



# **TÄYTETTYJEN LEIPÄTUOTTEIDEN AISTINVARAINEN SÄILYVYYSSEURANTA**

Prosessin kehittäminen

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Insinööri (AMK), bio- ja elintarviketekniikka  
Kevät 2025  
Noora Komulainen

Koulutus Bio- ja elintarviketekniikka  
Tekijä Noora Komulainen  
Työn nimi Täytettyjen leipätuotteiden aistinvarainen säilyvyysseuranta  
Ohjaaja Juuso Laaksonen

---

Vuosi 2025

Täytetyt leipätuotteet ovat helposti pilaantuvia elintarvikkeita ja niiden aistinvarainen laatu on keskeinen osa kuluttajakokemusta. Kuluttajien odotukset elintarvikkeiden laadusta, tuoreudesta ja turvallisuudesta ovat nykypäivänä korkeat ja elintarvikealan toimijoiden on vastattava näihin vaatimuksiin parhaalla mahdollisella tavalla. Tuotteiden säilyvyyden tarkka määrittely ja seuranta ovat keskeisiä tekijöitä näihin vaatimuksiin vastaamisessa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää tilaajayrityksen, Linkosuon kahvila Oy:n, aistinvaraisen säilyvyysseurannan prosessia vastaamaan paremmin täytettyjen leipätuotteiden tuoteryhmän tarpeita.

Työn kirjallisuusosiossa tarkasteltiin elintarvikkeiden säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä täytettyjen leipien näkökulmasta sekä säilytyksen aikana tapahtuvia mikrobiologisia, fysikaalisia ja kemiallisia muutoksia. Lisäksi perehdyttiin elintarvikkeiden säilyvyysseurantamenetelmiin ja aistinvaraiseen arviointiin, sen toteutukseen, mitta-asteikkoihin, menetelmiin ja arviointiraateihin. Kirjallisuuskatsauksessa tuotiin esiin aistinvaraisen arvioinnin rooli osana laadunvarmistusta ja sen luotettavuuteen vaikuttavat tekijät, kuten arvioijien koulutus, arviointitilan hallinta ja arviointimenetelmän valinta.

Käytännön osuudessa suunniteltiin ja toteutettiin aistinvarainen säilyvyysarviointi kahdelle tilaajayrityksen tuotteelle. Tämän lisäksi arviointia suorittavalle raadille järjestettiin koulutus ja perusmakutesti. Arvioijien koulutus oli keskeinen osa prosessia ja siihen panostettiin erityisesti arviointitulosten toistettavuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi. Säilyvyysarvioinnit toteutettiin koulutetun raadin kanssa, ja arvioinneissa seurattiin tuotteiden laatumuutoksia säilytysajan eri vaiheissa. Lisäksi laadittiin ohjeistus säilyvyysseurannan toteuttamista ja dokumentointia varten.

Työn tuloksena syntyi selkeä malli aistinvaraiselle säilyvyysarvioinnille, jota tilaajayritys voi hyödyntää osana tuotekehitystä ja laadunvalvontaa. Prosessi sekä erityisesti arviointiraadin koulutus tukevat arviointien yhdenmukaisuutta ja toistettavuutta sekä tarjoavat välineet säilyvyysajan tarkempaan määrittelyyn. Kehitetty menetelmä vahvistaa yrityksen sisäisiä käytäntöjä laadun seurantaan ja tukee samalla tuotekehitystä tarjoamalla systemaattisen lähestymistavan tuotteiden säilyvyyden ja laadun arviointiin.

Avainsanat Aistinvarainen arviointi, säilyvyysseuranta, täytetyt leivät  
Sivut 34 sivua ja liitteitä 12 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Author Noora Komulainen

Year 2025

Subject Sensory Shelf-life Monitoring of Ready-to-Eat Sandwiches

Supervisor Juuso Laaksonen

---

Ready-to-eat sandwiches are highly perishable food items, and their sensory quality plays a key role in the consumer experience. Nowadays, consumers have high expectations regarding the quality, freshness, and safety of food, and operators in the food industry must meet these demands in the best possible way. Accurate determination and monitoring of product shelf-life are essential to meet these requirements. The aim of this thesis was to develop a sensory shelf-life evaluation process for the commissioner, Linkosuon Kahvila Oy, tailored to the needs of the growing category of ready-to-eat sandwiches.

The theoretical part of the thesis explored the factors affecting the shelf-life of ready-to-eat sandwiches, including microbiological, physical, and chemical changes that occur during storage. In addition, various shelf-life evaluation methods and sensory analysis approaches were reviewed, including implementation practices, evaluation scales, methods, and types of sensory panels. The literature review highlighted the role of sensory evaluation in quality control and the factors affecting its reliability, such as assessor training, control of the evaluation environment, and selection of appropriate methods.

In the practical part, a sensory shelf-life evaluation process was designed and piloted through a study involving two products of the commissioner. A training session and a basic taste test were arranged for the sensory panel. The panelist training was a central component of the process, ensuring the reliability and repeatability of the evaluation results. Evaluations were conducted with a trained panel at different storage time points to monitor changes in product quality. A set of instructions for conducting and documenting the shelf-life evaluation process was also created.

As a result, a clear and applicable model for sensory shelf-life evaluation was developed, which the commissioner can utilize in product development and quality monitoring. The process, and particularly the training of the panel, supports consistency and repeatability in evaluations and provides tools for more accurate determination of shelf life. The developed method strengthens the company's internal practices for quality monitoring and supports product development by offering a systematic approach to evaluating shelf life and product quality.

Keywords Sensory evaluation, shelf-life monitoring, ready-to-eat sandwiches

Pages 34 pages and appendices 12 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Täytetyt leivät valmisruokakategoriassa .....	2
3	Täytettyjen leipien säilyvyyteen vaikuttavat tekijät .....	3
3.1	Sisäiset tekijät .....	4
3.2	Ulkoiset tekijät .....	5
3.3	Muutokset elintarvikkeessa .....	6
3.3.1	Mikrobiologiset muutokset .....	6
3.3.2	Fysikaaliset muutokset .....	11
3.3.3	Kemialliset muutokset .....	12
4	Elintarvikkeiden säilyvyysseuranta .....	13
5	Aistinvarainen arviointi .....	14
5.1	Aistit arvioinnin perustana .....	14
5.2	Arviointimenetelmät ja mitta-asteikot .....	15
5.2.1	Erotustestit .....	15
5.2.2	Kuvailevat menetelmät .....	16
5.2.3	Mieltymysmenetelmät .....	17
5.2.4	Aistinvarainen laaduntarkkailu .....	18
5.3	Arvioinnin toteutus .....	19
5.4	Tulosten luotettavuus .....	19
6	Aistinvaraisen arvioinnin raadit .....	20
6.1	Valintatestit .....	22
6.2	Raadin koulutus .....	23
7	Menetelmät .....	24
7.1	Aistinvarainen säilyvyysarviointi .....	24
7.2	Arviointiraadin koulutus .....	25
8	Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	27
8.1	Säilyvyysseurantaohje .....	30
9	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	31
	Lähteet .....	33

## Taulukot

Taulukko 1. Täytetyistä leivistä tutkittavat mikrobit ja niiden ohjausarvot (lähde: Elintarviketeollisuusliitto, 2022) .....	7
Taulukko 2. Täytetyistä leivistä tutkittavien mikrobien optimikasvuolosuhteet ja niiden aiheuttamat muutokset elintarvikkeissa (lähde: Ruokavirasto, 2010; Adams ym., 2024; Juvonen, 2001; Timonen ym., 2018) .....	10
Taulukko 3. Perusmakutestin tulokset.....	27
Taulukko 4. Tuotteen A säilyvyysarvioinnin tulokset.....	28
Taulukko 5. Tuotteen A säilyvyysarvioinnin vastausten keskihajonta .....	28
Taulukko 6. Tuotteen B säilyvyysarvioinnin tulokset.....	29
Taulukko 7. Tuotteen B säilyvyysarvioinnin vastausten keskihajonta .....	29

## Liitteet

<a href="#">Liite 1.</a>	Arviointilomake
<a href="#">Liite 2.</a>	Aistinvarainen arviointiraati, koulutusmateriaali
<a href="#">Liite 3.</a>	Säilyvyysseurantaohjeistus
<a href="#">Liite 4.</a>	Aineistonhallintasuunnitelma

# 1 Johdanto

Elintarviketeollisuuden toimintaympäristö on muutoksessa, sillä kuluttajien odotukset tuotteiden laadusta, turvallisuudesta ja vastuullisuudesta ovat kasvaneet. Kuluttajat ovat entistä tietoisempia valintojensa vaikutuksesta omaan terveyteensä, ympäristöön sekä yhteiskuntaan ja he arvostavat tuotteita, joiden kehityksessä nämä seikat ovat otettu huomioon. (Tuorila & Monteleone, 2009, s. 59) Tämän lisäksi yksilölliset makumieltymykset kulutustottumuksissa ovat korostuneet, mikä haastaa elintarvikealan toimijoita kehittämään tuotteita, jotka ovat laadultaan korkeatasoisia ja kuluttajien makuun sopivia.

Elintarvikkeiden tuotanto ja kulutus liittyvät vahvasti kestävän kehityksen tavoitteisiin, erityisesti ympäristövaikutusten, resurssitehokkuuden ja ruokaturvan näkökulmasta. Suomessa ruokahävikin määrä koko elintarvikeketjussa on merkittävä, sillä 2014 Katajajuuren ja kumppaneiden tekemässä tutkimuksessa kotitaloudet, ravintolat, elintarviketeollisuus ja jälleenmyyjät tuottivat yhteensä 335–460 miljoonaa kiloa ruokahävikkiä per vuosi. Se tarkoittaa, että koko ruokaketjussa 10–15 % ruoasta päätyy hävikkiin. Ruokahävikin vähentäminen onkin tunnistettu keskeiseksi toimenpiteeksi vastuullisen ruokajärjestelmän edistämiseksi. (Katajajuuri ym., 2014, ss. 323) Asianmukaiset prosessit tuotteiden laadunvalvontaan ja säilyvyyden hallintaan ovat tärkeitä keinoja tämän tavoitteen saavuttamisessa, sillä ne auttavat vähentämään ennenaikaista ruokahävikkiä ja tukevat resurssien kestäväää käyttöä.

Elintarvikkeiden säilyvyyden hallinta on yksi keskeinen keino tuotteiden laadun ja turvallisuuden varmistamisessa. Erityisesti helposti pilaantuvat tuotteet, kuten täytetyt leivät, ovat herkkiä muutoksille säilytyksen ja kuljetuksen aikana. Näiden tuotteiden säilyvyyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten käytettyjen raaka-aineiden ominaisuudet, säilytyslämpötila ja pakkausratkaisut. (Kilcast & Subramaniam, 2011, ss. 52–54) Aistinvaraisen arvioinnin avulla voidaan seurata tuotteen laadullisia muutoksia sen koko elinkaaren ajan. Aistinvaraisen arvioinnin avulla tuotteiden makua, rakennetta, ulkonäköä ja hajua voidaan arvioida systemaattisesti ja toistettavasti, mikä tukee kuluttajatytyväisyyttä ja laadunvarmistamista.

Opinnäytetyön aiheena on kehittää aistinvaraisen säilyvyysseurannan prosessia Linkosuon kahvila Oy:n tuotekehitykseen. Yrityksessä halutaan panostaa täytettyjen leipätuotteiden tuoteryhmän kehittämiseen ja yhdeksi tuoteryhmän kehittämisen osaksi on noussut aistinvaraisen säilyvyysseurantaprosessin päivittäminen vastaamaan paremmin

tuoteryhmän nykyistä tilaa. Tässä työssä on tavoitteena luoda systemaattinen ja toistettava prosessi, joka auttaa tuotekehitystä tekemään luotettavampia arvioita tuotteiden säilyvyydestä.

Tutkimuskysymykset:

1. Miten aistinvarainen säilyvyysseuranta voidaan järjestää täytetyille leipätuotteille systemaattisella ja toistettavalla tavalla, ja mitä aistinvaraisia arviointimenetelmiä voidaan käyttää säilyvyyden arvioinnissa?
2. Millaiset tekijät kirjallisuuden perusteella vaikuttavat täytettyjen leipätuotteiden aistinvaraiseen säilyvyyteen?
3. Kuinka aistinvarainen arviointiraati voidaan kouluttaa siten, että saadaan luotettavia ja johdonmukaisia tuloksia?

Tämän opinnäytetyön tuloksena tilaajayritys saa käyttöönsä dokumentoidun ja vakioidun prosessin täytettyjen leipätuotteiden aistinvaraiseen säilyvyysseurantaan, joka auttaa yritystä varmistamaan tuotteidensa laadun ja säilyvyyden entistä luotettavammin.

Lisäksi työ tukee kestäväen kehityksen tavoitteita. YK:n Agenda 2030 -ohjelman tavoitteen 12. ”Varmistaa kulutus- ja tuotantotapojen kestävyys”, yhtenä keskeisenä toimenpiteenä on vähentää ruokahävikin määrää niin kuluttaja- ja jälleenmyyjätasolla kuin myös tuotanto- ja jakeluketjuissa (United Nations, 2015). Kehittämällä ja parantamalla säilyvyysseurannan prosessia ja sen tarkkuutta, voidaan estää tuotteiden ennen aikaista poistamista myynnistä ja vähentää turhaa hävikkiä. Puutteellisesti määritetty säilyvyysaika voi myös heikentää kuluttajien luottamusta tuotemerkkiä kohtaan ja johtaa siihen, ettei tuotteita enää osteta. (Giménez ym., 2012, s. 312) Vakioitu ja dokumentoitu prosessi edistää myös osaltaan resurssitehokkuutta ja optimoi raaka-aineiden käyttöä.

## 2 Täytetyt leivät valmisruokakategoriassa

Valmisruoka on laaja käsite, joka ei ole täysin yksiselitteinen. Se kattaa alleen suuren joukon valmistusasteeltaan erilaisia elintarvikkeita ja ruoka-annoksia. Valmisruokia voidaan ryhmitellä monin eri tavoin, kuten esimerkiksi puolivalmisteisiin, valmisaterioihin, laatikkoruokiin, pizzoihin, valmisruokapakasteisiin, välipalatuotteisiin ja jälkiruokiin sekä take-away -tuotteisiin. (Aho ym., 2020, ss. 288–297)

Täytetyt leivät kuuluvat take away -tuotteiden kategoriaan. Take away -tuotteet ovat tarkoitettu sellaisenaan syötäväksi ja ne ovat helposti mukaan otettavia. Täytettyjen leipien lisäksi tuoteryhmään kuuluvat muun muassa wrapit, smoothiet ja välipalapatukat. Tuoteryhmänä take away -tuotteet on melko uusi ja se kehittyi edelleen. (Aho ym., 2020, s. 295) Nykyajan ruokatottumukset ovat murroksessa ja perinteisestä ruokailurytmistä (aamupala, lounas, päivällinen, iltapala) ollaan siirtymässä niin sanottuun naposteluun, jolloin nautitaan pienempiä annoksia ruokaa useammin pitkin päivää. Tämän myötä take away -tuotteiden rooli on noussut vähittäiskaupan valikoimissa ja erilaisia vaihtoehtoja onkin nykyään paljon tarjolla. (Kinnunen & Pasto, 2019, s. 59) Vuonna 2024 Keskon ja S-ryhmän ostetuimpien valmisruokien listalle nousi aikaisemmista vuosista poiketen perinteisten laatikkoruokien ja pizzojen rinnalle täytettyjä leipiä ja wrappeja (Ollikainen, 2024).

