oltava tiivis, jotta tuotteen käyttö on avaamisen jälkeen mahdollisimman riskitöntä. Epäonnistunut saumaus voi johtaa pakkauksen vuotamiseen lämpökäsittelyn aikana. Jos pakkaukseen on jäänyt aukkoja, tuote kontaminoituu käsittelyn jälkeen. Saumauksen aikana pakkaukset merkitään numerosarjoilla, joista ilmenee valmistuspäivä ja tuotenumero. Pakkaukset on siirrettävä nopeasti lämpökäsittelyyn, sillä joissain tapauksissa pitkä odotusaika voi pilata tuotteen. Esimerkiksi, jos täyssäilykkeet sisältävät kalaa, jotka voivat pilaantua helposti. Mahdolliset bakteerit voivat lisääntyä pakkauksessa ja vaikuttaa tuotteen ravintosisältöön.²⁸

6.2.3 Sterilointi

Täyssäilykkeet valmistetaan lämpökäsittelyllä, jossa tuote tai pakatut tuotteet, yleensä metallipurkki, kuumennetaan ylipaineessa 121,1 °C:ssa, kunnes niiden F-arvo on noussut vähintään arvoon 2,45. F-arvo on se aika minuutteina, jossa *C. botulinum* bakteerin itiöt kuolevat lämpötilassa 121,1 °C. Prosessissa F-arvo on hyvin tärkeä, koska sen avulla saadaan tietää, kuinka kauan kyseisen kokoisien pakkaukseen pakattua tuotetta tulee kuumentaa. Pakkauksen tulee olla täysin suljettu, jolloin kontaminaatiota ei tapahdu kuumennuksen jälkeen. Edellä mainittujen ehtojen toteutuessa täyssäilykkeet ovat hyvin turvallisia.²⁸

Tuotteen ainesosien valinnalla voidaan vaikuttaa tuotteen mikrobin määrään ennen lämpökäsittelyä. Varsinkin sokeri, tärkkelys ja mausteet voivat sisältää suuria määriä bakteerien itiöitä, joilla on suuri lämmönsietokyky. Tuotteilla, joiden pH-arvo on reilusti alle 4,7, on helpompaa saavuttaa steriilisyys. Happamat olosuhteet laskevat bakteerien lämmönsietokykyä, tuhoutumisaikaa ja -lämpötilaa. Tuotteen pH-arvo tulee todentaa mittalaitteilla, koska prosessi ei saa perustua vanhaan jo todettuun tietoon.²⁸

6.2.4 Jäähdytys

Jäähdytys on suoritettava mahdollisimman nopeasti lämpökäsittelyn jälkeen, ja pakkauksia on käsiteltävä niin vähän kuin mahdollista. Pakkaukset ovat kaikkein haavoittuvampia vuodoille ennen jäähdytystä. Suurin osa vuodoista johtuu huonosta saumauksesta, mutta jokainen pakkaus on laskettava mahdolliseksi kontaminaatoriskiksi. Pakkaukset voidaan jäähdyttää kylmällä vedellä vähentäen paine-eroa pakkauksen ulko- ja sisäpuolen välillä.²⁸

6.2.5 Laboratoriotestit

Pakkausten täytyy läpäistä laatutestit ennen niiden vapautumista markkinoille. Niille tehdään mikrobiologinen testaus, missä tuotteesta otettuja näytteitä inkuboidaan lämpökaapissa, ja tulokseksi saadaan, onko näyte positiivinen vai negatiivinen taudinaiheuttajien suhteen. Kokonaisbakteerien lisäksi voidaan määrittää yksityiskohtaisemmin, mitä bakteereja tuote sisältää. Positiivisen tuloksen haittapuolena on, että testi ei kerro missä vaiheessa kontaminaatio on tapahtunut.²⁸

6.3 Tuoretuotteet

Tuoretuotteita ei prosessoida raaka-aineiden pesemisen ja muokkauksen jälkeen, mikä tekee niistä haastavan alueen elintarviketeollisuudessa. Moderni

logistiikka on kuitenkin mahdollistanut tuoretuotteiden kuljetuksen pitkiäkin matkoja. Tuoretuotteita käyttävien kuluttajien määrä on myös lisääntynyt. Taudinaiheuttajien suurikin määrä on tuoretuotteissa hyvin yleistä, mikä on tehnyt ruokamyrkytys-epidemiaista varsin tavallisia ympäri maailmaa. Lounasravintoloissa tuoretuotteiden käyttö on yleistynyt, vaikka ne ovat hyvin riskialttiita ristikontaminaatioille noutopöydissä.³¹

Tuotteet voivat kontaminoitua jo viljelyn aikana, jos niitä lannoitetaan taudinaiheuttajapitoisella lannalla tai kasteluvetenä on käytetty jätevettä. Raaka-aineiden kerääminen, pakkaaminen, kuljetus ja säilytysolosuhteet myyntipisteissä ovat kontaminaatoriskejä ja johtavat mahdollisten taudinaiheuttajien esiintyessä niiden lisääntymiseen.³¹

6.3.1 Säilyvyyden parantaminen

Tuotteiden elinikää voidaan hieman pidentää kylmäsäilytyksellä tai suojakaasupakkauksella, jotka kuitenkin voivat säilyttää myös taudinaiheuttajia, kuten *Bacillus cereus* -bakteerit. Ne ovat itiöllisiä bakteereja, joita esiintyy vesistöissä, kasveissa, ihmisten ja eläinten suolistoissa. *B. cereus* pystyy kasvamaan sekä hapettomissa että hapellisissa olosuhteissa. Kylmäsäilytys ei täysin poista kontaminaatoriskiä, koska mm. *Listeria monocytogenes* kasvaa ja lisääntyy jopa 2 °C:ssa. Sitä sisältävän elintarvikkeen nauttiminen voi johtaa listerioosiin. Säilöntäaineita lisäämällä voidaan saavuttaa muutamien viikkojen säilyvyys, jolloin tuotteita voidaan käyttää esimerkiksi suurtalouskeittiöissä.³¹

Vesi on bakteerin kasvulle perusedellytys. Veden aktiivisuutta voidaan laskea ja näin ehkäistä mikrobien kasvua. Veden aktiivisuus tarkoittaa mikrobien käytössä olevaa vapaan veden määrää elintarvikkeissa. Veden aktiivisuutta kuvataan lukuarvolla 0-1, ja jos veden aktiivisuus on alle 0,85, bakteerit eivät yleensä pysty kasvamaan.³¹