### 3 Täytettyjen leipien säilyvyyteen vaikuttavat tekijät

Elintarvikkeen säilyvyysaika tarkoittaa ajanjaksoa, jonka aikana tuote säilyy turvallisena ja käyttökelpoisena määritellyissä säilytysolosuhteissa. Säilyvyysajan puitteissa elintarvikkeen mikrobiologiset sekä aistinvaraiset ominaisuudet, kuten maku, rakenne ja ulkonäkö, tulisi säilyä halutunlaisina. Kuluttajalle säilyvyysaika merkitsee sitä, kuinka kauan elintarvike voidaan käyttää kotona ennen sen pilaantumista, kun taas jälleenmyyjä keskittyy siihen, kuinka kauan tuote voi olla myyntikelpoinen kaupan hyllyllä. Säilyvyysaika riippuu tuotteen koostumuksesta, valmistusprosessista ja säilytysolosuhteista. EU-lainsäädäntö määrittelee säilyvyysajan oikeudellisena käsitteenä ja liittää sen joko "viimeiseen käyttöpäivään" tai "parasta ennen" -päivämäärään. (Man, 2015, s. 1) Täytetyille leiville määritetään yleensä "viimeinen käyttöpäivä", sillä kyseessä on kylmänä tarjoiltava ruoka, jota ei uudelleen kuumenneta (Subramaniam & Wareing, 2016, s. 173).

Elintarvikkeen valmistajan vastuulla on määrittää tuotteelle säilyvyysaika, jonka puitteissa tuotteen mikrobiologiset, kemialliset ja aistinvaraiset ominaisuudet säilyvät vaatimusten mukaisina. Tämä koskee sekä tuotteita, joille asetetaan "viimeinen käyttöpäivä", että niitä, joille ilmoitetaan "parasta ennen" -päivämäärä. Mikrobiologisia säilyvyystutkimuksia tarvitaan erityisesti silloin, kun lainsäädäntö sitä edellyttää esimerkiksi *Listeria monocytogenes*-bakteerin aiheuttaman riskin vuoksi, kun tuotteen säilyvyysajasta ei ole aiempaa näyttöä tai kun valmistusmenetelmissä tai pakkauksessa tapahtuu muutoksia, jotka voivat vaikuttaa säilyvyyteen. Kaikissa tapauksissa tutkimuksia ei kuitenkaan tarvita. Esimerkiksi heti nautittavat, pakastetut tai täyssäilykkeiksi luokiteltavat elintarvikkeet

voidaan usein arvioida ilman erillisiä testejä tai jos tuotteelle on tiedossa vakiintunut säilyvyysaika tai sen merkintä ei ole lainsäädännön mukaan pakollinen. (Ruokavirasto, 2023)

Täytetyt leivät sisältävät monia koostumukseltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia komponentteja, kuten leipää, leikkeleitä, juustoa, kasviksia ja erilaisia levitteitä sekä kastikkeita, kuten majoneesia tai margariinia. Näiden raaka-aineiden erilaiset ominaisuudet, kuten veden aktiivisuus, pH ja rasvapitoisuus tai esimerkiksi tuotantotilojen hygienia, vaikuttavat olennaisesti tuotteiden säilyvyyteen. Elintarvikkeiden säilyvyyteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kahteen ryhmään, sisäisiin tekijöihin ja ulkoisiin tekijöihin, jotka voivat vaikuttaa tuotteen säilyvyysaikaan joko itsenäisesti tai vuorovaikutteisesti. (Man, 2015, s. 76)

### 3.1 Sisäiset tekijät

Sisäiset tekijät tarkoittavat tuotteen omiin ominaisuuksiin liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat elintarvikkeiden säilyvyyteen. Näitä ovat muun muassa käytettyjen raaka-aineiden laatu, tuotteen koostumus ja resepti, tuotteen rakenne, kokoonpano, veden aktiivisuus ( $a_w$ ), pH-arvo, hapensaanti, hapetus-pelkistyspotentiaali ( $E_h$ ), lasisiirtymä sekä mahdollisesti käytetyt säilöntäaineet. (Man, 2015, s. 10)

Raaka-aineiden laatu on yksi keskeisimmistä sisäisistä tekijöistä. Mikäli käytetyt raaka-aineet, kuten kasvikset, leikkeleet tai juustot, ovat mikrobiologisesti tai fysikaalisesti huonolaatuisia esimerkiksi kuljetusvaurioiden tai vääränlaisen esikäsitellyn vuoksi, niiden pilaantuminen nopeutuu ja samalla koko tuotteen säilyvyys lyhenee. (Man, 2015, s. 62)

Tuotteen koostumus ja rakenne vaikuttavat myös olennaisesti säilyvyyteen. Esimerkiksi runsaasti vettä sisältävät täytteet, kuten tomaatit tai kurkut, nostavat koko tuotteen veden aktiivisuutta ja luovat suotuisammat olosuhteet mikrobien kasvulle. Vastaavasti rasvapitoiset levitteet ovat alttiita hapettumiselle, mikä heikentää makua ja laatua. Tuotteen kokoonpanolla, eli sillä miten eri komponentit on aseteltu toisiinsa nähden, voidaan vaikuttaa esimerkiksi kosteuden siirtymiseen leivän ja täytteiden välillä. (Man, 2015, s. 62–64)

Veden aktiivisuus on yksi merkittävimmistä mikrobien kasvua säätelevistä tekijöistä. Veden aktiivisuus eli  $a_w$ -arvo kertoo, kuinka paljon vapaata vettä ympäristössä on. Se ei siis tarkoita tuotteen kokonaisvesipitoisuutta, vaan se kuvastaa käytettävissä olevan veden

määrää.  $A_w$ -arvo vaihtelee välillä 0–1. (Solunetti, 2006) Korkea  $a_w$ -arvo edistää pilaajamikrobien kasvua. Täytetyissä leivissä veden aktiivisuus vaihtelee raaka-aineiden mukaan. Myös pH-arvo ja tuotteen happamuus vaikuttavat säilyvyyteen, sillä useimmat mikrobit viihtyvät neutraalissa pH:ssa. Näin ollen happamammat raaka-aineet voivat hidastaa mikrobien kasvua. (Man, 2015, s. 64–69)

Tuotteen redox-potentiaali eli hapetus-pelkistyspotentiaali ( $E_h$ ) vaikuttavaa erityisesti mikrobien elinolosuhteisiin tuotteessa sekä moniin muihin kemiallisiin ja biokemiallisiin reaktioihin. Redox-potentiaali on suure, joka kuvaa aineen tai yhdisteen kykyä luovuttaa tai vastaanottaa elektroneja. Kun aine vastaanottaa elektroneja, se pelkistyy, ja jos se taas luovuttaa elektroneja, se hapettuu. Jos aineen redox-potentiaali on positiivinen, on ympäristö hapettava, ja jos taas redox-potentiaali on negatiivinen, on ympäristö pelkistävä. Aerobiset bakteerit kasvavat hapettavassa ympäristössä, kun taas anaerobiset mikrobit kasvavat pelkistävässä ympäristössä. (Man, 2015, ss. 69–70) Hapettava ympäristö on otollisempi esimerkiksi rasvojen härskiintymiselle tai vitamiinien hajoamiselle.

Mahdolliset lisätyt tai luontaiset säilöntäaineet, kuten suola, etikka tai maitohappobakteerit, voivat parantaa tuotteen mikrobiologista säilyvyyttä ja hidastaa pilaantumisreaktioita. Näillä voidaan vaikuttaa täytetyn leivän säilyvyysajan pituuteen. (Adams ym., 2024, ss. 114–115, 124)

### 3.2 Ulkoiset tekijät

Ulkoiset tekijät liittyvät tuotteen valmistuksen jälkeisiin olosuhteisiin sekä valmistusprosesseihin, jotka vaikuttavat täytettyjen leipien säilyvyyteen. Näihin kuuluvat tuotantotilojen hygienia- ja käytetyt prosessointi- ja säilöntämenetelmät, pakkausmateriaalien ja -tapojen valinta sekä varastointi-, jakelu- ja myyntiolosuhteet. Kaikki nämä tekijät ovat olennaisia tuotteen mikrobiologisen ja aistinvaraisen laadun säilymisen kannalta. (Man, 2015, s. 71–74)

Erilaisia elintarvikkeen käsittely- ja säilöntämenetelmiä ovat muun muassa raaka-aineiden pesu, pilkkominen, lämpökäsittely (pastörinti ja sterilointi), jäähditys, pakastus, kuivatus ja fermentointi. Oikein valitut ja toteutetut menetelmät voivat pidentää tuotteen säilyvyyttä. Tuotantotilojen ja -välineiden hygienia- ja käytetyt menetelmät vaikuttavat tuotteiden laatuun ja säilyvyyteen. Hyvä hygienia on olennainen osa hyvää tuotantotapaa (GMP) ja keskeinen asia turvallisten elintarvikkeiden valmistuksessa. Huono hygienia voi johtaa mikrobiologiseen,

fysikaaliseen tai kemialliseen kontaminaatioon, joka heikentää tuotteen turvallisuutta ja säilyvyyttä. (Man, 2015, s. 72)

Pakkauksen ensisijainen tehtävä on suojata tuotetta ympäristöltä. Se suojaa tuotetta mekaanisilta vaurioilta ja estää kontaminaation kuljetuksen, varastoinnin ja jakelun aikana. Pakkausmateriaali voi suojata myös tuotetta valolta, kaasunvaihdolta ja kosteuden siirtymiseltä, joiden aiheuttamat laatua heikentävät muutokset voivat lyhentää tuotteen säilyvyysaikaa. Oikeanlainen pakkaus voi myös parantaa tuotteen säilyvyyttä. Esimerkiksi suojakaasuun pakkaaminen (MAP) voi pidentää tuotteen säilyvyysaikaa. (Man, 2015, s. 73)

Tuotteiden varastointi-, jakelu- ja myyntiolosuhteet voivat vaikuttaa myös osaltaan täytettyjen leipien säilyvyyteen. Esimerkiksi kylmäketjun katkeaminen kuljetuksen voi lyhentää arvioitua säilyvyysaikaa. Nämä seikat tulisikin ottaa huomioon säilyvyysaikaa määritettäessä. Käytännön tutkimuksissa on havaittu, että vaikka täytetyt leivät olisivat mikrobiologisesti turvallisia valmistushetkellä, niiden säilyvyys voi vaarantua merkittävästi varastoinnin aikana, erityisesti mikäli kylmäketjua ei hallita hyvin. Kokkinakis ym. (2020) tutkivat valmiiksi pakattujen täytettyjen leipien mikrobiologista laatua Kreikassa ja havaitsivat, että *Escherichia coli* -bakteerin tasot nousivat säilytyksen aikana hyväksyttävien raja-arvojen yläpuolelle muutamissa tutkituissa tuotteissa. Tutkimuksessa havaittiin, että kaikilla jälleenmyyjillä ei ollut asianmukaisia kylmälaitteita tuotteiden säilytykseen ja näin ollen tuotteet pääsivät pilaantumaan herkemmin. (Kokkinakis ym., 2020, ss. 4225–4226) Tämä korostaa kylmäsäilytyksen tärkeyttä ja sen vaikutusta elintarvikkeen turvalliseen myyntiaikaan.

### 3.3 Muutokset elintarvikkeessa

Elintarvikkeet pilaantuvat erilaisten, usein samanaikaisesti vaikuttavien tai toisiaan seuraavien mekanismien vuoksi. Näiden prosessien ymmärtäminen auttaa esimerkiksi tuotekehittäjiä tunnistamaan ja hallitsemaan tekijöitä, jotka vaikuttavat säilyvyyteen. Pilaantumiseen aiheuttamat muutokset voivat olla fysikaalisia, kemiallisia ja mikrobiologisia. (Man, 2015, s. 41)

#### 3.3.1 Mikrobiologiset muutokset

Mikrobien kasvuun elintarvikkeissa vaikuttaa alkukuormituksen ja saastumisasteen lisäksi moni tekijä. Näistä tekijöistä merkittävimmät ovat tuotteen  $a_w$ -arvo, eli veden aktiivisuus,

pH-arvo, lämpötila sekä tuotteen suolapitoisuus. (Ruokavirasto, 2010) Tässä kappaleessa käsitellään Elintarviketeollisuusliiton ”Elintarvikkeiden mikrobiologisia ohjausarvoja viimeisenä käyttöajankohtana tai parasta ennen – päivänä”- oppaassa mainittuja, täytetyille leiville määritettyjen tutkimusten kohteena olevia mikrobeja ja niiden aiheuttamia muutoksia elintarvikkeissa. Taulukossa 1 on kuvattuna oppaassa täytetyistä leivistä tutkittavaksi suositellut mikrobit ja niiden ohjausarvot. Ohjausarvotermit on selitetty oppaassa seuraavasti: ”m = ohjearvon ylittyessä toistuvasti on arvioitava tilanne (pikku m). M = ohjearvon ylittyessä on tehtävä riskiarviointi ja toimijan on ryhdyttävä tarvittaessa toimenpiteisiin (iso M).” (Elintarviketeollisuusliitto, 2022)

Taulukko 1. Täytetyistä leivistä tutkittavat mikrobit ja niiden ohjausarvot (lähde: Elintarviketeollisuusliitto, 2022)

SALAATTI JA VOILEIVÄT, JOISSA KYPSÄT RAAKA-AINEET	m	M
Homeet	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
Enterobakteerit	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
<i>Bacillus cereus</i> -ryhmä	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
Aerobiset mikrobit	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
Koagulaasipositiiviset stafylykokit / <i>S.aureus</i>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
SALAATIT, RAASTEET SEKÄ VOILEIVÄT JA SÄMPYLÄT, JOISSA RAAKOJA RAAKA-AINEITA SELLAISENAAN SYÖTÄVÄT, TEOLLISUUDEN VALMISTAMAT	m	M
Hiivat	$1 \times 10^4$	$5 \times 10^5$
Homeet	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^4$
<i>Bacillus cereus</i> -ryhmä	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
Koagulaasipositiiviset stafylykokit / <i>S.aureus</i>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
<i>Escherichia coli</i>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$

Oppaassa mainittujen mikrobien lisäksi käsitellään myös *Listeria monocytogenes* ja *Salmonella spp.* Mikrobikriteeriasetuksessa sanotaan, että *L. Monocytogenes* tulee tutkia sellaisenaan syötävistä elintarvikkeista, joita säilytetään yli 5 vrk ja täytetyt leivät voivat kuulua tähän ryhmään. (Ruokavirasto, 2024)

*Bacillus cereus* kuuluu *Bacillus*-bakteerien sukuun ja on *Bacillus*-lajien yleisin ruokamyrkytysten aiheuttaja. Se on itiöllinen bakteeri, joka kasvaa sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa. Itiömuodossaan se kestää erittäin epäedullisia kasvuolosuhteita, kuten korkeaa lämpötilaa, kuivuutta ja ravinnonpuutetta. (Ruokavirasto, 2010, s. 20) *Escherichia coli* on gramnegatiivinen suolistobakteeri, joka kuuluu ihmisten ja eläinten normaaliin mikrobistoon. Se on yleisesti harmiton, mutta tietyt kannat voivat aiheuttaa vakavia sairauksia. *E. coli* toimii ulostesaastunnan indikaattorina elintarvike- ja vesihygieniasissa, mutta löydösten merkitys vaihtelee kannan patogeenisyyden mukaan. Patogeeniset ryhmät, kuten ETEC ja EPEC, aiheuttavat ripulitautia etenkin kehitysmaissa, kun taas EHEC, erityisesti serotyyppi O157:H7, on länsimaissa merkittävä ruokaväliitteisten epidemioiden aiheuttaja. (Adams ym., 2024, s. 254) *Listeria monocytogenes* on ympäristössä laajasti esiintyvä bakteeri, jota löytyy maaperästä, vedestä, kasveista, rehusta sekä ihmisten ja eläinten suolistosta. Se kestää poikkeuksellisen hyvin ääriolosuhteita ja voi kasvaa sekä hapellisissa että hapettomissa oloissa. *L. monocytogenes* sietää korkeitakin suolapitoisuuksia, selviää kuivauksesta ja pakastuksesta ja kykenee lisääntymään jääkaappilämpötiloissa, mikä tekee siitä erityisen riskin kylmäsäilytettävissä elintarvikkeissa. Se tuhoutuu pastörintilämpötilassa (72 °C). (Ruokavirasto, 2010, s. 56) *Salmonella* on suolistobakteeri, josta on olemassa yli 2000 serotyyppiä. Se voi lisääntyä sekä hapellisissa että hapettomissa oloissa ja säilyä ympäristössä pitkään. Tartunnat leviävät usein saastuneen ruoan tai veden välityksellä. (Ruokavirasto, 2010, s. 67) *Staphylococcus aureus* on koagulaasipositiivinen stafylokokkibakteeri, joka voi aiheuttaa ruokamyrkytyksiä tuottamalla elintarvikkeisiin enterotoksiineja. Se kykenee kasvamaan sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa, sietää kuivuutta ja jopa yli 15 % suolapitoisuuksia. Bakteeri lisääntyy ja tuottaa toksiinia laajalla pH- ja lämpötila-alueella, mikä tekee siitä elintarvikehygienian kannalta merkittävän. Vaikka hygieniatason parantuessa sen aiheuttamat epidemiat ovat vähentyneet, *S. aureus* on ollut perinteisesti yleisin ruokamyrkytysten aiheuttaja Suomessa. (Ruokavirasto, 2010, s. 83) Enterobakteerit ovat laaja gramnegatiivisten sauvabakteerien heimo, joihin kuuluu muun muassa *Shigella*-bakteerit ja *Yersinia*-bakteerit. Tässä taulukossa esitellään yersinioiden suvusta *Yersinia pseudotuberculosis*. Se kykenee kasvamaan jääkaappilämpötiloissa ja lisääntymään myös tyhjiöpakatuissa elintarvikkeissa. Pitkäaikainen säilytys viileässä voi suosia sen kasvua, jolloin se voi lisääntyä muiden

bakteerien kustannuksella ja muodostaa riskin elintarviketurvallisuudelle. (Ruokavirasto, 2010, s. 109)

Hiivat ja homeet ovat erittäin yleisiä elintarvikkeiden pilaajamikrobeja. Ne ovat usein ensimmäisiä mikrobeja, jotka aiheuttavat aistittavia muutoksia elintarvikkeissa, ja siten ne rajoittavat käytännössä tuotteen säilyvyysaikaa, vaikka mikrobiologinen turvallisuus ei vielä olisi vaarantunut. Hiivat kilpailevat ravinteista bakteerien kanssa, ja suotuisissa oloissa bakteerikasvu voi peittää hiivojen esiintymisen alleen. Elintarvikkeen koostumus, kuten veden aktiivisuus, happamuus ja ravinnepitoisuus, vaikuttaa ratkaisevasti hiivan kasvuun ja pilaantumisherkkyyteen. Elintarvikkeista on tunnistettu yli 70 hiivalajia ja hiivakontaminaatio on yleistä esimerkiksi mehuissa, hilloissa, majoneesissa, maitotuotteissa ja valmisruoissa, kuten salaateissa ja kastikkeissa. (Juvonen, 2001, s. 52) Homeet puolestaan muodostavat näkyvää kasvustoa tuotteen pinnalle, ja osa lajeista voi tuottaa mykotoksiineja, jotka ovat terveydelle haitallisia. Homekasvuston voi havaita aistinvaraisesti, mutta mykotoksiineja ei. Homeet viihtyvät kosteissa ja hapellisissa olosuhteissa. Taulukossa 2 käydään läpi yllä mainittujen mikrobien optimikasvuolosuhteet ja mitä muutoksia ne aiheuttavat elintarvikkeissa.

Taulukko 2. Täytetyistä leivistä tutkittavien mikrobien optimikasvuolosuhteet ja niiden aiheuttamat muutokset elintarvikkeissa (lähde: Ruokavirasto, 2010; Adams ym., 2024; Juvonen, 2001; Timonen ym., 2018)

Mikrobi	Kasvu- alue (°C)	Optimi (°C)	pH min.– max.	aw min.	Missä esiintyy	Muutokset elintarvikkeessa
<i>Bacillus cereus</i>	4–50	30–37	4,9– 9,3	0,95	Monet elintarvikkeet, erityisesti liha- ja riisiruokat, maitotuotteet, vihannekset	Leipiin limaisuutta, maitotuotteisiin juoksettumista
<i>Escherichia coli</i>	7–50	30–40	4,4– 9,0	0,95	Raaka/huonosti kypsennetty liha, pastöroimaton maito, vihannekset, idut, saastunut vesi, ristikontaminaatio	Ei aistittavia muutoksia
<i>Listeria monocytogenes</i>	-0,4– 44	35–37	4,1– 9,6	<0,92	Maitotuotteet, liha, kala, vihannekset, voi tarttua tuotantoympäristöstä	Ei aistittavia muutoksia
<i>Salmonella spp.</i>	5–46	35–37	4,5– 9,5	0,95	Raaka liha, pastöroimaton maito, kananmunat, vihannekset, ristikontaminaatio	Ei aistittavia muutoksia
<i>Staphylococcus aureus</i>	7–48	37–40	4,0– 9,8	0,86	Raaka liha, kala, pastöroimaton maito, valmisruokat	Ei aistittavia muutoksia
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	5–43	25–29	5,0– 9,6	0,96	Kasvikset	Ei aistittavia muutoksia
Hiivat	2–47	15–35	4,5– 6,5	0,80	Lähes kaikki raaka- aineet, prosessivedet ja - laitteet	Pintakasvu, sameus, kaasunmuodostus, happamuus, rakennemuutokset
Homeet	0–40	20–30	3,0– 5,0	0,60	Ympäristössä kaikkiialla	Näkyvä homekasvusto

Kuten huomataan, taulukossa 2 käsitellyistä mikrobeista suurin osa ei aiheuta aistittavia muutoksia elintarvikkeissa. Ne ovat patogeenejä, jotka voivat aiheuttaa suurina pitoisuuksina ruokamyrkytyksen. Tämän vuoksi on tärkeää suorittaa aistinvaraisen arvioinnin lisäksi myös mikrobiologiset tutkimukset säilyvyysaikaa määrittäessä. Tuotteiden aistittavaan laatuun vaikuttavat pilaajamikrobit, jotka eivät varsinaisesti ole haitallisia terveydelle, mutta muuttavat elintarvikkeen aistinvaraisia ominaisuuksia pilaantuneen tuntuiseksi tai näköiseksi. Tällaisia pilaajamikrobeja ovat esimerkiksi maitohappobakteerit. Pilaajamikrobit voivat aiheuttaa tuotteessa haju- ja makuvirheitä sekä silmin havaittavia pilaantumismuutoksia, kuten limaantumista. (Björkroth, 2009)

### 3.3.2 Fysikaaliset muutokset

Leipien säilyvyyteen vaikuttavat erilaiset fysikaaliset muutokset, jotka voivat heikentää tuotteen aistinvaraista laatua. Näitä ovat muun muassa kosteuden siirtyminen, muiden aineiden kuin veden siirtyminen, kiteytymiseen liittyvät ilmiöt sekä emulsion epävakaus. (Man, 2015, s. 41)

Yksi fysikaalinen muutos on leivän kuivuminen, joka johtuu kosteuden siirtymisestä leivästä ympäröivään ilmaan tai muihin täytetyn leivän komponentteihin. Vastaavasti esimerkiksi kasvien sisältämä kosteus voi haihtua ja siirtyä leipään, mikä johtaa kasvien nahistumiseen ja leivän kostumiseen. Kosteuden siirtymisen hallinta on säilyvyyden keskeinen asia, sillä ne vaikuttavat suoraan tuotteen suutuntumaan ja ulkonäköön. (Man, 2015, s. 41) Myös muiden aineiden, kuten rasvojen ja aromien, siirtyminen eri komponenttien välillä voi aiheuttaa ei-toivottuja muutoksia makuun ja rakenteeseen. Esimerkiksi levitteiden rasva voi imeytyä leipään, jolloin levitteen rakenne muuttuu ja leipä voi tuntua rasvaiselta. (Man, 2015, s.43)

Tärkkelyksen retrogradaatio eli uudelleenkiteytyminen voi aiheuttaa leivän rakenteen kovettumista säilytyksen aikana. Kypsennyksen aikana geelitynyt tärkkelys, joka koostuu pääosin amyloosista ja amylopektiinistä, alkaa jäähtymisen ja varastoinnin aikana kiteytyä uudelleen, jolloin sen rakenne kovettuu. Mitä alhaisemmassa lämpötilassa leipää säilytetään, sitä nopeammin uudelleenkiteytyminen tapahtuu. (Man, 2015, s. 45)

Emulsion epävakauden aiheuttamia fysikaalisia muutoksia voi esiintyä erityisesti silloin, kun täytetyssä leivässä käytetään majoneesipohjaisia levitteitä tai täytteitä tai vaikka margariinia. Säilytyksen aikana rasva- ja vesifaasi voivat erottua toisistaan, mikä johtaa

levitteen tai täytteen rakenteen rikkoutumiseen. Tämä voi vaikuttaa täytetyn leivän ulkonäköön ja makuun. (Man, 2015, s. 44)

### 3.3.3 Kemiaalliset muutokset

Kemiaalliset muutokset vaikuttavat merkittävästi täytettyjen leipien säilyvyyteen ja laatuun säilytyksen aikana. Näissä prosesseissa tapahtuvat molekyyli-tason reaktiot voivat johtaa tuotteen aistinvaraisten ominaisuuksien, ravintoarvon ja turvallisuuden heikkenemiseen. Tyypillisimpiä kemiaallisia muutoksia ovat kylmävauriot, hapettuminen, hydrolyysi, ruskettumisreaktiot sekä tuotteen ja pakkauksen väliset reaktiot. (Man, 2015, s. 46)

Kylmävaurioilla tarkoitetaan lämpötilan vaihteluiden aiheuttamia vaurioita, jotka voivat ilmetä esimerkiksi kasvien solukon rikkoutumisena tai rakenteen vettäytymisellä, mikä vaikuttaa tuotteiden rakenteeseen ja ulkonäköön. Erityisesti vihannekset ja leivän rakenne voivat kärsiä liian kylmässä säilytyksessä. (Man, 2015, s. 46)

Hapettuminen on kemiaallinen reaktio, joka heikentää rasvapitoisten komponenttien, kuten levitteiden, majoneesien ja lihan laatua. Rasvojen hapettuminen eli härskiintyminen johtaa epämiellyttävien maku- ja hajuyhdisteiden muodostumiseen. Myös proteiinit, väriaineet, vitamiinit ja makuaineet voivat hapettua, mikä heikentää tuotteen ravitsemuksellista laatua ja aistinvaraisia ominaisuuksia. (Man, 2015, ss. 47–52) Hydrolyysissa vesimolekyylit pilkkovat rasvoja tai muita yhdisteitä tuotteessa, mikä voi vaikuttaa tuotteen makuun ja rakenteeseen. Erityisesti rasvojen hydrolyysi voi johtaa vapautuvien rasvahappojen myötä epämiellyttäviin makuihin. (Man, 2015, s. 52)

Ruskettumisreaktioista ei-entsyymaattinen ruskettuminen, eli Maillardin reaktio, tapahtuu proteiinien ja sokereiden välillä. Tämä voi säilytyksen aikana vaikuttaa värin tummumiseen ja makujen muuttumiseen. Joidenkin hedelmien, kuten kuorittujen omenoiden, ja vihannesten, kuten leikattujen salaatinlehtien, ruskettuminen johtuu fenolihydriesteiden entsyymaattisesta hapettumisesta. Sen käynnistää entsyymi polyfenoloksidaasi. (Man, 2015, ss. 53–55)

Lisäksi tuotteiden ja pakkausmateriaalien välillä voi tapahtua ei-toivottuja kemiaallisia reaktioita. Esimerkiksi rasvaliukoiset yhdisteet voivat reagoida pakkausmateriaalien kanssa, mikä voi vaikuttaa tuotteen makuun tai turvallisuuteen. (Man, 2015, s. 55)

Kemiallisten muutosten ymmärtäminen mahdollistaa sopivien raaka-aineiden, valmistusmenetelmien ja pakkausratkaisujen valinnan, jonka myötä voidaan saavuttaa parempia säilyvyysaikoja.

## 4 Elintarvikkeiden säilyvyysseuranta

Kun tiedetään, millä tavoin elintarvike pilaantuu, voidaan sille määrittää sen enimmäissäilyvyysaika. Sillä tarkoitetaan ajanjaksoa valmistuksesta tai prosessoinnista pisteeseen, jolloin tuote muuttuu joko vaaralliseksi tai kuluttajille kelpaamattomaksi. Säilyvyysajan määrittämistä varten täytyy elintarvikkeelle suorittaa säilyvyysseuranta. (Man, 2015, s. 16) Yleisin tapa määrittää tuotteen säilyvyysaika on tuotteen varastointikokeet olosuhteissa, jotka jäljittelevät niitä, joita tuote todennäköisemmin kokee varastoinnin, jakelun, vähittäismyynnin ja kuluttajakäytön aikana. Jos odotettu säilyvyysaika on pitkä, on tämä tapa hieman epäkäytännöllinen. Tällöin voidaan käyttää muita menetelmiä, kuten kiihdytettyä säilyvyysajan testausta. Leipien odotettu säilyvyysaika on kuitenkin melko lyhyt, jonka vuoksi tässä opinnäytetyössä keskitytään vain suoraan säilyvyysajan testaukseen. Jos säilyvyysajan arvioinnin kohteena oleva tuote on jonkin jo olemassa olevan tuoteperheen variantti, voi säilyvyysajan arvioimiseen riittää asiantunteva arvio, joka perustuu yrityksen sisäiseen tekniseen asiantuntemukseen ja vankkaan tieteelliseen harkintaan. (Man, 2015, s. 36)

Ensimmäisenä tulee määrittää seurannan tavoite. Se määrittää kuinka koe tulee suunnitella, organisoida, toteuttaa sekä miten tulokset tulisi tulkita. Tämän jälkeen määritellään varastointiolosuhteet. Ne voivat olla joko kiinteitä tai vaihtelevia. Olosuhteiden valinta riippuu tutkittavasta tuotteesta ja kokeen suorittajan ennakkotiedoista koskien jakeluketjua ja kuluttajakäyttöä. Ihanteellisesti säilyvyysseuranta suoritettaisiin seuraavissa eri varastointiolosuhteissa: optimaalisissa olosuhteissa, tyypillisissä tai keskimääräisissä olosuhteissa ja pahimman tapauksen olosuhteissa. Käytännössä tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista. (Man, 2015, ss. 36–37)

Tuotteen koostumus tai resepti, näytteiden tuotantotapa sekä käytetyt pakkausmateriaalit ovat tärkeitä tekijöitä, jotka tulee huomioida koetta suunnitellessa. Esimerkiksi sillä, että ovatko näytteet tuotannosta vai koevalmistuksesta, voi olla suuri merkitys kokeen tuloksiin. Näytteiden määrä riippuu pitkälti näytteenottoaikataulun pituudesta. Näytteenottoaikatauluun vaikuttavat tuotteen tyyppi, loppukäyttö, odotettu tai vaadittu säilyvyysaika sekä tehtävät testit elintarviketurvallisuuden ja/tai laadunmuutosten

arvioimiseksi varastoinnin aikana. Lyhyen säilyvyysajantuotteille, kuten täytetyille leiville, odotettu säilyvyysaika on noin 1 viikko. (Man, 2015, ss. 37–38)

Säilyvyyden testaamiseen käytettävät menetelmät riippuvat pitkälti tutkittavasta tuotteesta ja sen ominaisuuksista. Säilyvyysajan määrittämiseen käytetään yleensä aina aistinvaraista arviointia ja sen lisäksi suoritetaan tuotteesta riippuen seuraavia testejä: kemialliset analyysit, mikrobiologiset tutkimukset, fysikaalis-kemialliset analyysit sekä fysikaalista testausta, mittausta ja analyysia, kuten reologisia mittauksia. (Man, 2015, s. 38)

## 5 Aistinvarainen arviointi

Aistinvarainen arviointi tarkoittaa elintarvikkeiden tutkimista ja analysointia aistien avulla. Tällaisessa arvioinnissa hyödynnetään kaikkia viittä perusaistia: näköä, hajua, makua, tuntoa ja kuuloa. Nämä aistit toimivat yhdessä muodostaen kokonaisvaltaisen kokemuksen tuotteesta (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 19). Arvioinnissa tarkasteltavia ominaisuuksia ovat tyypillisesti ulkonäkö, aromi, flavori (maitto), rakenne sekä lämpötila.