Happamuutta säätämällä voidaan rajoittaa mikrobien kasvua, sillä suuri osa bakteereista viihtyy neutraaleissa olosuhteissa. Jotkin mikrobit, kuten homeet, hiivat ja maitohappobakteerit sekä jotkin EHEC- bakteerikannat, kestävät hap-

pamia olosuhteita. Varsinkin ravinteikkaat ja hiilihydraatteja ja proteiineja sisältävät tuotteet ovat hyvin alttiita bakteerikasvulle. Bakteerit käyttävät ensin helpoliukoisia yhdisteitä, kuten sokeria. Bakteerit alkavat käyttää ravinnokseen proteiineja, kun sokerit on kulutettu loppuun. Proteiinien pilkkoutuessa syntyy yhdisteitä, jotka havaitaan pahoina hajuina. Hajut voivat johtua bakteerien aineenvaihdunnan tuloksena syntyvistä kadaveriinista tai putreskiinista, jotka muodostuvat arginiinin tai ornitiinin hajoamisen tuloksena. Tällaisia elintarvikkeissa esiintyviä bakteereja kutsutaan pilaajabakteereiksi.^{30,31}

7 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN TEORIAA

Ihminen aistii ympäristönsä asioita monella tavalla. Ihmisellä on käytössään viisi eri aistia: maku, haju, tunto, näkö ja kuulo. Aistinvaraisessa arvioinnissa voidaan soveltaa kaikkia aisteja, joista kuulo osallistuu elintarvikkeiden havainnointiin kaikista vähiten. Esimerkiksi leivän rapeus voidaan havaita sitä murtaessa kuuloaistin avulla.³²

Maku- ja hajuaisti toimivat kemiallisesti, kun ruoan sisältämät yhdisteet saavuttavat niihin erikoistuneet kielen makunystyrät ja nenäontelossa sijaitsevan hajuepiteelin. Niistä tiedot siirtyvät hermopäätteisiin ja kulkeutuvat näin sähköimpulsseina aivoihin. Perusmakuja on olemassa viisi, jotka ovat makea, hapana, karvas, suolainen ja umami. Hajuaisti ei ole löydetty ”perushajua”, koska ne muodostuvat yleensä useista yhdisteistä samanaikaisesti. Hajuaisti adaptoituu makuaistia herkemmin, mikä vaikeuttaa arviointien suorittamista.³²

Tunto-, näkö-, ja kuuloaisti toimivat fysikaalisesti ja tarvitsevat fyysisen ärsyksen toimiakseen. Niillä havaitaan ulkonäköä, lämpötilaa ja rakennetta. Höyryävä keitto voi jo kertoa, että lämpötila on liian korkea nautittavaksi ja homeiseksi muuttunutta leipää ei tarvitse edes maistaa. Tuntoaisti on käytetyin rakenteen ilmaisija ja se perustuu kehon hermopäätteiden tuottamiin impulsseihin, joilla todetaan mm. kylmää, kuumaa, kovuutta ja kipua.³²

7.1 Historia

Aistinvarainen arviointi otettiin elintarviketuotannossa käyttöön vähitellen 1900-luvulla. Sitä käytettiin ensin tiettyjen tuotteiden, kuten kahvin ja teen, laadun ja hinnan määrittämiseen. Aluksi arvioinnille oli tyypillistä, että arvioitsijajoukko oli hyvin suppea tai vain yksi henkilö, jota ei ollut koulutettu arviointitehtäviin. Käytetyt olosuhteet ja tekniikat eivät olleet aina samanlaisia, koska niihin ei kiinnitetty huomiota. Toisen maailmansodan jälkeen kehitys ajoi menetelmiä nykyiseen muotoonsa, kun Yhdysvaltojen armeijan laboratorioon perustettiin elintarvikkeiden hyväksyttävyyssyksikkö, jossa työskenteli useita alan tutkijoita.³²

Suomessa aloitettiin aistinvaraisten tutkimusmenetelmien opetus 1960-luvun lopulla. Tämä onkin johtanut arviointiraatien kasvuun ja laboratorioraatien kehittymiseen. Raadin henkilöt on harjaannutettu ja koulutettu menetelmien ja teknikkoiden osaajiksi. Tilastotiede on tullut olennaiseksi osaksi aistinvaraisten kokeiden suunnittelussa ja tulosten käsittelyssä. Mittauksiin on kehitetty uusia menetelmiä ja asteikkoja, jotka ovat halutessa aina samat. Menetelmien käyttö pohjautuu psykologiaan, mutta niitä myös osataan ja täytyykin soveltaa aistinvaraisessa tutkimuksessa, koska ihmiset ovat erilaisia ja erityisnäkökulmia on otettava huomioon.³²

7.2 Ihminen mittalaitteena

Aistinvaraisessa arvioinnissa ihminen toimii mittalaitteena. Aistinvaraiset tutkimukset jaetaan kahteen osaan: mieltymysmittaukseen ja analyttiseen mittaukseen. Mieltymysmittauksessa halutaan tietoa myös mittalaitteesta eli ihmisestä, joka tuottaa reaktion. Kiinnostus kohdistuu yksilöiden reaktioiden eroihin, toisin kuin analyttisissä mittauksissa, joissa eri ihmisten tuottamia tuloksia käsitellään rinnakkaisarvoina. Niistä syntyvä hajonta hyväksytään aistinvaraisessa arvioinnissa välttämättömänä pahana, jota pyritään vähentämään arvioitsijoiden kouluttamisella. Analyttisessä mittauksessa ihminen antaa tietylle arvioitavalle ominaisuudelle voimakkuutta kuvaavan mittauslukeman tai ilmoittaa poikkeavatko näytteet toisistaan. Tällä tavalla voidaan selvittää, onko tuote muuttunut, jos prosessia on vaihdettu. Saadaan myös selville onko tuotteessa eroa, kun sitä verrataan samaan tuotteeseen, joka on tehty vanhalla tavalla. Ihmisen käyttäminen analyysimenetelmässä onkin erotettu täysin omaksi ryhmäkseen, koska määritykset kohdistuvat ihmisen elämyksiin eivätkä laitteen antamiin kemiallisiin tai fysikaalisiin muutoksiin. Taulukossa 8 on kuvattu ihmisen ja laitteen teknisiä eroja.³²

Taulukko 8. Teknisen laitteen ja ihmisen vertailu mittalaitteena.³²

Laite	Ihminen
Erottelee	Yhdistelee
Absoluuttinen	Suhteellinen
Kalibroitava	Vaikea kalibroida
Täsmällinen	Ailahteleva
Ei väsy	Väsy, adaptoituu
Ei aikajärjestysvirhettä	Aikajärjestysvirhe
Ei mieltymysarvioita	Mieltymys voi vääristää
Vaikea matkia ihmistä	Keinotekoisia matkia konetta
Hankinta ja ylläpito kallista	Ajankäyttö kallista