Aistinvaraista arviointia käytetään elintarviketeollisuudessa esimerkiksi laadunvarmistuksessa, uusien tuotteiden kehittämisessä ja kuluttajatutkimuksissa (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 20–21). Arviointimenetelmät jaotellaan kahteen pääryhmään: analyttisiin laboratoriomenetelmiin, joita suorittavat koulutetut arvioijat, sekä mieltymysmittauksiin, joita suoritetaan kuluttajatestien avulla. Molemmissa tapauksissa arviointi perustuu ihmisten havaintoihin, minkä vuoksi arviointitilanteen huolellinen suunnittelu on tärkeää luotettavuuden kannalta. Toisin kuin tekniset mittalaitteet, ihmiset eivät toimi kuten koneet. Henkilökohtaiset kokemukset, fysiologiset ominaisuudet ja psykologiset tekijät voivat vaikuttaa havaintoihin. Näitä tekijöitä voidaan kuitenkin hallita kouluttamalla arvioijat tehtävänsä, jolloin he oppivat tulkitsemaan näytteitä yhtenäisemmällä tavalla (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 55).

### 5.1 Aistit arvioinnin perustana

Ihminen saa tietoa ympäristöstään aistien kautta. Aistijärjestelmä koostuu kolmesta osaluokasta, joita ovat aistireseptorisolut, hermosyyt ja aivojen aistialueet. Aistireseptorisolut ottavat vastaan ärsyksen, joista ärsyksen muodostamat hermoimpulssit välittyvät hermoja pitkin aivoihin. Aivoissa sen aistialueet tulkitsevat ja yhdistävät nämä signaalit muuhun tietoon, jolloin syntyy aistihavainto. (Tuorila ym., 2008, s. 12)

Ihmisellä on viisi aistipiiriä: maku, haju, tunto, näkö ja kuulo. Nämä voidaan ryhmitellä niiden toiminnan perusteella joko kemiallisiin tai fysikaalisiin aisteihin. Kemiallisia aisteja ovat maku ja haju. Kemialliset aistimukset syntyvät, kun kemiallinen yhdiste vaikuttaa aistinelimeen. Tämä voi tapahtua joko siten, että yhdiste muuttaa reseptorisolujen ionikanavien toimintaa tai sitoutuu lyhytaikaisesti solun reseptoripisteisiin. Näkö, tunto ja kuulo puolestaan kuuluvat fysikaalisiin aisteihin, koska ne reagoivat ulkoisiin fysikaalisiin ärsykkeisiin, kuten valoon, paineeseen tai lämpötilaan. Tämä jaottelu ei ole kuitenkaan täysin yksiselitteinen. Esimerkiksi tuntoaistiin kuuluva kemosmitta pystyy havaitsemaan myös kemiallisia ärsykejä. Ruokaa maistettaessa eri aistit toimivat tiiviissä yhteistyössä, ja niiden yhteisvaikutus luo kokonaisvaltaisen aistikokemuksen. (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 33)

## 5.2 Arviointimenetelmät ja mitta-asteikot

Aistinvaraisessa arvioinnissa on käytössä erilaisia mitta-asteikkoja. Mitattavan ilmiön ominaisuuksista ja kerättävän tiedon laadusta riippuen voidaan käyttää joko laatuero-, järjestys-, väli- tai suhdeasteikkoa. Aistittavaa ominaisuutta arvioidaan yleensä joko pistein, sanallisesti tai graafisesti niin, että se kuvastaa arvioijan havaitsemaa voimakkuutta näytteestä. (Tuorila & Appelbye, ss.56, 59)

Aistinvaraiset mittausmenetelmät jaetaan kolmeen pääryhmään: erotustestit, kuvailevat menetelmät ja mieltymysmenetelmät (Tuorila ym., 2008, s. 77). Tämän lisäksi laatua voidaan arvioida aistinvaraisesti, laadunarvioinnin menetelmät käydään läpi osiossa 5.2.4. Käytetyn menetelmän valinta riippuu siitä, mitä tutkimuksella halutaan saavuttaa. Aistinvaraisen arvioinnin tutkimusmenetelmät ovat alalla hyväksytyjä käytänteitä ja ne toteutetaan samalla tavalla toimintaympäristöstä riippumatta. Kun arvioinnit toteutetaan näiden sovittujen käytänteiden mukaisesti, voidaan saada luotettavia ja keskenään vertailukelpoisia tuloksia. (Tuorila ym., 2008, s. 76)

### 5.2.1 Erotustestit

Erotustestien avulla voidaan selvittää, onko näytteiden välillä eroa tai mikä on eron suunta. Erotustestejä käytetään lähinnä näytteiden välisten pienten erojen selvittämiseen tai sen selvittämiseen, eroavatko näytteet joltakin ominaisuudelta toisistaan. Niiden avulla voidaan myös harjaannuttaa arvioijia havainnoimaan näytteiden vähäisiä eroja. Erotustestejä ovat muun muassa kolmitesti, suunnattu kolmitesti, pari – kolmitesti ja suunnattu

parivertailutesti. (Tuorila ym., 2008, s. 78) Erojen suuruutta voidaan arvioida esimerkiksi monivertailutestin avulla.

Kolmitestissä arvioijalle annetaan samanaikaisesti kolme näytettä, joista kaksi ovat keskenään identtisiä ja yksi eroaa niistä. Arvioijan tehtävänä on tunnistaa poikkeava näyte. Suunnatussa kolmitestissä on kolmen vaihtoehdon pakkovalintatesti, jossa arvioijan tulee löytää kolmen näytteen sarjasta näyte, jossa jokin näytteen nimetty ominaisuus aistitaan joko voimakkaampana tai heikompana kuin muissa näytteissä. (Tuorila ym., 2008, s. 78–80)

Kun halutaan selvittää, aiheuttaako esimerkiksi raaka-aineiden vaihto tai uusi pakkausratkaisu muutoksia tuotteeseen, voidaan käyttää pari – kolmitestiä. Testissä arvioijalle esitetään vertailunäyte sekä kaksi näytettä, joista toinen on identtinen vertailunäytteen kanssa. Arvioijan tehtävänä on tunnistaa näyte, joka vastaa vertailunäytettä. (Tuorila ym., 2008, s. 80)

Parivertailutestissä arvioidaan, ovatko esitetyn näyteparin näytteet samanlaisia vai erilaisia. Arvioinnissa esitetään kaksi näytettä neljänä yhdistelmänä, jolloin puolet näytepareista sisältää samanlaiset näytteet ja puolet erilaiset. (Tuorila & Appelbye, 2016, s.76) Suunnatussa parivertailutestissä näytteet esitetään arvioijalle pareittain jonkin nimetyn ominaisuuden suhteen. Näytteet saavat poiketa vain tämän mainitun ominaisuuden suhteen. Tehtävänä voi olla esimerkiksi tunnistaa makeampi näyte. (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 78) Monivertailutestissä arviointi alkaa vertailunäytteellä, jonka ominaisuuksiin arvioija ensin tutustuu. Tämän jälkeen hän saa arvioitavakseen joukon koodattuja, tuntemattomia näytteitä. Arvioijan tehtävänä on vertailla näiden näytteiden ominaisuuksia vertailunäytteeseen ja arvioida niiden poikkeamia valittujen ominaisuuksien osalta. (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 86)

### 5.2.2 Kuvailevat menetelmät

Kuvailevien menetelmien avulla voidaan arvioida tuotteiden aistittavaa laatua kokonaisuutena. Niistä on hyötyä esimerkiksi silloin, kun halutaan verrata useiden tuotteiden ominaisuuksia toisiinsa tai selvittää, mitkä tuotteen ominaisuudet vaikuttavat sen hyväksyttävyyteen. Kuvailevat menetelmät soveltuvat erittäin hyvin myös säilyvyysajan määrittämiseen, etenkin jos arvioijat ovat hyvin koulutettuja tehtäväänsä. (Lawless & Heymann, 1999, s. 341)

Yleinen kuvaileva menetelmä keskittyy tuotteen kaikkien aistittavien ominaisuuksien tutkimiseen. Tässä menetelmässä luodaan sekä arvioitavan tuotteen ominaisuuksia kuvailevat sanat että arvioidaan näiden ominaisuuksien voimakkuutta. Raatilaiset arvioivat tuotteen ensin itsenäisesti kirjaten samalla jokaista pyydettyä ominaisuutta kuvaavat sanat ylös. Tämän jälkeen kaikkien raatilaisten tuottamat laatusanat kootaan nähtäväksi, joiden pohjalta koostetaan yhteinen sanasto tuotteelle keskustellen. On tärkeää, että arvioijilla on yhtenäinen käsitys valittujen ominaisuuksien ja niitä kuvaavien sanojen merkityksestä. (Tuorila ym., 2008, s. 86)

Poikkeama vertailunäytteestä – kuvaileva menetelmää voidaan käyttää silloin, kun tuotemuunnosten tai varastoidun tuotteen ominaisuuksien voimakkuutta halutaan verrata vertailunäytteeseen ominaisuus ominaisuudelta. Tämä edellyttää, että käytettävissä on moitteeton vertailunäyte ja että ennen varsinaista arviointia raati on valinnut ja nimennyt arvioitavat ominaisuudet. Arvioimiseen voidaan käyttää joko numeerista asteikkoa tai jana-asteikkoa, joissa molemmissa vertailunäyte on sidottu asteikon keskikohtaan. Arvioitavien ominaisuuksien voimakkuus lasketaan poikkeamana vertailunäytteestä. Arvioinnin luotettavuutta voidaan tarkastella lisäämällä tuntemattomaksi merkattu vertailunäyte arvioitavien näytteiden joukkoon. Tämän näytteen keskimääräinen poikkeama asteikon keskikohdasta kuvaa arvioinnin luotettavuutta. (Tuorila ym., 2008, ss. 91–92)

### 5.2.3 Mieltymysmenetelmät

Kuluttajien reaktioita elintarvikkeisiin tutkitaan mieltymystutkimusten avulla. Näiden menetelmien tarkoituksena on selvittää, kuinka paljon osallistujat pitävät tuotteesta tai miten he arvioivat sen suhteessa vaihtoehtoihin. Mieltymystä tutkitaan esimerkiksi silloin, kun halutaan arvioida oman tuotteen hyväksyttävyyttä verrattuna kilpailijoihin, tunnistaa tuotekehitystä vaativat ominaisuudet tai kohdistaa markkinointia tarkemmin tietyille kuluttajaryhmälle (Tuorila ym., 2008, s. 94).

Mieltymysmittauksissa käytetään usein samoja testimenetelmiä ja asteikkotyyppejä kuin muissa aistinvaraisissa arvioinneissa, mutta arvioinnin näkökulma poikkeaa. Sen sijaan, että keskityttäisiin pelkästään ominaisuuksien havainnointiin, arvioidaan tuotteen miellyttävyyttä henkilökohtaisesta näkökulmasta. Tämän vuoksi myös asteikkojen sanalliset ankkurit on muotoiltu niin, että ne ilmaisevat mieltymyksen astetta. (Tuorila ym., 2008, s. 98).

#### 5.2.4 Aistinvarainen laaduntarkkailu

Aistinvaraisessa laadunarvioinnissa selvitetään yleensä, kuinka paljon arvioitava näyte poikkeaa ennalta määritellystä laadun tavoitetasosta. Tarkastelun kohteena voi olla esimerkiksi yksittäinen ominaisuus tai kokonaislaatu. Arviointiin soveltuvia menetelmiä ovat muun muassa eron suuruuden mittaaminen, voimakkuusasteikot ja laatuasteikot. Tuotteen tai raaka-aineen hyväksyttävyyys voidaan puolestaan määrittää hyväksyty/hylätty -menetelmällä. (Tuorila ym., 2008, s. 143)

Hyväksyty/hylätty -menetelmässä arvioijan tulee määrittää, onko arvioitava tuote aistittavalta laadultaan hyväksyttävä vai ei. Jos tuote hylätään, pyydetään arvioijaa usein kuvaamaan virhe. Tuotteen virheen kuvaaminen hylkäämisen yhteydessä on tärkeää, jotta saadaan tietoa virheestä tai sen suuruudesta. Arvioijat tulee kouluttaa tunnistamaan hyväksyty tuotteen ominaisuudet sekä ne tekijät, joiden perusteella tuote on hylättävä. Arviointituloksen luotettavuus riippuu siitä, kuinka kokeneita arvioijat ovat tuotteiden ominaisuuksien havainnoinnissa sekä siitä, kuinka yhtenäinen käsitys heillä on tuotteen tavoitellusta laadusta. Tätä menetelmää voidaan käyttää virheellisten tuotteiden etsimiseen. (Tuorila ym., 2008, s. 143)

Ero vertailunäytteestä -menetelmää voidaan käyttää, jos tuotteen laatu poikkeaa yhden tai muutaman aistittavan ominaisuuden suhteen. Asteikon avulla ilmaistaan, kuinka paljon arvioitava näyte poikkeaa vertailunäytteestä. Asteikkona voidaan käyttää joko numeerista tai graafista asteikkoa. Arvioijia voidaan pyytää kuvaamaan laatuvirhe, jos arvioijat ovat koulutettu virheiden tunnistamiseen. Tulosten perusteella laadunohjaus tekee päätöksen tuotteen hylkäämisestä tai hyväksymisestä. Arviointitilanteessa vertailunäytteen tulisi olla käytettävissä. (Tuorila ym., 2008, s. 143)

Laatuasteikkojen avulla kuvataan laadun eri tasoja tai laadun poikkeamia tavoitetasosta tai spesifikaatiosta. Arvioijat on koulutettava perusteellisesti ja koulutuksessa voidaan esimerkkinäytteiden avulla perehdyttää, mitä laatuasteikon ilmaisut tarkoittavat kunkin tuotteen tapauksessa. Arvioijan tulisi tuntea ja pystyä nimeämään virheet, jotka johtuvat tyypillisimmistä tuotannon ongelmista, virheellisistä raaka-aineista tai käsittelystä. Virheiden nimeämisen tukena voidaan käyttää tuotekohtaisia virhenimistöjä. Tuotespesifikaatiossa kuvatut tuotteen laatuominaisuudet tulisi olla arvioijille tutut, etenkin jos arviointitilanteessa ei ole vertailunäytettä käytössä. (Tuorila ym., 2008, s. 144)

### 5.3 Arvioinnin toteutus

Aistinvaraisen kokeen suunnittelu lähtee liikkeelle selkeän tavoitteen määrittelemisestä. On tärkeää tarkentaa, mitä tuotteeseen liittyvää ominaisuutta halutaan arvioida, esimerkiksi maun, rakenteen, ulkonäön tai yleisen hyväksyttävyyden muutoksia säilytyksen aikana. Tavoite ohjaa koko kokeen rakennetta ja valittavia menetelmiä. Seuraavaksi valitaan tarkoitukseen sopiva arviointimenetelmä. Arviointimenetelmän valintaan vaikuttaa se, halutaanko mitata tuotteiden välisiä eroja vai kuluttajien mieltymyksiä. Samalla päätetään, millä tilastollisilla menetelmillä tulokset tullaan käsittelemään, esimerkiksi käytetäänkö tilastollisia merkitsevyystestejä. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 175–177)

Suunnitteluvaiheessa päätetään myös, millaista raatia tullaan käyttämään. Raadin valintaan vaikuttaa se, ollaanko kiinnostuneita kuluttajien vasteista vai täytyykö raadin toimia mittalaitteen tavoin, jolloin käytetään koulutettua raatia. Mikäli arvioinnissa käytetään koulutettua raatia, tulee raatilaisille järjestää riittävä koulutus, jossa he saavat yhtenäiset ohjeet arviointikriteereistä ja käytettävästä asteikosta. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 185–186)

Näytteiden valmistelussa on tärkeää huomioida näytteiden yhtenäisyys, esillepano sekä koodaaminen. Näytteet koodataan siten, että arvioijat eivät tunnista niitä, ja näytteiden järjestys satunnaistetaan, jotta vältetään järjestysvaikutukset. Kaikki näytteet tulee tarjoilla samoissa olosuhteissa ja samanlaisina annoksina. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 179–184, ks. myös Lawless & Heymann, 1999, ss. 91–93, 97) Arviointitilan tulee olla mahdollisimman neutraali ja häiriötön, jotta ulkoiset tekijät eivät vaikuta arviointiin. Hyvä arviointitila on valaistukseltaan tasainen, hajuton ja meluton, ja siinä on tarvittaessa eroteltu tilat jokaiselle arvioijalle. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 186–190)

Testitilanteessa varmistetaan, että kaikki käytännön järjestelyt tukevat arvioinnin onnistumista. Lomakkeet ja ohjeet tulee olla selkeästi laadittuja, ja arvioijille tarjotaan tarvittavat välineet, kuten suun huuhteluvesi, sylkyastiat, paperipyyhkeet sekä mahdollisuus pestä kädet. Testin aikana huolehditaan siitä, että arvioijat pystyvät keskittymään rauhassa tehtäväänsä ilman kiirettä tai ulkopuolisia häiriöitä.

### 5.4 Tulosten luotettavuus

Aistinvaraisen kokeen luotettavuutta voidaan arvioida tarkastelemalla käytetyn menetelmän reliabiliteettia ja validiteettia. Reliabiliteetilla tarkoitetaan menetelmän tarkkuutta ja tulosten

ei-sattumanvaraisuutta. Satunnaiset mittausvirheet, joiden keskiarvo on nolla eivätkä ne liity systemaattisiin tekijöihin, voivat heikentää menetelmän reliabiliteettia ja näin vaikuttaa mittausten tarkkuuteen. Luotettavuutta voidaan parantaa kiinnittämällä huomiota kokeen huolelliseen suunnitteluun, arviointitilanteen kontrollointiin ja arvioijien riittävään koulutukseen. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 190–191)

Validiteetti kuvaa menetelmän kykyä mitata juuri haluttua asiaa. Validiteetti on mittauksen luotettavuuden kannalta tärkein ominaisuus, sillä ilman validiteettia reliabiliteetti ei riitä. Validiteettia heikentävät niin satunnaiset kuin systemaattiset virheet, joista jälkimmäiset vääristävät tuloksia pysyvästi. Systemaattisia virheitä ovat esimerkiksi näytteiden esitysjärjestyksen satunnaistamisen puute tai väärän raadin käyttö. (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 191)

Luotettavuutta voidaan arvioida muun muassa toistonäytteiden ja vertailunäytteiden avulla. Ne tarjoavat selkeän kuvan erityisesti menetelmän reliabiliteetista. Validiteetin arviointi puolestaan edellyttää tutkijalta asiantuntemusta ja kriittisyyttä, jotta mahdolliset virheet, myös piilevät, voidaan tunnistaa ja minimoida. Kokeen järjestäjän tehtävänä on valita menetelmät, jotka antavat mahdollisimman tarkan ja monipuolisen kuvan tutkittavasta kohteesta. (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 191)

## 6 Aistinvaraisen arvioinnin raadit

Aistinvaraisessa arvioinnissa arvioijaryhmä eli raati, toimii keskeisenä työvälineenä käyttäen aistejaan arviointiprosessissa. Aistinvaraista arviointia voidaan toteuttaa joko kuluttajaraadin tai koulutetun raadin avulla, ja raadin valinta riippuu arvioinnin tavoitteista. Mikäli tarkoituksena on mitata tuotteen aistinvaraisia ominaisuuksia, tarvitaan koulutettu raati, kun taas tuotteen miellyttävyyden tai hyväksyttävyyden arvioimiseksi soveltuu kuluttajaraati. (Tuorila ym., 2008, s. 106) Aistinvaraisen raadin käyttö voidaan rinnastaa mittalaitteiden hyödyntämiseen, sillä sen avulla pyritään tuottamaan mitattavia arvoja näytteiden ominaisuuksista ja niiden eroista. Arvioijat ovat kuitenkin ihmisiä, eivät mekaanisia laitteita, joten heidän hyvinvointinsa ja oikeutensa on huomioitava eettisten periaatteiden mukaisesti. Osallistuminen arviointiin on aina vapaaehtoista, eikä ketään saa painostaa mukaan. Arvioijien terveys ja turvallisuus on varmistettava tarjoamalla ainoastaan näytteitä, joiden nauttiminen tai käsittely ei aiheuta riskiä. Yksityisyydensuoja on tärkeää ja siksi kaikki tulokset on käsiteltävä nimettöminä. Raadille tulee antaa riittävästi tietoa arvioinnin tavoitteista, kuitenkin niin, ettei se vaikuta testituloksiin tai heikennä

arvioinnin luotettavuutta. Lisäksi arvioijille olisi hyvä tarjota mahdollisuus saada palautetta omista suorituksistaan, jotta he voivat kehittää arviointikykyään. Näiden periaatteiden noudattaminen varmistaa sekä arvioinnin luotettavuuden että sen eettisen kestävyuden. (Tuorila ym., 2008, s. 108)

Koulutetut arviointiraadit jaetaan kahteen päätyyppiin: laboratorioraateihin ja asiantuntijaraateihin. Laboratorioraati koostuu vähintään kymmenestä arvioijasta, joiden tehtävänä on analysoida näytteiden ulkonäköä, hajua, makua ja rakennetta vakioituissa olosuhteissa. Arviointi perustuu erotus- ja kuvaileviin testeihin, eikä se sisällä miellyttävyyden arviointia, sillä syvälinen asiantuntemus tuotteista saattaa vaikuttaa subjektiiviseen arviointiin. Arvioijien on tärkeää pystyä erottamaan objektiivinen aistinvarainen analyysi mieltymyksiin perustuvasta arvioinnista. Raadin jäseniltä edellytetään kiinnostusta aistinvaraiseen arviointiin, tarkkuutta, sitoutumista sekä aikaa osallistua toimintaan. Lisäksi vaaditaan normaalisti toimivia aisteja, hyvä yleisterveys ja neutraali suhtautuminen arvioitaviin tuotteisiin. Arvioinnin onnistuminen edellyttää myös erottelukykä, kykyä kuvata havaintoja täsmällisesti sekä hyviä yhteistyö- ja viestintätaitoja. Toimivan raadin rakentaminen perustuu koulutukseen, käytännön harjoitteluun ja jatkuvaan seurantaan. Arvioijat perehdytetään aistinvaraisen arvioinnin periaatteisiin ja menetelmiin sekä koulutetaan havaitsemaan ja erottamaan pieniäkin eroavaisuuksia näytteissä. Tavoitteena on, että koulutettu raati toimii mahdollisimman objektiivisesti aistinvaraisen arvioinnin välineenä. (Tuorila ym., 2008, ss. 108–109)

Asiantuntijaraati puolestaan muodostuu 3–5 henkilön ryhmästä, joka koostuu kokeneista tuotteen, sen raaka-aineiden ja valmistusprosessin asiantuntijoista. Asiantuntija-arvioijalla tulisi olla kokemusta aistinvaraisista tutkimusmenetelmistä, hyvä aistiherkkyys ja arvioijan arviointitulokset tulisi olla toistettavia. Eri asiantuntijoiden näkemykset tuotteiden tai tuoteryhmien laatutavoitteista voivat poiketa toisistaan, minkä vuoksi on tärkeää, että arvioitaville tuotteille on määritetty selkeät ja yhdenmukaiset laatukriteerit, joita kaikki arvioijat noudattavat. Asiantuntijaraadin koulutuksessa raadin jäsenet perehdytetään arvioitavien tuotteiden ominaisuuksiin, tavoitelaatuun, tavanomaisimpiin tuotevirheisiin sekä käytettäviin menetelmiin. Asiantuntija-arvioijan ei ole välttämätöntä hallita ja tuntea laaja-alaisesti aistinvaraisen arvioinnin menetelmiä tai käytäntöjä. (Tuorila ym., 2008, s. 109)

Kuluttajaraati eroaa koulutetuista raadeista siinä, että se koostuu tuotteen käyttäjistä tai potentiaalisista käyttäjistä. Tyypillisimpiä valintaperusteita kuluttajaraadin jäsenelle ovat ikä, sukupuoli ja tuotteen käyttämisen useus. Kuluttajaraadin jäseneltä ei edellytetä aiempaa arviointikokemusta. Kuluttajaraadin koko on yleensä vähintään 30–50 henkilöä, ja sen

tehtävänä on arvioida tuotteen miellyttävyyttä ja hyväksyttävyyttä käyttäjälähtöisestä näkökulmasta. Kuluttajaraadilta voidaan kerätä myös arvioita tuotteen helposti määriteltävissä olevista laatuominaisuuksista ja niiden voimakkuuksista, kuten vaikka tuotteen makeudesta tai suolaisuudesta. (Tuorila ym., 2008, s. 94–96)

Mieltymysarviointeihin osallistuville arvioijille opastetaan asteikkojen käyttö, mutta heitä ei muutoin kouluteta tehtävään. (Tuorila ym., 2008, s. 77)

## 6.1 Valintatestit

Yksi tärkeä edellytys aistinvaraiselle arvioijalle on se, että arvioijan aistit toimivat normaalisti. Tätä voidaan testata erilaisten testien avulla. Testit ovat määritetty ASTM- ja ISO-standardeissa ja testien kuvauksissa on myös määritetty, mikä prosentti vastauksista tulisi olla oikein, että testituloksella on hyväksytty.

Makuaistin toimintaa voidaan testata tunnistustestin, voimakkuusarvioinnin, parinlöytämistestin tai erotustestin avulla. Testeissä käytettäville näyteliuksille on määritetty tietyt pitoisuudet ASTM- ja ISO-standardien mukaan. Makujen tunnistustestissä arvioijille esitetään koodattuna näytteiden sarjana kaikki viisi perusmakuja, jotka arvioijan tulisi pystyä tunnistamaan ja nimeämään. Usein näytesarjassa on mukana myös vesinäyte ja joko yksi tai useampi toistonäyte. Tunnistustestin avulla selvitetään, pystyykö arvioija erottelemaan eri maut toisistaan. Makujen voimakkuusarvioinnissa arvioijan tulee järjestää esitetyt näyteliukset miedoimmasta voimakkaimpaan. Arviointi suoritetaan maku kerrallaan. Parinlöytämistestissä arvioijalle esitetään aluksi perussarja eri makuja, joihin voi tutustua rauhassa. Tämän jälkeen arvioijalle esitetään toinen sarja näytteitä satunnaisessa järjestyksessä. Tässä sarjassa näytteitä on yleensä kaksinkertainen määrä verrattuna perussarjaan. Arvioijan tehtävänä on löytää toisen sarjan näytteille identtinen pari perussarjan näytteistä. Parinlöytämistestissä arvioijan ei tarvitse nimetä näytteitä, vaan ainoastaan löytää pari jokaiselle näytteelle. Makujen erotustestin avulla voidaan testata arvioijan makuaistin herkkyyttä. Erotuskyvyn selvittämiseen voidaan käyttää kolmitestiä, jossa arvioijalle esitetään kaksi sarjaa näytteitä. Toisessa sarjassa kaksi kolmesta näytteestä on testinäytteitä ja yksi vettä ja toisessa sarjassa kaksi kolmesta näytteestä on vettä ja yksi testinäyte. (Tuorila & Appelby, 2016, ss. 161–163)

Hajuaistia testataan usein tunnistustestin avulla. Testausta varten on kehitetty standardisoidut testisarjat kliinisiin tarkoituksiin, mutta käytännössä testauksessa käytetään useimmiten itsevalmistettua testiä. ASTM-standardi suosittelee 20 hajun tunnistustehtävää,

joista 70 % tulisi tunnistaa. ISO-standardissa vastaavanlaisessa tunnistustehtävässä näytteitä esitetään 5–10 ja näistä oikein tulee tunnistaa 65 %. Testeihin valittavat hajut suositellaan valitsemaan sen mukaan, millaisia elintarvikkeita on tarkoitus arvioida ja niissä mahdollisesti esiintyvien virrehajujen mukaan. Näytteet valmistetaan imeyttämällä hajuyhdistettä pumpuliin tai piilottamalla hajun lähde pumpulin sisään, jonka jälkeen pumpuli asetetaan puhtaan ja mielellään läpinäkyvän pullon sisään. Lasipullon tulee olla myös hajuton ja siinä tulee olla tiiviisti sulkeutuva korkki sekä tarpeeksi ilmatilaa, jotta haju voi muodostua pullon sisälle. Jotta arvioijan hajuaisti ei väsyisi ja adaptoituisi, on näytteet järkevää haistaa maksimissaan viiden näytteen sarjoissa. Sarjojen välillä tulee muistaa pitää riittävät tauot. Hajuaistin testaamiseen voidaan soveltaa myös edellä mainittuja makuaistin testaamiseen käytettyjä testejä, kuten voimakkuusarviointia. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 163–165)

Standardien suosittamia testejä tuntoaistin testaamiseen ovat yhdistetty rakennetesti (ASTM) sekä voimakkuuden arviointi ja rakenteen kuvailu (ISO). Näiden lisäksi tuntoaistin testaamiseen voidaan soveltaa myös parinlöytämistestiä ja erotustestejä. Yhdistetyssä rakennetestissä arvioidaan näytteen kovuutta ja viskoosiutta sekä tunnistetaan rakenneominaisuuksia. ASTM-standardissa on listattu esimerkinäytteitä testejä varten, mutta tuotemerkit ovat amerikkalaisia, joita ei välttämättä löydy Suomesta. Kokeen järjestäjän täytyy yrittää löytää sopivat näytteet suomalaisista vastaavista tuotteista. Voimakkuuden arvioinnissa käytetään yleensä kovuudeltaan, sakeudeltaan tai muodoiltaan erilaisia näytesarjoja. Rakenteen kuvailussa arvioijaa pyydetään kuvailemaan sanallisesti elintarvikkeen rakennetta. Pisteet riippuvat siitä, kuinka tarkka ja oikea rakennekuvaus on ISO-standardin mukaan. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 164–165)

Aistinvaraisella arvioijalla tulisi olla normaali värinäkö. Värinäköä voidaan testata Isharatestiin avulla, jossa erivärisistä pisteistä koostuviin kuviin on piilotettu symboleja tai numeroitu. Näköaistin toiminta voidaan tarvittaessa tarkastaa myös optikolla. (Tuorila & Appelbye, 2016, s. 164)

## 6.2 Raadin koulutus

Tuorilan ja Appelbyen mukaan arviointiraadin kouluttamisella on kolme keskeistä tavoitetta: tutustuttaa arvioijat testimenetelmiin, kehittää arvioijien kykyä havaita ja tunnistaa aistittavia ominaisuuksia näytteissä sekä parantaa arvioijien herkkyyttä ja muistia parempien ja yksityiskohtaisempien aistinvaraisten arviointien saamiseksi. Kouluttaminen on myös hyvä

keino varmistaa, että raati toimii mahdollisimman yksimielisesti. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 166–167)

Raadin koulutuksessa on hyvä käydä myös niin sanotut arviointitilanteen yleisohjeistukset läpi. Ennen arviointia arvioijien tulisi välttää voimakkaita haju- ja makuärsykyitä, kuten tupakointia, kahvin juontia ja purukumin käyttöä vähintään 30 minuutin ajan. Lisäksi arviointipäivänä tulisi pidättäytyä voimakkaasti tuoksuvien hajusteiden ja kosmetiikkatuotteiden käytöstä, sillä ne voivat häiritä aistihavaintoja. Esimerkiksi huulipuna on hyvä poistaa ennen arviointiin osallistumista. Arviointiin ei tule osallistua sairaana ja arvioijan tulee ilmoittaa mahdollisista allergioistaan kouluttajalle. Arvioijat tulee ohjeistaa myös lukemaan huolellisesti kulloinkin annetut arviointiohjeet. Koulutuksesta tulee käydä ilmi aistinvaraisen arvioinnin merkitys yrityksen kannalta. Arvioijille on myös hyvä korostaa, että työrauhalla ja keskittymisellä on suuri merkitys arviointitilanteessa. Näiden yleisohjeistusten lisäksi koulutuksessa tulee korostaa sitä, että arvioijan omat mieltymykset eivät saisi vaikuttaa arviointitulokseen. On tärkeää huolehtia, että arvioija kykenee erottamaan objektiivisen arvioinnin miellyttävyyssarviointista. (Tuorila & Appelbye, 2016, ss. 166–167)

## **7 Menetelmät**

Tämän työn menetelmäosio koostuu kahdesta kokonaisuudesta. Ensimmäisessä osuudessa käsitellään kahdelle tilaajayrityksen tuotteelle järjestetyn aistinvaraisen säilyvyysarviointin suunnittelua ja toteutusta. Toisessa osuudessa käydään läpi arviointiraadin koulutus sekä perusmakutestin järjestäminen.