Ihminen arvioi ennemmin kokonaisuuksia kuin rajattuja yksittäisiä ominaisuuksia, jolloin arvioista tulee vertailevia eikä absoluuttisia. Mitta-asteikkojen käytössä on paljon häiritseviä tekijöitä, koska mielentila, fyysinen tila ja sen hetkinen vireys muuttuvat. Näytteiden suuri määrä kuormittaa ja luotettavuus kärsii, miksi arviointien tuleekin olla yleensä hyvin lyhytkestoisia. Mieltymykset, ennakkoluulot ja vastenmielisyydet vaikuttavat arviointiin sitä enemmän mitä harjaantumattomampi arvioitsija on.³²

Tutkimusten ja kokeiden on aina noudatettava eettisyyden periaatteita, koska mittalaitteena on ihminen. Koehenkilöiden turvallisuudesta on huolehdittava ja koe, sen tarkoitus ja riskit on kerrottava tekijälle, mikä voi tuottaa ongelmia, kun halutaan olla johdattelematta arvioitsijaa tiettyyn suuntaan. Kokeeseen on saatava arvioitsijan suostumus suullisena tai kirjallisena. Arvioitsija saa myös keskeyttää kokeen niin halutessaan. Arvioinnin tulosraportista ei saa käydä ilmi kuka on osallistunut testiin, joten heidän henkilötietonsa jätetään pois niin, että henkilöllisyydet eivät ole edes arvattavissa.³²

7.3 Käyttöalueet

Aistinvaraista arviointia käytetään mm. standardien laatimiseen, laadunvalvontaan, tuotekehitykseen, kuluttajatutkimuksiin ja kliinisiin tutkimuksiin. Tuotteille ja raaka-aineille luodaan laatuksiteerit luokitusta ja hinnoittelua varten, yleensä kokeneiden ja harjaantuneiden arvioitsijoiden määrittäminä. Laadunvalvonnalla mitataan raaka-aineiden ja tuotteiden samankaltaisuutta ja pysymistä määritetyissä kriteereissä. Uusien tuotteiden kehitys tai vanhojen tuotteiden muuttaminen prosessikehityksen tai raaka-aineiden valinnalla suoritetaan joko teollisuuden omien arvioitsijoiden kanssa tai kuluttajien kanssa. Kuluttajatutkimus on suunnattu vain kuluttajille, missä tutkitaan vain mieltymystä, joka on yhteydessä heidän taustaansa. Kriteereitä ovat esimerkiksi ikä, sukupuoli, syntyperä jne. Tavoitteena on yleensä tuotteen kaupallistaminen ja kuluttajatutkimuksella saadaan tietoa mahdollisesta tuotteen menestyksestä markkinoilla. Kliinisellä tutkimuksella tutkitaan aistimusten voimakkuutta verrattuna ihmisen fyysiseen olotilaan tai terveyteen. Tällöin arvioitsijat koostuvat kliinisestä ryhmästä.³²

7.4 Menetelmät

Menetelmissä arvioitsijalle annetaan ennakoon suunniteltu paperi, jossa on ohjeet testin suorittamiseen. Näytteet on koodattu yleensä kolminumeroisin luvuin tai kirjainyhdistelmillä, jotta arvioitsijalle ei synny kuvitelmia tai ennakkoaajatuksia, jotka vaikuttavat arviointiin.³²

7.4.1 Erotustesti

Arvioitsijan on todettava onko näytteillä eroa. Testi voi olla paritesti, jolloin arvioitavana on kaksi näytettä ja tulos on joko "on eroa" tai "ei ole". Kolmi-testissä arvioitavana on kolme näytettä, joista kaksi on samanlaista ja yksi erilainen. Arvioitsijan tulee löytää poikkeava näyte.³²

7.4.2 Järjestystesti

Testissä näytteet asetetaan järjestykseen tietyn ominaisuuden mukaan, jolloin pääasiassa seulotaan näytteiden määrää, koska erojen suuruudesta ei saada tietoa. On tärkeää, että arvioitsija vastaa, vaikka ei osaisikaan erottaa näytteitä toisistaan. Esimerkiksi arvioitsijan tulee sijoittaa viisi näytettä happamuuden suhteen voimakkuusjärjestykseen siten, että happamin saa sijaluvun 1 ja vähiten happamin sijaluvun 5.³²

7.4.3 Välimatka-asteikot

Välimatka-asteikoilla voidaan selvittää voimakkuutta, laatua tai suhteellisuutta. Mittauksissa voidaan tutkia voimakkuuden kestoa, jolloin arvioitsija ilmoittaa esimerkiksi chilin vaikutuksen keston halutussa aikayksikössä. Laatua tai mieltymystä voidaan mitata ohjeistamalla arvioitsijaa merkitsemään mieltymyksensä arviointipaperilla olevaan strukturoituun, osittain strukturoituun tai täysin strukturoituun asteikkoon. Nämä asteikot on esitetty kuvassa 3. Viivan päät ovat ääripäät esimerkiksi hapan – ei hapan ja keskellä on jakoviiva, jolloin tulos mitataan viivoittimella viivan vasemmasta päästä ja tulos kirjataan lukuna. Strukturoimaton asteikko on sanallinen määrittely eli ankkurointi on rajattu vain asteikon ääripäihin. Osittain strukturoitu ankkurointi on rajattu ääripäihin ja keskelle. Täysin strukturoitu asteikko on täydellinen sanallinen ankkurointi. Käytännössä ankkuroinnissa mitattavan ominaisuuden voimakkuus kasvaa vasemmalta oikealle.³²

Laatuasteikolla voidaan käyttää numerointia huonosta erinomaiseen ja jokaiselle ominaisuudelle annetaan lukuarvo. Tämä on mahdollista myös mieltymysmittauksissa, joissa lukuarvoja on oltava tarpeeksi, sillä kolmeportainen asteikko on liian suppea ja ihmisellä on tapana välttää ääripäitä, joten on suositeltavaa, että asteikko on 5-7-portainen.³²

Suhdeasteikolla mitataan joidenkin ominaisuuksien suhdetta toisiinsa. Erityisesti tutkitaan ärsykkeen voimakkuuden ja aistimuksen voimakkuuden suhdetta, jos-

ta tuloksena saadaan kuvaaja, jossa ärsykkeen voimakkuus kasvaa pitoisuuden funktiona.³²

Ei makea |-----| Makea

Strukturoimaton asteikko (makeus)

Sieleämpi |-----| Rakeisempi
 kuin A |-----| kuin A
 kuten A

Osittain strukturoitu asteikko (sileä-rakeinen)



erittäin
kosteaa



melko
kosteaa



ei kostea
eikä märkä



melko
kuiva



Erittäin
kuiva

Täysin strukturoitu asteikko (kosteaa-kuiva)

Kuva 3. Esimerkkejä välimatka-asteikoista.²²

8 HÄRKÄPAPULEVITTEEN KOE-ERIEN TULOKSET

8.1 Koe-erät 1 ja 2

Koe-erän 1 levitteestä tuli hyvin kovaa ja kimmoisaa, ja väri muuttui punertavasta ruskeaksi, jopa palaneen näköiseksi. Levite mureni, kun sitä poistettiin purkista veitsellä. Levitteestä löytyi paprikan ja palaneen tuotteen makua.