### **7.1 Aistinvarainen säilyvyysarviointi**

Aistinvarainen säilyvyysarviointi toteutettiin kahdelle tilaajayrityksen tuotteelle. Tavoitteena oli arvioida tuotteiden aistinvaraisen laadun säilymistä ja testata koulutetun arviointiraadin toimivuutta. Arviointimenetelmäksi valittiin 6-portainen laatuasteikko, joka kuvasi tuotteen valittujen ominaisuuksien (haju, ulkonäkö, rakenne, maku) laadun eri tasoja vertailunäytteeseen nähden. Jokaisen arvioitavan ominaisuuden yhteydessä arviointilomakkeessa oli myös avoin kommenttikenttä, johon arvioijat kirjasivat sanallisia huomioitaan kyseisestä ominaisuudesta. Mikäli arvioija antoi arvioksi 2 tai sitä vähemmän, edellytettiin virheen nimeämistä tai lyhyttä selitystä kommenttikenttään.

Tuotteiden säilytysolosuhteet noudattivat tilaajayrityksen käytössä olevia tuotteiden säilytysohjeita: tuotteet säilytettiin alle + 6 °C alkuperäisessä pakkauksessaan. Näytteet arvioitiin kolmella eri aikapisteellä: valmistuspäivä + 3 vuorokautta (1+3), valmistuspäivä + 5 vuorokautta (1+5) ja valmistuspäivä + 7 vuorokautta (1+7). Tämän lisäksi tuotteet arvioitiin raadin kanssa valmistuspäivä + 1 vuorokautta kohdalle, jolloin tuotteiden aistittaville ominaisuuksille (haju, ulkonäkö, rakenne, maku) muodostettiin yhtenäinen sanasto raadin kesken ja määritettiin vertailunäytteen taso. Sanaston luomisessa noudatettiin yleisen kuvailevan -menetelmän periaatetta. Yritys on suorittanut arvioitaville tuotteille jo mikrobiologiset tutkimukset, joten tässä tutkimuksessa ei ollut tarvetta suorittaa niitä. Arvioinnit suoritettiin yrityksen tiloissa. Kaikki näytteet käsiteltiin samalla tavalla ja ne olivat kaikki samankokoisia. Näytteet otettiin jokaista arviointikertaa varten huoneenlämpöön noin puoli tuntia ennen arviointia, jotta näytteet olisivat joka kerta suurin piirtein saman lämpöisiä. Näytteet sekä vesi aistien neutraloimista varten asetettiin tarjottimille. Sähköinen arviointilomake toimitettiin arvioijille sähköpostitse ennen arviointia, liitteessä 1 esitetty esimerkki arviointilomakkeesta. Arvioijille oli lähetetty hyvissä ajoin kalenterikutsut arviointitilaisuuteen sähköpostitse. Kutsun yhteydessä käytiin läpi vielä arviointitilanteen säännöt. Aistinvaraisella säilyvyysarvioinnilla haluttiin testata raadin toimivuutta.

## 7.2 Arviointiraadin koulutus

Koulutettava arviointiraati koottiin yrityksen työntekijöistä. Kirjallisuuden perusteella koottiin koulutusmateriaali ja järjestettiin koulutus, jossa käytiin läpi seuraavat asiat:

- aistinvaraisen arvioinnin perusteet: mitä se on ja miksi sitä tehdään
- aistit ja niiden roolia aistinvaraisessa arvioinnissa
- erilaiset aistinvaraiset arviointimenetelmiä
- koulutetun raadin hyvät ja huonot tavat
- arvioinnin toteuttaminen käytännössä
- valittu menetelmä ja arviointilomake
- elintarvikkeiden pilaantumisen mekanismeja sekä pilaantumisen aiheuttamia hajuja ja niiden lähteitä

Lisäksi tehtiin harjoitus, jossa jokainen koulutettava sai tuoreet, jatkossa vertailunäytteenä käytettävät näytteet maisteltavaksi. Arvioijat kirjasiivat havaintojaan jokaisesta ominaisuudesta (haju, ulkonäkö, rakenne ja maku) erilliselle lomakkeelle. Maiston jälkeen

vastaukset käytiin yhdessä läpi kouluttajan johdolla ja näistä koottiin yhteinen sanasto arvioitaville tuotteille säilyvyysarvioinnin tueksi. Liitteessä 2 nähtävillä koulutusten materiaalit.

Koulutettavalle raadille järjestettiin myös perusmakutesti. Testiä varten valmistettiin liuokset ASTM-standardia mukaillen. Näytteet valmistettiin seuraavien pitoisuuksien mukaan:

- Makea: sakkaroosi (sokeri) 2 %
- Suolainen: natriumkloridi (ruokasuola) 0,2 %
- Hapan: sitruunahappo 0,07 %
- Karvas: kofeiini 0,07 %
- Umami: natriumglutamaatti 0,018 %

Testissä arvioijille esitettiin 7 näytteen koodattu sarja, joka sisälsi perusmakujen lisäksi yhden vesinäytteen sekä toistonäytteen. Toistonäyte oli makea.

## 8 Tulokset ja tulosten tarkastelu

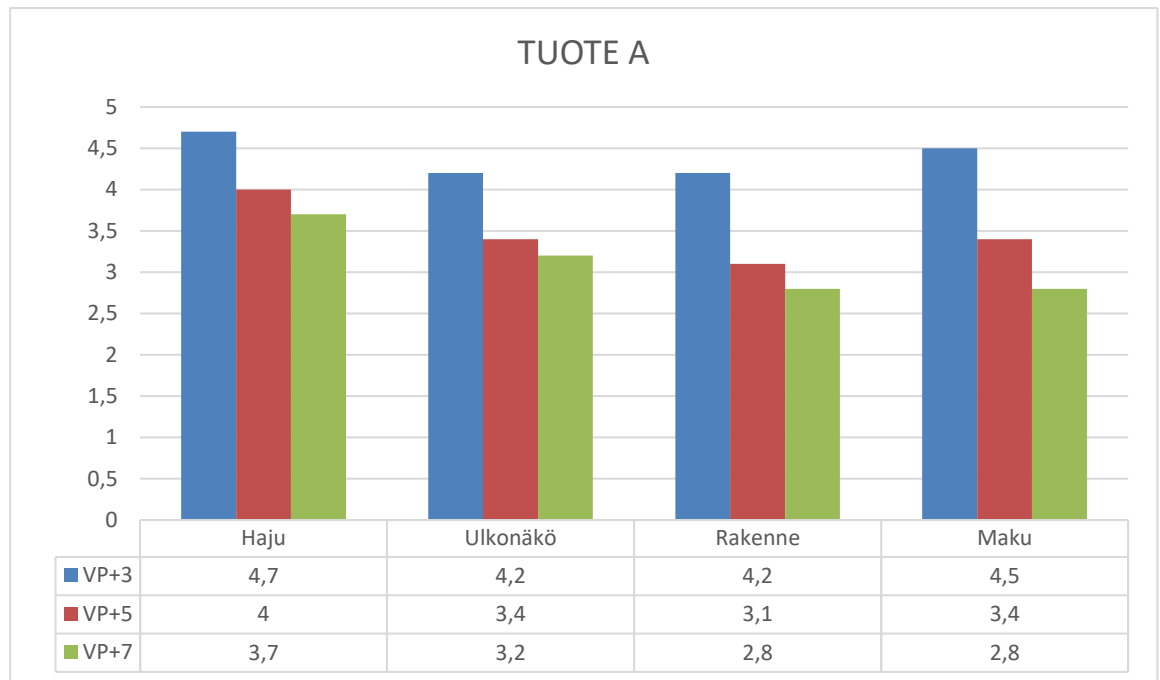
Perusmakutestiin osallistui seitsemän arvioijaa. Testin tulokset esitetään taulukossa 3. Perusmakutestissä kolme seitsemästä arvioijasta onnistui tunnistamaan kaikki näytteet. Kaksi arvioijista tunnisti viisi näytettä seitsemästä ja yksi arvioija tunnisti neljä näytettä seitsemästä. Testitulosten perusteella perusmakutesti olisi hyvä järjestää uudestaan, esimerkiksi puolen vuoden päästä, jotta voidaan seurata, onko arvioijien tunnistamiskyky kehittynyt.

Taulukko 3. Perusmakutestin tulokset

ARVIOIJA	Oikein tunnistettujen näytteiden määrä
1	7/7
2	7/7
3	7/7
4	5/7
5	5/7
6	4/7
7	5/7

Aistinvaraisen arvioinnin vastauksista laskettiin keskiarvo sekä keskihajonta. Taulukoihin 4 ja 6 on koostettu vastausten keskiarvot kaikkina kolmena arviointiajankohtana. Tulokset on esitetty pylvästaulukoina. Taulukoissa 5 ja 7 on esitettyinä arvioijien vastauksista lasketut keskihajonnat myös kaikkina kolmena arviointiajankohtana.

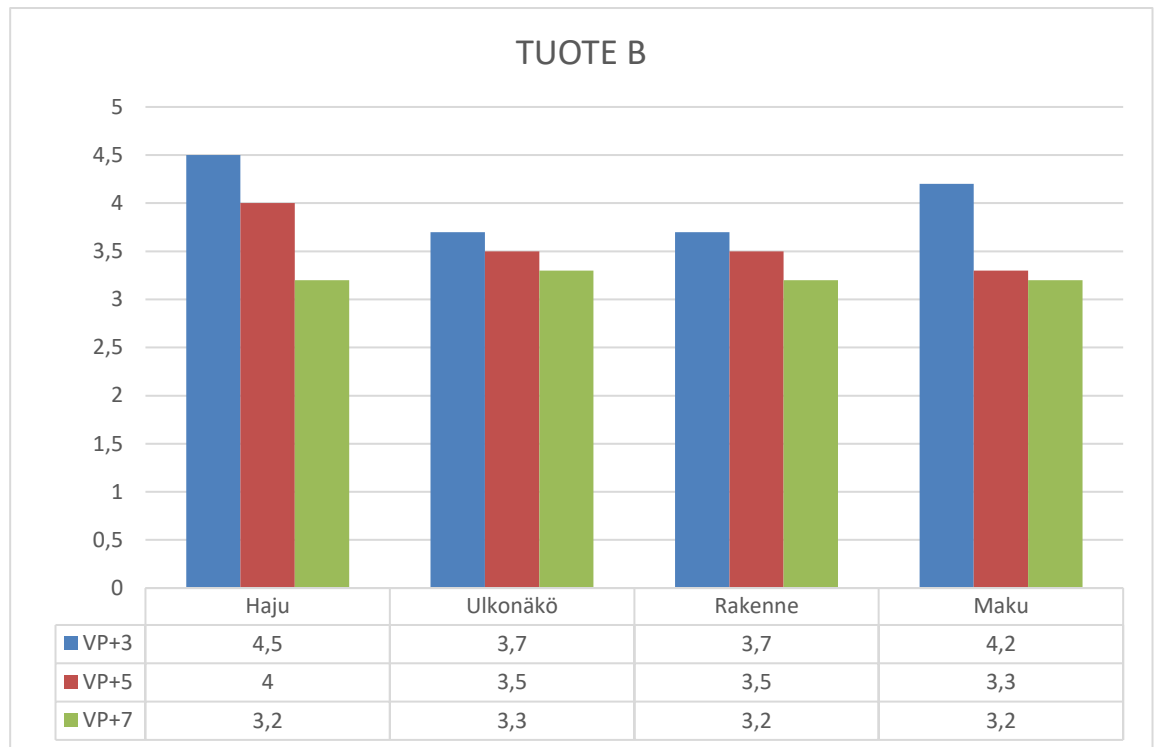
Taulukko 4. Tuotteen A säilyvyysarvioinnin tulokset



Taulukko 5. Tuotteen A säilyvyysarvioinnin vastausten keskihajonta

OMINAISUUS	Valmistuspäivä + 3 vrk	Valmistuspäivä + 5 vrk	Valmistuspäivä + 7 vrk
Haju	0,52	0,53	0,52
Ulkonäkö	0,41	0,52	0,75
Rakenne	0,41	0,64	0,41
Maku	0,55	0,52	0,41

Taulukko 6. Tuotteen B säilyvyysarvioinnin tulokset



Taulukko 7. Tuotteen B säilyvyysarvioinnin vastausten keskihajonta

OMINAISUUS	Valmistuspäivä + 3 vrk	Valmistuspäivä + 5 vrk	Valmistuspäivä + 7 vrk
Haju	0,55	0,53	0,75
Ulkonäkö	0,52	0,76	0,82
Rakenne	0,52	0,53	0,75
Maku	0,75	0,71	0,98

Tulosten perusteella molempien tuotteiden aistinvarainen laatu heikkeni selvästi 5 ja 7 vuorokauden kohdalla. Kaikki ominaisuudet heikkenivät lähes samassa suhteessa. Arviointituloksissa oli havaittavissa jonkin verran keskihajontaa. Mitä lähempänä nollaa

keskihajonta on, sitä yksimielisempiä arvioijat ovat olleet. Tulokset olivat kuitenkin johdonmukaisia, sillä ominaisuuksien arviointitulokset heikkenivät säilyvyysajan edetessä eikä minkään ominaisuuden osalta tullut esimerkiksi nousuja arvioinneissa.

Arviointilomakkeessa oli jokaisen arvioitavan ominaisuuden jälkeen avoin kommenttikenttä, johon arvioijat kirjasivat sanallisesti havaintojaan laadun muutoksista. Huomionarvoista oli, että arvioijat kuvailivat tekemiään havaintoja hyvin samanlaisin termein ja tehdyt huomiot olivat kaiken kaikkiaan hyvin samankaltaisia. Tämä osoittaa, että arvioijilla oli samanlainen käsitys laadun muutoksista, mutta keskihajonnan perusteella arviot muutoksien voimakkuuksista erosivat hieman. Tulosten tarkkuutta voitaisiin parantaa järjestämällä arvioijille lisäkoulutusta asteikon käytöstä ja sen tulkinnasta, erityisesti siitä, miten erilaiset laadun muutokset sijoittuvat valitulle asteikolle

Arviointiraadin kouluttaminen, yhteisen sanaston luominen tuotteille ja perusmakutesti, koettiin toimiviksi toimenpiteiksi kehittää aistinvaraisen arvioinnin prosessia yrityksessä. Olisi suositeltavaa, että arviointiraadille järjestettäisiin jatkossakin säännöllinen koulutus, esimerkiksi vuosittain uusi perusmakutesti, jotta arvioijien tarkkuutta voidaan seurata ja kehittää edelleen.

## 8.1 Säilyvyysseurantaohje

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää täytettyjen leipätuotteiden säilyvyysseurannan prosessia. Tuotekategorialla on ollut sovellettuna versiona käytössä yrityksen eri osastolla käytössä oleva säilyvyysseurannan Excel-pohja, joka ei täysin vastannut tarpeita ja sisälsi ainoastaan arviointiin liittyvät tallennuspohjat. Työn kirjallisuuskatsauksen ja käytännön toteutuksen tulosten pohjalta säilyvyysseurannan Excel-pohja päivitettiin vastaamaan paremmin täytettyjen leipien tuotekategorian tarpeita.

Päivitettyyn versioon lisättiin erillinen välilehti nimeltä "Säilyvyysseuranta – ohjeistus", joka toimii johdonmukaisena vaiheittaisena oppaana säilyvyysarvioinnin toteutukseen. Ohjeistus jakautuu seitsemään vaiheeseen:

1. Tavoitteen määrittely
2. Säilytysolosuhteiden määrittely
3. Näytteiden valmistelu
4. Arviointiajankohdat
5. Arvioitavat ominaisuudet

6. Vastausten kerääminen, käsittely ja tulosten kirjaaminen
7. Johtopäätökset

Jokaiselle vaiheelle on osoitettu erillinen Excelin välilehti, johon kyseinen tieto kirjataan. Ohjeistuksen lisäksi ”Säilyvyysnäytteet ja yhteenveto”-välilehdelle lisättiin kohta säilytysolosuhteiden kirjaamiselle. Säilyvyysseurantaohjeistus ja kirjausten välilehdet on esitettyinä liitteessä 3.