Koe-erän 2 levitteen rakenne oli hyvin hauras ja se mureni hyvin helposti, kun sitä yritti levittää. Väri oli muuttunut ruskehtavaksi, mutta purjon ja basilikan vihreä väri oli säilynyt vivahteittain. Basilikan ja purjon maku oli säilynyt lämpökäsittelyn jälkeen, mutta myös palaneita aromeja esiintyi.

8.2 Koe-erä 3

Koe-erässä käytettiin kaksinkertainen määrä öljyä verrattuna koe-eriin 1 ja 2. Koe-erän rakenne oli niihin verrattuna pehmeämpi, mutta levitettävyyys ei ollut parantunut merkittävästi. Maussa ei ollut havaittavia muutoksia verrattuna koe-eriin 1 ja 2.

8.3 Koe-erät 4 ja 5

Koe-erässä 4 pyrittiin selvittämään, saataisiinko pavun sisältämä tärkkelys pilkottua vehnäjauhojen α -amylaasin avulla, jotta tärkkelys ei liisteröityisi lämpökäsittelyn aikana. Koe-erässä 5 käytettiin puhdasta α -amylaasia samaan tarkoitukseen.

Neljännän koe-erän levitteen rakenne oli hyvin valuva ja emulsiota ei ollut päässyt muodostumaan. Väri oli muuttunut harmaaksi ja maultaan se oli täysin mauton. Jauhojen käytön takia tuote ei ollut enää gluteeniton, mikä ei ollut suotavaa. Saatiin kuitenkin selville, että α -amylaasin avulla saadaan levitettävämpi rakenne.

Viidennen koe-erän levite oli rakenteeltaan pehmeämpi kuin ilman α -amylaasin käyttöä, mutta sitä ei ollut mahdollista levittää, koska rakenne oli kuitenkin liian kova.

8.4 Koe-erät 6 ja 7

Molemmat levitteet olivat levitettäviä, mutta niiden rakenne oli mureneva, eikä kurkuman väri ollut säilynyt. Suuremman öljymäärän sisältänyt koe-erä 6 oli levitettävämpää. Kun levitteet olivat olleet jääkaapissa yön yli, ei niitä voinut enää levittää. Jääkaappilämpötila jäykisti levitteen rakenteen, eikä tavoiteltuja muutoksia ilmennyt.

8.5 Koe-erät 8 ja 9

Koe-erien tarkoitus oli selvittää, vaikuttaako pH-arvon laskeminen levitteiden levitettävyyteen jääkaappilämpötilassa. Koe-erässä 9 sitruunamehu oli vaikuttanut levitettävyyteen, mutta ei tarpeeksi, sillä rakenne oli vielä hyvin kova. Sitruunan maku oli levitteessä huomattava.

Hedelmämehu oli tehnyt koe-erän 8 levitteestä miellyttävän tuoksuista ja keltaisen väristä, mikä johtui mehun sisältämistä väriaineista. Rakenne levitteessä oli tasainen ja se levittyi hyvin. Laskemalla levitemassan pH-arvoa saatiin levitteelle levittyvä rakenne.

8.6 Koe-erät 10 ja 11

Koe-erien levitettävyyttä testattiin jääkaappilämpötilassa. Levitettävyyden oli samanlainen molemmissa koe-erissä, mutta koe-erän 11 sisältämä sitruunan happamuus tuoksui ja tuntui, kun levitettä käsiteltiin ja tutkittiin purkissa. Happamuus oli liian suuri eikä miellyttänyt purkkia avattaessa. Omenamehu antoi koe-erälle 10 hyvän levitettävyyden ja elintarvikevärillä syntyi hyvin säilynyt vihreä väri. Levitteissä ei käytetty mitään makua.

Samalla testattiin koe-erän 10 levitteen levitettävyyttä, mikä oli lämpökäsitelty metallipurkeissa. Levitteen rakenteessa ja levitettävyydessä ei ollut muutoksia, vaikka lämpökäsiteltävää pakkausta oli muutettu.

8.7 Koe-erä 12

Levite oli väriltään ruskea ja mureneva. Rakenne oli levittyvää ja sen levitettävät ominaisuudet paranivat mitä enemmän levitettä muovasi. Elintarvikeväriä ei käytetty, koska sallittu käytettävä määrä aiemmin käytettyä vihreää elintarvikeväriä ei riittänyt tuomaan massalle väriä.

Pähkinätön pesto antoi levitteelle miedon basilikan ja maun ja tuoksun, mikä havaittiin jo pakkauksen avaamisen jälkeen.

8.8 Koe-erät 13 ja 14

Koe-erä 13 oli koe-erän 12 kaltainen, mutta rakenteeltaan yhtenäisempi. Ero saattoi johtua siitä, että reseptissä käytettiin jauhoja kokonaisen härkäpavun sijaan, mikä on tehnyt alkumassasta homogeenisempää, eikä levite ollut yhtä murenevaa kuin koe-erä 12. Härkäpavun lisäys ei tehnyt levitteestä liian kovaa. Koe-erä 14 oli hyvin kovaa ja alhaisempi pH-arvo ei ollut enää auttanut saamaan rakennetta levittyvämmäksi. Massa ei ollut pystynyt sitomaan kaikkea omenamehua vaan kaikissa rinnakkaisissa purkeissa omenamehu oli erottunut levitteestä.

8.9 Raakaproteiinin määrityslaskut

Määrityksessä käytetyt reagenssit, laitteet ja liuokset on esitetty liitteessä 1. Lasketaan raakaproteiinimääritysten titrauskulutusten avulla härkäpavun ja koe-erän 13 levitteen raakaproteiinipitoisuudet.

$m = M * c * V$, missä

m = typen määrä, mg

M = typen moolimassa, 14 mg/mmol

c = suolahapon konsentraatio, 0,1 mmol/ml

V = suolahapon kulutus - nollanäytteen kulutus

Esimerkki härkäpavun näytteestä 1:

$m = 14 \text{ mg/mmol} * 0,1 \text{ mmol/ml} * 11,3 \text{ ml} = 15,82 \text{ mg}$.

Typen määrä näytteessä = $\frac{15,82 \text{ mg} * 100 \%}{465 \text{ mg}} = 3,402 \%$.

Proteiinin määrä näytteessä on typen määrä kerrottuna kertoimella 6,25.

Proteiinin määrä näytteessä: $3,402 \% * 6,25 = 21,3 \%$.

Taulukossa 9 on esitetty härkäpapu- ja levitenäytteiden raakaproteiinipitoisuudet.

Taulukko 9. Härkäpapu- ja levitenäytteiden raakaproteiinipitoisuudet.

Näyte	Härkäpapu (%)	Levite (%)
1	21,3	5,4
2	14,7	5,1
3	15,9	3,8
4	12,6	5,1
5	17,6	4,7
6	18,8	4,3
Keskiarvo	16,8	4,7

9 AISTINVARAINEN ARVIOINTI

Levitteen aistinvarainen arviointi suoritettiin Turun ammattikorkeakoulun aistinvaraisen arvioinnin tiloissa 28. ja 29.4.2014. Arvioitsijaryhmä koostui Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoista ja henkilökunnasta. Arvioitsijat kutsuttiin paikalle käyttäen sosiaalista mediaa.

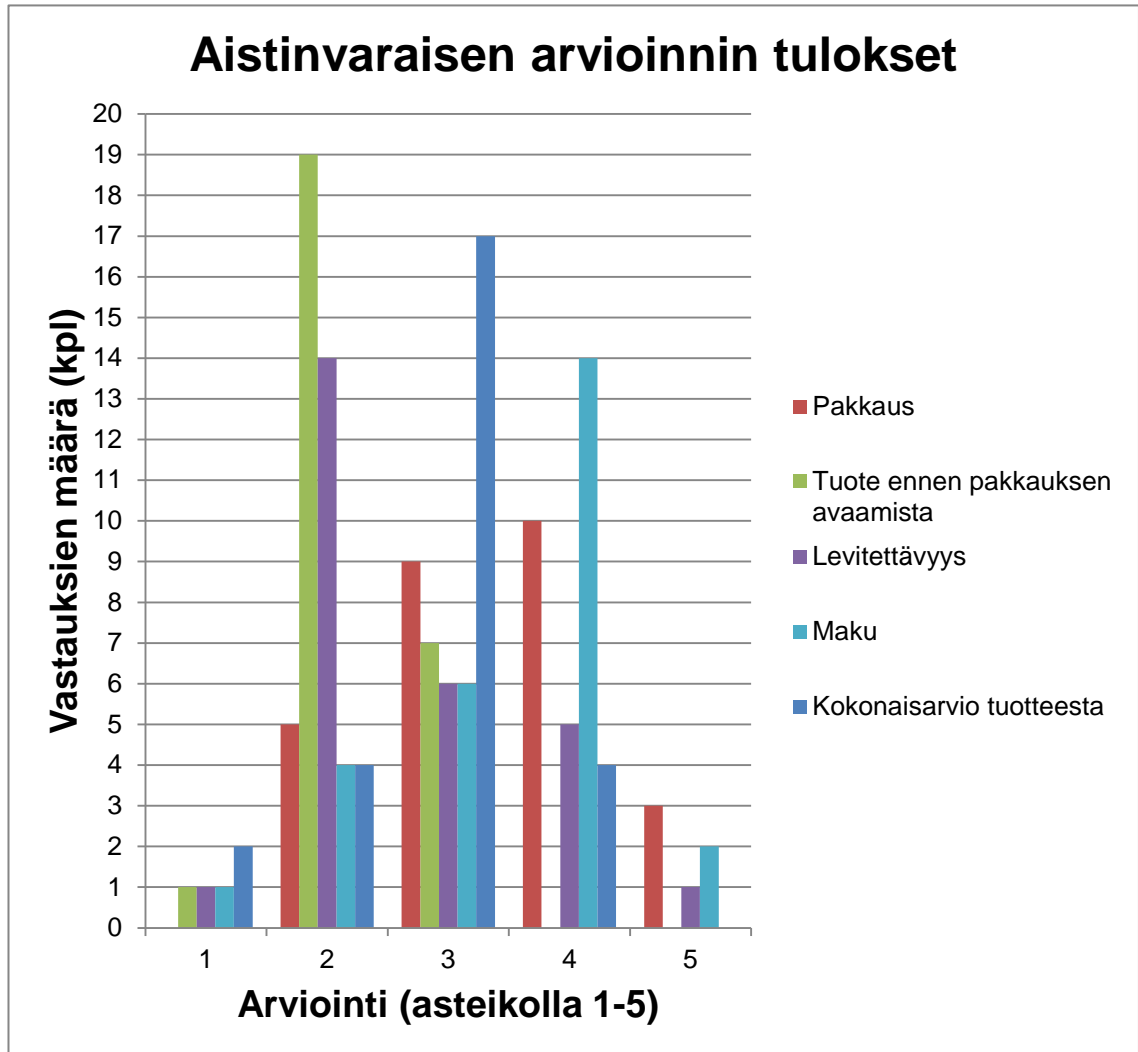
Aistinvaraisessa arvioinnissa arvioitiin levitteen pakkausta, ensivaikutelmaa ennen pakkauksen avaamista, vaikutelmaa pakkauksen avaamisen jälkeen, levitettävyyttä, makua ja kokonaisarviota tuotteesta. Arviointilomake on esitetty liitteessä 2. Arvioitsijoita pyydettiin arvioimaan pakkauksen ja tuotteen miellyttävyyttä asteikolla 1-5. Levitettävyyttä arvioitiin täysin strukturoidulla asteikolla. Pakkauksen avaamisen jälkeistä ensivaikutelmaa pyydettiin kuvailemaan vapaasti omin sanoin. Aistinvarainen arviointi suoritettiin koe-erän 12 tuotteella, koska sen rakenne oli parhaiten levittyvä ja siihen lisättiin jo hieman makua.

9.1 Aistinvaraisen arvioinnin tulokset

Aistinvaraisen arvioinnin kolmas kysymys käsitteli ensivaikutelmaa pakkauksen avaamisen jälkeen. Arvioitsijat kuvailivat omin sanoin tuotteen ulkonäköä, rakennetta, hajua ja väriä. Moni vastaaja haistoi peston, jota oli reseptissä hyvin vähän ja joka antoi levitteelle miedon basilikan maun. Vastaajista 40 % piti hajua miellyttävänä 25 % epämiellyttävänä. Jäljelle jäänyt kolmannes piti hajua neutraalina ja mietona, mutta mieltymykset eivät olleet negatiivisia. Vastaajista lähes 75 % koki tuoksun miellyttävänä tai ei häiritsevänä tekijänä levitteessä.

Levitteen ulkonäkö ei ollut miellyttävä, sillä 66 % vastaajista piti sitä epämiellyttävänä tai outona. Tähän vaikutti se, että levitteessä ei ollut käytetty mitään elintarvikeväriä ja tuotteen väri oli ruskea. Elintarvikeväriä ei käytetty, koska käytössä ei ollut sellaista väriä, joka olisi tuonut levitteeseen tarpeeksi väriä, kun väriä käytetään sallittu enimmäismäärä. Suurella osalla vastaajista olikin ulkonäön takia huonot ennako-odotukset tuotteen mausta.