## 9 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Linkosuon Kahvila Oy:n täytettyjen leipätuotteiden aistinvaraisen säilyvyysseurannan prosessia tilaajayrityksen tuotekehityksen ja laadunvalvonnan tueksi. Tarve prosessin kehittämiseksi nousi tilaajayrityksen halusta tarkastella säilyvyysseurannan prosessia kasvaneen tuoteryhmän näkökulmasta.

Työn teoreettinen viitekehys muodostui elintarvikkeiden säilyvyyteen vaikuttavien tekijöiden, säilyvyysseurannan sekä aistinvaraisen arvioinnin periaatteiden ja menetelmien tarkastelusta. Teoreettinen viitekehys loi pohjan säilyvyysseurantaprosessin suunnittelulle ja toi esiin, miksi sekä aistinvarainen että mikrobiologinen arviointi ovat tarpeen tuotteen laadun kokonaisvaltaisessa arvioinnissa. Työn käytännön osuudessa kirjallisuuskatsauksen pohjalta suunniteltiin ja toteutettiin aistinvaraisen arviointiraadin koulutus sekä järjestettiin säilyvyysseurantatutkimus kahdelle tilaajayrityksen tuotteelle. Näiden pohjalta luotiin myös säilyvyysseurantaohje sekä päivitetty tulosten tallennuspohjat yrityksen käyttöön.

Tulosten ja saadun palautteen perusteella asetettuihin tutkimuskysymyksiin pystyttiin vastaamaan tällä työllä kiitettävästi. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ”Miten aistinvarainen säilyvyysseuranta voidaan järjestää täytetyille leipätuotteille systemaattisella ja toistettavalla tavalla, ja mitä arviointimenetelmiä voidaan käyttää?” vastattiin kehittämällä selkeästi ohjeistettu arviointiprosessi. Arviointimenetelmäksi valikoitui laadunvalvonnassa käytetty sovellettu versio laatuasteikosta, jota osoittautui tarkoituksenmukaisiksi koulutetun raadin käytössä. Tämän lisäksi työssä hyödynnettiin yleisen kuvailevan -menetelmän periaatteita, kun luotiin yhteistä kuvailevaa sanastoa arvioitaville tuotteille. Toiseen tutkimuskysymykseen ”Millaiset tekijät vaikuttavat täytettyjen leipätuotteiden aistinvaraiseen säilyvyyteen?” vastattiin kirjallisuuskatsauksen avulla. Työssä tarkasteltiin

säilyvyyteen vaikuttavia keskeisiä sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä, kuten raaka-aineiden ominaisuuksia, veden aktiivisuutta, pH, pakkausratkaisuja sekä säilytysolosuhteita. Lisäksi tarkasteltiin mikrobiologiaa, fysikaalisia ja kemiallisia muutoksia, jotka vaikuttavat tuotteiden aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Kolmanteen tutkimuskysymykseen ”Kuinka arviointiraati voidaan kouluttaa tuottamaan luotettavia ja johdonmukaisia tuloksia?” vastattiin järjestämällä kirjallisuuden perusteella suunniteltu koulutus, johon sisältyi perusmakutesti. Raadin koulutuksen merkitys korostui arviointitulosten yhdenmukaisuuden ja toistettavuuden parantamisessa.

Raadille olisi hyvä järjestää uusi perusmakutesti jonkun ajanjakson jälkeen niin nähdään, onko jäsenten aistit harjaantuneet ajan kanssa ja useampiin arviointeihin osallistumisen myötä. Jos yrityksessä otetaan uusia arviointimenetelmiä käyttöön, koulutus näiden osalta olisi suotavaa. Työn kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että jatkossakin täytyy suorittaa sekä aistinvaraista arviointia että mikrobiologisia tutkimuksia määrittäessä leipätuotteiden säilyvyysaikaa. Monet leivissä esiintyvät patogeeniset mikrobit eivät aiheuta aistittavia muutoksia tuotteessa. Toisaalta tuotteen aistittava laatu saattaa olla jo heikentynyt, vaikka mikrobiologinen laatu olisi vielä hyväksyttävällä tasolla. Tämä osoittaa, ettei säilyvyysaikaa määrittäessä voida luottaa pelkästään mikrobiologisiin tutkimuksiin tai aistinvaraiseen arviointiin.

Opinnäytetyöprosessin aikana ymmärryksen ja tietämyksen aistinvaraisen arvioinnin periaatteista ja menetelmistä syveni merkittävästi. Aistinvarainen arviointi ei ole pelkkää maistelua, vaan se on systemaattinen prosessi, jonka avulla voidaan tuottaa luotettavaa tietoa tuotteiden ominaisuuksista ja laadusta. Opin myös, että elintarvikkeiden säilyvyyteen vaikuttaa moninainen joukko erilaisia tekijöitä, joista osa on helposti hallittavissa ja osa vaatii tarkkaa suunnittelua ja seuranta tuotantoprosessin kaikissa vaiheissa. Tämä työ kehitti valmiuksiani osallistua elintarvikkeiden laadunhallintaan ja tuotekehitykseen tulevassa työelämässä.

## Lähteet

- Adams, M. R., McClure, P. J., & Moss, M. O. (2024). *Food microbiology*. Royal Society of Chemistry, The.
- Aho, J., Koponen, M., Pasto, M., & Stalder, S. (2020). *Monipuolinen elintarvikeala: Elintarvikkeiden valmistus ja tuotanto*. Opetushallitus.
- Björkroth, J. (2009). Elintarvikkeille ominaiset pilaajamikrobit. *Duodecim* 2009;125:659–66. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo97940.pdf>
- Elintarviketeollisuusliitto. (2022). *Elintarvikkeiden mikrobiologisia ohjausarvoja viimeisenä käyttöajankohtana tai parasta ennen -päivänä*. Suositus 10.10.2022. [https://www.etl.fi/wp-content/uploads/2023/08/etl\\_mikrobiologiset\\_ohjeavot\\_10-10-2022.pdf#page=3.14](https://www.etl.fi/wp-content/uploads/2023/08/etl_mikrobiologiset_ohjeavot_10-10-2022.pdf#page=3.14)
- Giménez, A., Ares, F., & Ares, G. (2012). Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food research international*, 49(1), 311-325. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>
- Juvonen, R. (2001). *Hiivakontaminaatioiden hallinta elintarviketeollisuudessa: Kirjallisuusselvitys*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
- Katajajuuri, J., Silvennoinen, K., Hartikainen, H., Heikkilä, L., & Reinikainen, A. (2014-06-15). Food waste in the Finnish food chain. *Journal of cleaner production*, 73, 322-329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.057>
- Kilcast, D. & Subramaniam, P. (2011). *Food and beverage stability and shelf life*. Woodhead Publishing.
- Kinnunen, M. & Pasto, M-P. (2019). *Välipalat ja valmisruoat ruokakulttuurissamme*. Elintarvike ja Terveys 33 (2), 58–63.
- Kokkinakis, M. N., Fragkiadakis, G. A., Lapidakis, N. E., & Kokkinaki, A. N. (2020). Assessing microbiological quality of ready-to-eat prepacked sandwiches, in Crete, Greece. *Journal of food science and technology*, 57(11), 4220–4227. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04460-z>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (1999). *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. Aspen Publishers.
- Man, C. M. D. (2015). *Shelf Life* (toinen painos). Wiley-Blackwell.
- Ollikainen, J. (19.11.2024). *Kauppojen myydyimmät valmis-ruoat – listoilla uusia tulokkaita*. Iltasanomat. <https://www.is.fi/ruokala/ajankohtaista/art-2000010830987.html>
- Ruokavirasto. (2010). *Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat*. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elintarvikkeiden\\_mikrobiologiset\\_vaarat.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elintarvikkeiden_mikrobiologiset_vaarat.pdf)
- Ruokavirasto. (2024) *Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset - Ohje elintarvikealan toimijoille*. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/oppaat/elintarvikkeiden-mikrobiologiset-vaatimukset--->

[ohje-elintarvikealan-toimijoille/elintarvikkeiden-mikrobiologiset-vaatimukset---ohje-elintarvikealan-toimijoille/](#)

Ruokavirasto. (2023). *Säilyvyysaika ja säilyvyystutkimukset*.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/omavalvonnan-naytteenotto-ja-tutkimukset/sailyvyysaika-ja-sailyvyystutkimukse/>

Solunetti. (2006). *Osmoottiset tekijät*. <https://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/vesi/3/>

Subramaniam, P., & Wareing, P. (2016). *Stability and Shelf Life of Food (2nd Edition)*. Chantilly: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-06842-3>

Timonen, S., Valkonen, J., & Ahti, T. (2018). *Sienten biologia* (Toinen, uudistettu laitos.). Gaudeamus.

Tuorila, H., Parkkinen, K., & Tolonen, K. (2008). *Aistit ammattikäyttöön*. WSOY Oppimateriaalit.

Tuorila, H., & Appelbye, U. (2016). *Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät*. Gaudeamus.

Tuorila, H., & Monteleone, E. (2009-02-01). Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs, and challenges. *Trends in food science & technology*, 20(2), 54-62.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.10.007>

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.

<https://sdgs.un.org/2030agenda>

## Liite 1. Arviointilomake

### Aistinvarainen säilyvyysarviointi

Arvioi näytteet annetussa järjestyksessä. Huuhtele suusi näytteiden välissä.

\* Lomake tallentaa nimesi. Kirjoita nimesi.

⋮

1. Tuotteen nimi. Haju: arvioi tuotteen hajua verrattuna referenssinäytteeseen ja valitse havaintojasi parhaiten kuvaava vaihtoehto.

- 5 = Yhdenmukainen referenssinäytteen kanssa.
- 4 = Erittäin lieviä poikkeamia referenssinäytteestä.
- 3 = Lieviä poikkeamia referenssinäytteestä.
- 2 = Selviä poikkeamia referenssinäytteestä, virhe nimettävä kommenttikentässä.
- 1 = Erittäin selviä poikkeamia referenssinäytteestä, virhe nimettävä kommenttikentässä.
- 0 = Hylättävä tuote, ei myyntikelpoinen. Virhe nimettävä kommenttikentässä.

2. Kirjoita tähän kommenttisi tuotteen hajuun liittyen

3. Tuotteen nimi. Ulkonäkö: arvioi tuotteen ulkonäköä verrattuna referenssinäytteeseen ja valitse havaintojasi parhaiten kuvaava vaihtoehto.

- 5 = Yhdenmukainen referenssinäytteen kanssa.
- 4 = Erittäin lieviä poikkeamia referenssinäytteestä.
- 3 = Lieviä poikkeamia referenssinäytteestä.
- 2 = Selviä poikkeamia referenssinäytteestä, virhe nimettävä kommenttikentässä.
- 1 = Erittäin selviä poikkeamia referenssinäytteestä, virhe nimettävä kommenttikentässä.
- 0 = Hylättävä tuote, ei myyntikelpoinen. Virhe nimettävä kommenttikentässä.

4. Kirjoita tähän kommenttisi tuotteen ulkonäköön liittyen

## Liite 2. Aistinvarainen arviointiraati, koulutusmateriaali



### JOHDANTO

1. MITÄ ON AISTINVARAINEN ARVIOINTI?	7. ARVIOINTI KÄYTÄNNÖSSÄ
2. MIKSI AISTINVARAISTA ARVIOINTIA TEHDÄÄN?	8. VALITTU MENETELMÄ JA ARVIOINTILOMAKE
3. AISTIT JA NIIDEN ROOLI AISTINVARAISESSA ARVIOINNISSA	9. ELINTARVIKKEIDEN PILAANTUMINEN
4. AISTINVARAISET ARVIOINTIMENETELMÄT	10. PILAANTUMISEN AIHEUTTAMAT HAJUT JA NIIDEN LÄHTEET
5. AISTINVARAISEN ARVIOINNIN RAADIT	11. HARJOITUS: YHTEINEN SANASTO TUOTTEELLE
6. KOULUTETTU RAATI: HYVÄT JA HUONOT TAVAT	



### MITÄ ON AISTINVARAINEN ARVIOINTI?



- Aistinvarainen arviointi tarkoittaa elintarvikkeiden laadun arviointia ihmisten aistien avulla.
- Arvioinnissa tarkastellaan makua, hajua, ulkonäköä, rakennetta ja suutuntumaa.
- Käytetään laadunvalvonnassa, tuotekehityksessä ja markkinoinnissa.



### MIKSI AISTINVARAISTA ARVIOINTIA TEHDÄÄN?



- Varmistetaan tuotteiden laatu ja turvallisuus.
- Tarkastellaan tuotteiden säilyvyyttä.
- Mitataan kuluttajien mieltymyksiä ja hyväksyttävyyttä.
- Lainsäädäntö: EFSA, EU-elintarvikelainsäädäntö, Suomen elintarvikelaki (23/2006).



## AISTIT JA NIIDEN ROOLI AISTINVARAISISSA ARVIOINNISSA

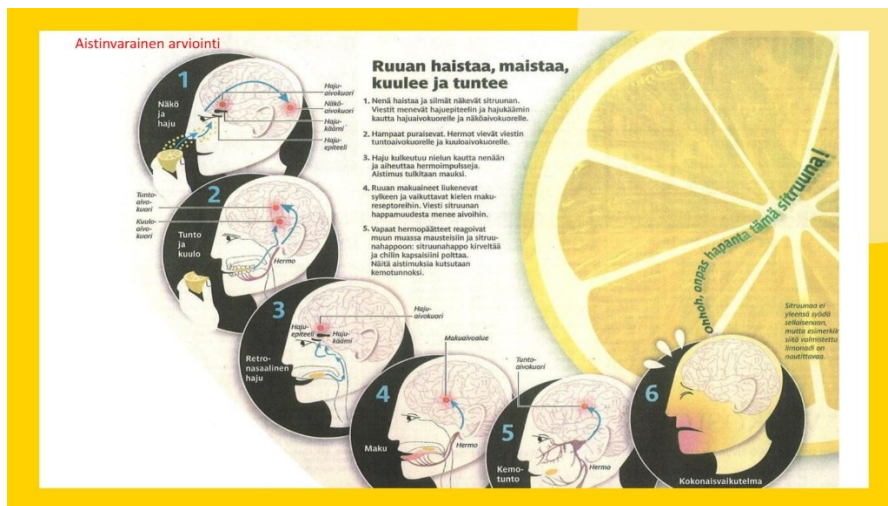
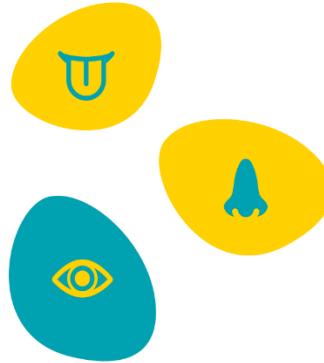
**HAJU:** Aromi, haju tai tuoksu (ortonasaali haju) sekä flaviori eli maitto (retronasaali haju)

**MAKU:** Flaviori eli maitto. Perusmaut (makea, suolainen, hapan, karvas, umami).

**NÄKÖ:** Ulkonäkö ja väri, rakenteen ennakointi.

**TUNTO:** Rakenne ja suutuntuma, flaviori (kemotunto), lämpötila.

**KUULO:** Rakenne (rapeus).



## AISTINVARAISET ARVIOINTI- MENETELMÄT



- **ANALYYTTISET MITTAUKSET:** erotustestit, erojen suuruuden arviointi sekä kuvailevat menetelmät.
- **MIELTYMYSMITTAUKSET:** hyväksyttävyyden, suhteellisen mieltymyksen, mieltymyksen voimakkuus.
- **LAADUNARVIOINTI:** hyväksyty/hylätty, ero vertailunäytteestä, laatuasteikko.



## AISTINVARAISEN ARVIOINNIN RAADIT



- **ASiantuntijaraati:** kokeneista tuotteen, sen raaka-aineiden ja valmistuksen osaajista koostuva arvioijien ryhmä, yleensä 3-5 hlö.
- **Laboratorioraati:** aistinvaraista arviointia tekevä, koulutettu ja harjaantunut arvioijien ryhmä, yleensä yli 10 hlö suuruisen.
- **Kuluttajaraati:** tuotteen käyttäjistä tai mahdollisista käyttäjistä valittu arvioijien ryhmä, vähintään 30-50 hlö suuruisen.