Aistinvaraisen arvioinnin tulokset kirjattiin ylös ja ne on esitetty kuvassa 5. Kuvan 5 lähtöarvot ja jokaisen vastaajan vastauskohtaiset tulokset on esitetty liitteessä 3.



Kuva 4. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset.

Kuvasta 6 nähdään, että vastauksien määrä on hyvin keskipainotteista asteikolla 1-5. Moni piti pakkausta varsin neutraalina. Tuotetta pidettiin epämiellyttävänä ennen pakkauksen avaamista, sillä vain 75 % vastaajista antoi tuotteelle arvosanan 2 tai 1. Monien mielipide kuitenkin muuttui positiivisemmaksi arvioinnin aikana, koska maun ja tuotteen miellyttävyyden korkeimmat palkit ovat arvoissa 3 ja 4. Moni vastaaja piti tuotteen makua hyvänä, vaikka maku oli hyvin mieta.

Tuotteen levitettävyyden on muutettu arviointiasteikoiksi 1-5, sillä arviointikaavakkeessa täysin strukturoidussa asteikossa oli viisi kohtaa. Kuvassa 6 arvo 1 vastaa kaavakkeen kohtaa "vaikea saada pois pakkauksesta" ja arvo 5 "levittyy helposti/täydellisesti". 52 % vastaajista piti levitettä rakeisena, mutta silti mahdollisena levittää. Osa vastaajista huomasi, että muovaamalla levitettä, sen levitettävyyden paranevat, mikä selittää vastauksien hajanaisuuden. Tutkittuani levitepurkkeja arviointien jälkeen huomasin, että moni vastaaja oli työntänyt veitsen levitteeseen ja kääntänyt siitä palasen irti. Levitteeseen syntyi tällä tavalla kuoppa eikä levitettä ollut yritetty ottaa pitkillä poikittain suuntautuvilla veitsen vedoilla pois pakkauksesta. Tämä vaikutti levitettävyydestin tuloksiin negatiivisesti. Arvioinnissa käytettiin Fazerin Täysjyväpaahtoleipää, koska pohjaleivän tuli olla mahdollisimman mauton. Levitettävyyden oli kuitenkin haastavaa tälle leivälle, koska sen rakenne oli hyvin hauras. Kuvassa 5 on esitetty astinvaraisessa arvioinnissa käytetty levitepakkaus.



Kuva 5. Levitepakkaus.²²

10 YHTEENVETO

10.1 Prosessi

Työn tarkoituksen oli kehittää levitteelle prosessi. Prosessin yksikköoperaatioiden järjestys tuli selvittää ja toiveena oli, että prosessissa käytettäisiin kutteria.

Levitteen tuli olla täyssäilyke, joten se lämpökäsiteltiin autoklaavissa. Lämpökäsittelylle määritettiin aika, joka tarvitaan varmistamaan tuotteen säilyvyys. Säilyvyys taataan, kun tuotteen F-arvo on noussut vähintään arvoon 2,45. F-arvo on ylittänyt arvon 2,45, kun aikaa on purkkien autoklaaviin siirtämisen jälkeen kulu-
nut 55 min. Tulos on määritetty kuvan 5 käyrästä. F-arvo nousee tarpeeksi korkealle, kun lämpökäsittelyn pituus on vähintään 1 h ja silloin F-arvo on 3,0.

Härkäpapu sitoo paljon vettä suhteessa omaan painoonsa. Kuiva papu kaksinkertaistaa painonsa liotuksen aikana. Lämpötilan nosto saa härkäpavun tärkeyksen liisteröitymään ja rakenne muuttuu viskoosiksi. Pienikin härkäpavun määrä muodosti levitteen rakenteen niin kovaksi, ettei sitä voinut levittää. Ongelma ratkaistiin säätämällä levitteen pH-arvoa. Levitteen, jonka nestemäiset raaka-aineet olivat vesi ja öljy, pH-arvo oli 7. Vettä korvattiin n. 20 % omenamehulla, jonka pH-arvo oli 3,6. Levitteen pH-arvo laski 5:een ja sen rakenne oli levitettävää lämpökäsittelyn jälkeen. Levitettävyyys ei enää parantunut, kun pH-arvoa laskettiin alemmaksi, vaan kaikki neste ei enää sitoutunut levitteeseen, ja lämpökäsittelyn jälkeen purkeissa oli vapaata nestettä.

10.2 Pakkaus

Levitteen pakkauksen valinta oli haastavaa, sillä kovan lämpökäsittelyn takia materiaalien valinnanvaraa ei ollut paljon. Vaihtoehtoina pakkausmateriaaliksi olivat lasi ja metalli. Pakkauksen materiaaliksi valittiin lasi, koska metallisen täyssäilykepurkin uudelleen sulkemiseen avaamisen jälkeen ei löytynyt järkevää ratkaisua. Metallinen pakkaus hylättiin myös huonon esteettisyyden vuoksi. Lo-

pullinen pakkaus on lasipurkki, jossa on suljettava kansi. Täysi pakkaus on esitetty kuvassa 6. Lasisen pakkauksen tiiviys osoittautui haasteeksi, koska levitemassa turpasi lämpökäsittelyn aikana ja aiheutti vuotoa ja nestehävikkiä tuotteessa. Tähän olivat mahdollisesti syynä useasti käytetyt purkit ja niiden kannet. Reseptiä testattiin uusilla purkeilla ja kansilla, mutta ensimmäisellä kerralla osassa purkeista ilmeni vuotoa. Tämä saattoi johtua vääristä kansista, koska kun hankittiin samalta toimittajalta uusia purkkeja ja kansia, selvisi, että edellisen kerran kannet olivat tarkoitettu korkeintaan 80 °C:ssa käytettäviksi. Uusien purkkien ja kansien saannin jälkeen kaikki pakkaukset kahdeksan purkin koeerässä pysyivät tiiviinä.

10.3 Levitteen lopullinen resepti ja ravintoarvo

Taulukossa 10 on esitetty levitteen lopullinen resepti. Reseptin raaka-aineiden ravintoarvot, joita on käytetty laskettaessa levitteen ravintoarvot, on esitetty taulukossa 11. Levitteen laskennalliset ravintoarvot on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 10. Levitteen resepti.

Raaka-aine	Määrä (%)
Härkäpapu	20
Vesi	34,2
Omenamehu	22,8
Rypsiöljy	14,5
Hampunsiemen	3,1
Sokeri	1,5
Suola	1,1
Pesto	2,8
Elintarvikeväri	0,01

Taulukko 11. Raaka-aineiden ravintoarvot.

Raaka-aine	Energia (kcal)	Hiilihydraatit	Proteiini	Rasva	Kuitu	Kalsium (mg)	Natrium (mg)	Magnesium (mg)
Härkäpapu	378	58,3 %	16,8 %	2,6 %	2,4 %	36,0	236,0	43,0
Vesi	0					3,0	1,0	
Omenamehu	142	34,0 %	1,0 %	1,0 %				
Rypsiöljy	884			100,0 %				
Hampunsiemen	489	5,4 %	35,5 %	24,8 %	27,6 %	145,0	12,0	483,0
Sokeri	400	100,0 %				0,4	0,1	0,1
Suola	0							
Pesto	450	2,4 %	1,5 %	47,0 %	0,8 %			

Taulukko 12. Levitteen ravintoarvot g/100 g.

Ravinne	g/100g
Energia (kcal)	271
Proteiini	4,7
Hiilihydraatit	21,2
Rasva	17,4
Kuitu	1,4
Kalsium (mg)	12,7
Natrium (mg)	47,8
Magnesium (mg)	23,5

Ravintoarvolaskuissa käytettiin itse määritettyä proteiinipitoisuutta. Kjeldahl-menetelmällä määritetty proteiinipitoisuus oli vain puolet härkäpavun ideaaliravosta, joka on 30 %. Laskennallinen proteiinipitoisuus ja levitteestä määritettyjen proteiinipitoisuuksien keskiarvo oli täysin sama eli 4,7 %.

11 LOPPUPÄÄTELMÄT

Levitteen kehittämisen suurin ongelma oli rakenteen saaminen sellaiseksi, että tuotetta voi levittää. Toinen haaste oli sellaisen pakkauksen löytäminen, joka kestäisi kovan lämpökäsittelyn ja samalla olisi uudelleen suljettava pakkauksen avaamisen jälkeen.

Rakenneongelmaa yritettiin ensin ratkaista pilkkomalla härkäpavun sisältämä tärkkelys α -amylaasilla, jotta tärkkelys ei liisteröityisi lämpökäsittelyn aikana. Prosessiin olisi tällöin pitänyt lisätä pitkä inkubointiaika ennen lämpökäsittelyä, jotta α -amylaasi ehtii vaikuttaa levitemassassa. Tärkkelyksen liisteröitymistä pyrittiin tämän jälkeen hillitsemään laskemalla tuotteen pH-arvoa, mikä tuotti positiivisen tuloksen. Huomattiin myös, että kun levitemassan pH-arvo lähestyy 4,5, neste ei enää imeydy levitteeseen lämpökäsittelyn aikana. Lopullisessa reseptissä pH-arvon laskemiseen käytettiin omenamehua, mutta suurempaan mittakaavaan siirryttäessä voidaan käyttää jotain muuta ainetta happamuuden säätämiseen. Levitettävyyteen vaikuttivat myös käytetyn härkäpavun muoto. Lopuksi todettiin, että oli parempi käyttää raaka-aineena härkäpapujauhoja, koska levitemassasta tuli silloin homogeenisempää eikä levitteestä muodostunut niin rakeista. Rakenteeseen vaikutti myös levitteeseen lisätyn öljyn määrä. Lopullisessa levitteessä oli rasvaa noin 15 %, mikä on varsin miellyttävä määrä kevyelle levitteelle. Levitteen ulkomuoto oli hyvin kuivan näköinen, vaikka sen nestemäisten raaka-aineiden osuus oli yli 70 %.

Levitteen pakkauksen tuli olla lasipurkki, koska sen pystyi sulkemaan uudelleen avaamisen jälkeen. Lasipurkkien kansien tuli olla tiiviisti kiinni, jotta pakkaukset eivät vuotaisi lämpökäsittelyn aikana ja hävikkiä tai mahdollisia kontaminaatioita syntyisi. Lasipurkin suuaukon tuli olla mahdollisimman leveä, jotta levitettä on mahdollista levittää ja poistaa pakkauksesta veitsellä.

Levitteen kehittäminen härkäpavuista onnistui, mutta lopullisen levitteen proteiinipitoisuus jäi hyvin matalaksi. Pavun määrän lisäys teki levitteen rakenteesta liian kovaa. Levitteen proteiinipitoisuuden kasvattamiseksi raaka-aineena käy-

tettävän härkäpavun proteiinipitoisuuden tulisi olla mahdollisimman korkea. Työssä käytettyjen papujen proteiinipitoisuus oli määritettäessä 16,8 %. Jos raaka-aineen proteiinipitoisuus olisi ollut 30 %, niin lopullisen levitteen proteiinipitoisuus olisi noussut 7,4 %:iin, kun härkäpavun osuus levitteessä on 20 %.

LÄHTEET

- ¹ Viitattu 15.5.2014. <http://www.utu.fi/fi/yksikot/fff/palvelut/kehitysprojektit/tuotekehitysklinikka/Sivut/home.aspx>.
- ² Peltosaari, L.; Raukola, H. 1998. Ravitsemustieto. 2., tarkastettu painos. Keuruu: Otava.
- ³ Viitattu 14.2.2014. <http://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=help/glossary.html>.
- ⁴ Viitattu 14.2.2014. http://www.rcsb.org/pdb/education_discussion/educational_resources/what_is_a_protein.pdf.
- ⁵ Viitattu 8.3.2014. http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/aminohappojen_lyhenteet/2/.
- ⁶ Viitattu 8.3.2014. <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/sekundaarirakenne/2/>.
- ⁷ Viitattu 8.3.2014. <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/tertiarirakenne/2/>.
- ⁸ Viitattu 8.3.2014. <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/kvaternaarirakenne/2/>.
- ⁹ Viitattu 14.5.2014. <http://www.genzyme.nu/page.php?id=261&ctrid=4&seid=14>.
- ¹⁰ Bluejay, M. 2013. Vegetarian guide: Setting the record straight. Viitattu 9.3.2014. <http://michaelbluejay.com/veg/protein.html>.
- ¹¹ Hoffman, J. & Falvo, J. (2004). Journal of Sports Science and Medicine: Protein which is best?. Viitattu 5.4.2014. <http://www.jssm.org/vol3/n3/2/v3n3-2pdf.pdf>.
- ¹² Viitattu 5.4.2014. <http://www.medbio.info/Horn/Time%206/protei4.gif>.
- ¹³ Kalliola, I. 2005. Ruokakasvit. Helsinki: WSOY.
- ¹⁴ Ijäs, T. & Välimäki, M-L. 2008. Tunne elintarvikkeet. 2., uudistettu painos. Helsinki: Otava.
- ¹⁵ Nurro, M. & Salo-Kauppinen, R. (2009). Maaseudun tiede: Kotimaisista palkokasveista oma-varaisuutta ja huoltovarmuutta. Viitattu 27.1.2014. <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v66n03.pdf>.
- ¹⁶ Breton, M.; Emond, I.; Podesto, M. & Fredette, N. 1999. Kansainvälinen elintarvikeopas. Tur-tia, K. Köln: Könemann.
- ¹⁷ Viitattu 6.3.2014. <http://naatti.net/reseptit/harkapapupihvit-jugurttikastikkeella>.
- ¹⁸ Viitattu 29.3.2014. <http://www.maataloustilastot.fi/satotilasto>.
- ¹⁹ Hovi, A. 1985. Luonnonmukainen viljely. Helsinki: Tammi.
- ²⁰ Viitattu 27.1.2014. http://www.agrimarket.fi/Maatalous_ja_Elaimet/kasvuohjelmat/Viljat/Harkapapu_-_uusi_valkuaisrehukasvi/.
- ²¹ Helenius, J.; Kallela, M.; Mäkelä, P.; Seppänen, M.; Stoddard, F.; Teeri, T. & Yli-Halla, M. 2012. Peltokasvien tuotanto. 2., tarkistettu painos. Opetushallitus: Juvenes Print Oy.
- ²² Valokuvaaja Juha Sola. 18.2.2014.
- ²³ Aaltonen, R.; Peltonen, S. 2011. Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Keuruu: Otava.
- ²⁴ Peltonen, S. 2013. Peltokasien kasvinsuojelu. Keuruu: Otava.