## KOULUTETTU RAATI: HYVÄT JA HUONOT TAVAT



Ei käytetä voimakkaita hajusteita.

Osallistutaan säännöllisesti.

Noudatetaan ohjeistuksia.

Otetaan arviointitilanteet tosissaan.

Annetaan aisteille lepoa ja "putsataan" ne näytteiden välissä.



Syö, juo ja/tai tupakoi 30 min ennen arviointia.

Puhuu tai kommentoi kesken arvioinnin.

Osallistuu arviointiin kipeänä.

Käyttää voimakkaita hajusteita.



## ARVIOINTI KÄYTÄNNÖSSÄ



### ARVIOINTITILANNE

- Arviointi suoritetaan hajuttomassa ja häiriöttömässä tilassa.
- Arvioijat eivät saa keskustella arviointien aikana.
- Arviointien välissä aistit neutroloidaan esimerkiksi huoneenlämpoisellä vedellä.



### ARVIOINNIN TOTEUTUS

1. Hajun arviointi: haistetaan mahdolliset muutokset.
2. Näköhavainto: arvioidaan leivän ja täytteiden ulkonäkö.
3. Rakenne: tunnustellaan leivän ja täytteiden koostumusta.
4. Maku: maistetaan ja tunnustetaan mahdolliset laatuvaihtelut.
5. Dokumentointi: havainnot kirjataan arviointilomakkeelle.



## VALITTU MENETELMÄ JA ARVIOINTILOMAKE

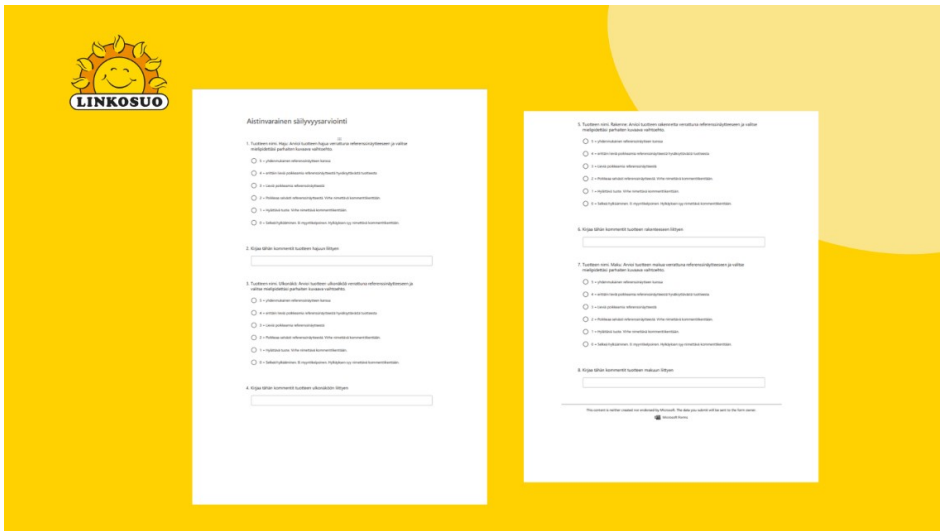
### LAATUASTEIKKO

- Käytetään kuvaamaan laadun eri tasoja tai poikkeamia tavoitetasosta tai spesifikaatiosta.
- Asteikkona käytetään numeerista asteikkoa.
- Arvioijat pyrkivät nimeämään tunnistetut virheet myös sanallisesti.



### ARVIOINTILOMAKE

- 6-portainen luokka-asteikko, jossa 5 = yhdenmukainen tuote vertailunäytteen kanssa ja 0 = selkeä hylkääminen, ei myyntikelpoinen tuote.
- Lisäksi avoin kohta, johon arvioijat nimeävät tunnistamansa virheet sanallisesti.



## ELINTARVIKKEIDEN PILAANTUMINEN

### Fysikaalinen reaktiotapa

- Faasin muutokset
- Haihtuminen
- Konsentroituminen
- Kiteytyminen

### Kemiallinen reaktiotapa

- Hapettuminen
- Hydrolyysi (rasvan ja muiden yhdisteiden hajoaminen)
- Deaminaatio (aminohappojen reaktiot)
- Ruskettumisreaktiot

### Biologinen reaktiotapa

- Soluhengitys
- Autolyyysi (itsehajoitus)
- Käyminen
- Matäminen

### Aistittavat muutokset elintarvikkeissa

- Ainesosien erottuminen
- Paakkuisuus
- Juoksettuneisuus
- Rakeisuus
- Ummhehtuneisuus
- Sitkeys, tahmeus
- Haalistuneisuus
- Läpikuultamattomuus

- Virrehajut
- Ruskettuneisuus
- Haalistuneisuus
- Kosteuden irtoaminen
- Rakennemuutokset

- Nuutumien
- Pehmeneminen
- Värivirheet
- Limaisuus
- Juoksettuneisuus
- Kosteuden irtoaminen
- Virrehajut
- Mikrobipesäkkeet



## PILAANTUMISEN AIHEUTTAMAT HAJUT JA NIIDEN LÄHTEET

Yhdiste tai yhdisteryhmä	Hajun kuvaus	Mahdolliset elintarvikkeet tai raaka-aineet
Aminit	Kalamainen	Kala, äyriäiset, liha
Geosmiinit	Maamainen, mutamainen	Juomavesi, perunat, juurekset, viljatuotteet
Kloorianisolit	Tunkainen, ummehtunut	Mausteet, viljatuotteet, meijerituotteet
Akrylaattit	Muovimainen	Pakkauksissa olleet rasvaiset elintarvikkeet
Skatoli, indoli	Mädäntynyt, ulosteen haju	Liha, maitotuotteet, kananmunat
Pienimolekyyliset rikkiyhdisteet	Mädäntynyt	Kananmunat, maitotuotteet, valkosipuli
Fosfiini, 2-metyyli-2-merkaptopentaniini	Viinimarjanlehden, kalliikissan haju	Viljat, pähkinät, siemenet, varastoidut elintarvikkeet
Luottimet	Maamainen, painovärin haju	Öljyt, rasvat, marinoidut tuotteet, pakasteet
Kloorihexidiini	Desinfektioaineen haju	Pakatut meijerituotteet, liha
Furaani-, pyraani- ja syklopentaniiniyhdisteet	Keitetyn haju, karamellimainen	Paahtetut pähkinät, kahvi, prosessoidut ruoat
Vapaat rasvahapot	Eltaantunut	Rasvaiset tuotteet, kuten pähkinät, voi, öljyt
Diatsetyyli	Voimainen, toffeemainen	Meijerituotteet, voi, margariini, olut
Torjunta-aineet	Kemikaalimainen, lääkkeellinen	Hedelmät, vihannekset, viljat
1-Okten-3-oni	Metallimainen, sienimäinen	Sienet, homehtuneet viljatuotteet, vihannekset
Trans-2-nonenalaali	Vanhentunut	Eltaantuneet öljyt, maitojouhe, pähkinät



## HARJOITUS: YHTEINEN SANASTO TUOTTEELLE

- Jokainen saa maisteltavaksi tuotteen A
- Maistelun yhteydessä kiinnitä huomiota tuotteen hajuun, ulkonäköön, rakenteeseen ja väriin – kirjaa ylös tekemäsi huomiot
- Käydään yhdessä läpi kaikkien huomiot ja kootaan niiden pohjalta yhteinen sanasto kuvaamaan tuotteen ominaisuuksia



OMINAISUUS	ESIMERKKISANASTO	MAHDOLLISET VIRHEKÄSITTEET
Haju	Raikas, etikkainen, paahteinen, pähkinäinen, mausteinen	Liian etikkainen, ummehtunut
Maku	Makea, hapan, umami, suolainen, pippurinen, savuinen	Mauton, liian kirpeä, liian suolainen
Ulkonäkö	Värikäs, mehukas, tasaisesti levittynyt, houkuttelava	Haalistunut, vetinen
Rakenne	Rapea, pehmeä, sitkeä	Limainen, vetinen, kuiva, rakeinen

## PERUSMAKUTESTI

Nimi \_\_\_\_\_

Pvm \_\_\_\_\_

Maisteltavanasi on 7 näytettä.

Näytteet ovat:

- Hapan
- Karvas
- Makea
- Suolainen
- Umami
- Vesi
- Toistonäyte (yksi näyte on kahteen kertaan)

Maista näytteet järjestyksessä ja kirjoita kunkin koodin perään, mikä näyte on mielestäsi kyseessä.

Näyte	Maku

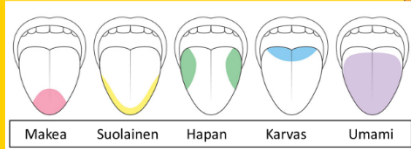
Perusmakutestin arviointilomake



## TERVETULOA PERUSMAKUTESTIIN

Ennen testin suorittamista voit maistella liuoksia. Huom, et voi ottaa näitä näytteitä mukaan arviointitilaan.

Alla olevassa kuvassa näkyy, millä alueella kukin maku maistuu kielellä vahvimmin.



### 5 PERUSMAKUA

#### Makea

Esim. sokeri, hunaja

#### Suolainen

Esim. ruokasuola

#### Hapan

Esim. sitrushedelmät, etikka, piimä

#### Karvas

Esim. kahvi, kaakao, rucola

#### Umami

Esim. soija, "lihaisuus", kypsät tomaatit, parmesaanijuusto



## PERUSMAKUTESTI

Maista edessä olevat näytteet järjestyksessä.

Merkkaa näytteessä oleva koodi lomakkeelle ja koodin perään, mikä näyte mielestäsi on kyseessä.

Huuhtelee suusi vedellä näytteiden maistamisen välissä.

Arviointitila on hiljainen, joten älä keskustelu muiden kanssa arvioinnin aikana.

#### Makea

Esim.  
sokeri,  
hunaja

#### Hapan

Esim.  
sitrushedelmät,  
etikka, piimä

### 5 PERUSMAKUA

#### Umami

Esim. soija,  
"lihaisuus", kypsät  
tomaatit,  
parmesaanijuusto

#### Suolainen

Esim.  
ruokasuola

#### Karvas

Esim. kahvi,  
kaakao,  
rucola

### Liite 3. Säilyvyyssurantaohjeistus

Kuva 1. Säilyvyyssurantaohje

Säilyvyyssuranta - ohjeistus		
Vaiheet	Mitä tehdään?	Mille välilehdelle kirjataan?
1. Tavoitteen määrittely	Määritellään säilyvyyssurannan tavoite ennakkotietojen perusteella. Tavoitteena on selvittää, kuinka pitkään arvioitava tuote säilyttää aistinvaraisen laatunsa hyväksyttävällä tasolla säilytyksen aikana. Ennakkotiedot, kuten tuotteen koostumus, täytteen kosteuspitoisuus, pakkaustapa ja aiempi kokemus säilyvyydestä, huomioidaan tavoitteen asettamisessa ja arviointisuunnitelmassa.	
2. Säilytysolosuhteiden määrittely	Säilytysolosuhteet: +2-6 °C. Tuotteesta riippuen myös poikkeusolosuhteet voidaan ottaa arvioinnin aikana huomioon.	Säilyvyyssnäytteet ja yhteenveto
3. Näytteiden valmistelu	Kirjaa onko kyseessä tuotekehitys- vai tuotantoerä, valmistuspäivä sekä käytetty pakkausmateriaali. Tuotteille suoritetaan myös mikrobiologiset tutkimukset, jos tavoitellaan yli vp+3 vrk säilyvyyttä.	Säilyvyyssnäytteet ja yhteenveto
4. Arviointiajankohdat	Määritä tuotteelle arviointiajankohdat.	Arviointiaikataulu
5. Arvioitavat ominaisuudet	Tuotteista arvioidaan haju, ulkonäkö, rakenne ja maku. Arviointiraati määrittää uusille tuotteille yhteisen ominaisuuksia kuvailevan sanaston ennen varsinaista säilyvyyden arviointia. Ominaisuudet määritellään vp+1 vrk tuotteelle, joka toimii arvioinneissa referenssinäytteenä.	Aistinvaraiset ominaisuudet
6. Vastausten kerääminen, käsittely ja tulosten kirjaaminen	Vastaukset kerätään aistinvaraista arviointia varten tehdylle Forms-lomakkeella. Vastauksista lasketaan keskiarvo. Hyväksytty arvo $\geq 3$ . Kirjaa myös mikrobiologisten tutkimusten tulokset.	Tulosten keskiarvot kirjataan Aistinvarainen arviointi-välilehdelle sekä viimeisen arviointiajankohdan tulos myös Säilyvyyssnäytteet ja yhteenveto-välilehdelle. Mikrobiologisten tutkimusten tulokset Säilyvyyssnäyte ja yhteenveto-välilehdelle.
7. Johtopäätökset	Tulosten perusteella määritetään toteutuuko säilyvyysaika vai ei. Mietitään tarvittaessa kehitystoimenpiteet.	Säilyvyyssnäytteet ja yhteenveto



Kuva 4. Aistinvarainen arviointi-välilehti

Valmistus-päivä	Tuo te	VP + 3 vrk				VP + 4 vrk				VP + 5 vrk				VP + 6 vrk				VP + 7 vrk			
		Haj u	Ulkonä kö	Raken ne	Ma ku	Haj u	Ulkonä kö	Raken ne	Ma ku	Haj u	Ulkonä kö	Raken ne	Ma ku	Haj u	Ulkonä kö	Raken ne	Maku	Haj u	Ulkonä kö	Raken ne	Ma ku

**Ohje:** Kirjaa aistinvaraisen arvioinnin tulosten keskiarvo jokaisen ominaisuuden kohdalle. Arvioinnin tarkemmat tulokset löytyvät Microsoft Forms -palvelusta.

Kuva 5. Aistinvaraiset ominaisuudet-välilehti

Tuote	Valmistuspäivä	Haju	Ulkonäkö	Rakenne	Maku

## Liite 4. Aineistohallintasuunnitelma

### Opinnäytetyön aineistohallintasuunnitelma – Noora Komulainen

#### 1 Opinnäytetyön aineiston kuvaus

Tässä opinnäytetyössä tutkimusaineistona ovat täytettyjen leipätuotteiden aistinvaraisen säilyvyysseurannan aikana kerätyt arviointitulokset. Arviointitulokset kerätään sähköisillä kyselylomakkeilla, hyödyntäen joko tilaajayrityksellä käytössä olevaa Surveymonkey-palvelua tai Microsoft Forms-sovellusta, joista tulokset siirretään Excel-tiedostoon analysointia varten.

Arviointitulosten lisäksi opinnäytetyössä kerätään palaute arviointiraadin jäseniltä liittyen aistinvaraisen arvioinnin koulutukseen. Arviointiraati koostuu tilaajayrityksen työntekijöistä. Palaute kerätään sähköisellä kyselylomakkeella, josta tulokset siirretään Excel-tiedostoon analysointia varten. Kysely suoritetaan anonymisti eli vastaajilta ei kerätä tunnistetietoja.

Opinnäytetyön yhteydessä on myös tarkoitus laatia yritykselle ohje säilyvyysseuranta varten sekä arviointilomakepohja.

#### 2 Aineiston tallennus ja säilytys

Tallennan opinnäytetyön aineiston henkilökohtaiseen OneDrive-kansioon ja aineistoa käsitellään omalla salasanalla suojatulla tietokoneellani. Varmuuskopiot aineistosta tallennan erilliselle muistitikulle.

Olen ainoa, joka pääsee käsittelemään opinnäytetyön aineistoa työn aikana. Opinnäytetyön valmistuttua myös muut tilaajayrityksen työntekijät pääsevät tarkastelemaan ja tarvittaessa muokkaamaan aineistoa.

#### 3 Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely

Tässä opinnäytetyössä ei kerätä eikä käsitellä henkilötietoja tai arkaluonteisia tietoja. Arviointiraadin jäsenet osallistuvat arviointiin anonymisti, eikä heistä kerätä tunnistetietoja.

#### 4 Aineiston omistajuus

Opinnäytetyöaineiston ja kehittämistyön tulosten omistajuus on tilaajayrityksellä eli Linkosuon kahvila Oy:llä.