²⁵ Nykänen, A.; Huusela-Veistola, E.; Jalli, H.; Jalli, M.; Koikkalainen, K.; Kymäläinen, M.; Känkänen, H.; Lemola, R.; Lizarazo, C.; Sipiläinen, T.; Stoddard, F.; Vanhatalo, A. MTT raportti 59: Typpi ja valkuaisomavaraisuuden lisääminen palkokasveja tehokkaasti hyödyntämällä. Viitattu 27.1.2014. <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/479860/mttraportti59.pdf?sequence=1>.

²⁶ Viitattu 5.3.2014. <http://www.vegaaniliitto.fi/proteiini.html>.

²⁷ Jokinen, T. 1998. Tuotekehitys. Helsinki: Valopaino Oy.

²⁸ Downing, D. 1996. A complete course in canning I. 13., uudistettu painos. Baltimore: CTI Publications Inc.

²⁹ Downing, D. 1996. A complete course in canning II. 13., uudistettu painos. Baltimore: CTI Publications Inc.

³⁰ Korkeala, H. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

³¹ Niemi, V-M; Rahkio, M.; Siitonen, A. 2004. Ruokaturvallisuuden käsikirja. Helsinki: WS Bookwell Oy.

³² Helleman, U.; Tuorila, H. 1999. Elintarvikkeet aistien puntarissa. Helsinki: Yliopistopaino.

Raakaproteiinin määrittämisen liuokset ja laitteet.

Laitteet:

Kjeldahl-polttiyksikkö: Büchi, K424, BIO 1436.

Vesihöyrytisluslaitte: Büchi, K314, BIO 1577.

Byretti: PW 0,05 AS Ex + 30 s.

Analyysivaaka: Metler Toledo, BIO 5072.

Magneettisekoittaja: Franz Morat NO 9-120.

Pipetti: Biohit proline, 1-5 ml, nro 165, kalib. 21.11.2013.

Liuokset ja raaka-aineet:

Boorihappo: Fisher Scientific, CasNo. 10043-35-3.

Valmistettiin 4 % boorihappoa 500 ml, punnitsemalla 20 g boorihappoa ja liuottamalla se 500 ml RO-vettä.

Kjeldahl-tabletti: VWR, lot. TP1129058202

Aistinvarainen arviointilomake.

Aistinvarainen arviointilomake

Edessäsi on yksi levitenäyte. Etene ohjeiden mukaan yksi kohta kerrallaan ja lue ohjeet huolellisesti. Vastaa kaikkiin kohtiin.

1. Arvioi tuotteen pakkausta. Voit koskettaa pakkausta, mutta älä avaa sitä. Arvioi pakkauksen miellyttävyyttä asteikolla 1-5 ja merkitse vastaus rastilla alla olevaan taulukkoon, kun 5 tarkoittaa miellyttävää ja 1 epämiellyttävää.

1

2

3

4

5

2. Älä avaa pakkausta. Tarkastele itse tuotetta. Onko tuote miellyttävän näköinen ennen pakkauksen avaamista? Arvioi tuotteen miellyttävyyttä asteikolla 1-5 ja merkitse vastaus rastilla alla olevaan taulukkoon, kun 5 tarkoittaa miellyttävää ja 1 epämiellyttävää.

1

2

3

4

5

3. Avaa pakkaus, mikä on ensivaikutelmasi? Kirjaa mielipiteesi alla oleville riveille, esimerkiksi ulkonäkö, haju jne.

4. Käytä tarjottimella olevaa veistä ja levitä levitettä leivälle edessäsi (arviointikopin seinässä) olevan kuvan mukainen määrä. Arvioi tuotteen levitettävyyttä ja merkitse vastaus rastilla alla olevaan taulukkoon.

Hankala saada pois pakkauksesta

Levittyy huonosti, hajoaa

Levittyy, rakeilee

Levittyy

Levittyy helposti/ täydellisesti

5. Maista leipää, johon olet levittänyt levitettä. Arvioi tuotteen makua ja tuotteen miellyttävyyttä asteikolla 1-5 ja merkitse vastaus rastilla alla olevaan taulukkoon, kun 5 tarkoittaa miellyttävää ja 1 epämiellyttävää.

Maku:

1

2

3

4

5

Tuote:

1

2

3

4

5

Aistinvaraisen arvioinnin vastaukset.

Jokaisen vastaajan kysymyskohtaiset vastaukset					
Vastaaja	1	2	4	5	
1	2	2	3	5	4
2	4	3	3	3	3
3	4	2	2	3	3
4	4	3	2	3	3
5	4	2	2	4	3
6	2	2	2	4	3
7	4	3	4	3	3
8	3	2	2	4	3
9	4	3	4	4	3
10	3	2	2	4	3
11	2	1	1	3	1
12	4	2	3	4	4
13	4	3	3	4	3
14	3	2	4	4	4
15	5	3	2	5	2
16	3	2	4	2	3
17	2	2	2	4	3
18	5	2	2	4	3
19	3	2	2	3	3
20	5	2	2	1	1
21	4	2	4	2	2
22	2	2	2	4	3
23	3	3	3	4	4
24	4	2	2	4	2
25	3	2	5	2	3
26	3	2	3	4	3
27	3	2	2	2	2

Vastauksien yhteenlasketut lukumäärät						
Vastaus	Pakkaus	Tuote ennen pakkauksen avaamista	Levitettävyyys	Maku	Kokonaisarvio tuotteesta	
1	0	1	1	1	2	
2	5	19	14	4	4	
3	9	7	6	6	17	
4	10	0	5	14	4	
5	3	0	1	2	0	