

**JAUHETUN SIAN JA NAUDAN MAKSAN
SÄILYVYYS JA SEN VAIKUTUS
MAKSALAATIKON AISTINVARAISEEN
LAATUUN**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikka

Syksy 2024

Iida Viitanen

Bio- ja elintarviketekniikka

Tekijä Iida Viitanen

Työn nimi Jauhetun sian ja naudan maksan säilyvyys ja sen vaikutus maksalaatikon aistinvaraiseen laatuun

Ohjaaja Marja Allén

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Raaka-aineilla on yleensä suuri merkitys lopputuotteen laadun kannalta. Erityisesti valmisruokien kohdalla laadukkaat ja tuoreet raaka-aineet voivat taata tuotteelle pitkän säilyvyysajan. Laissa säädetään, mitä tutkimuksia on tuotekohtaisesti tehtävä, mutta toimijan voi olla aiheellista tehdä erikseen myös raaka-aineen laatuun liittyviä tutkimuksia. Työn tilaajana oli elintarvikealan yritys, jossa jauhetaan toimittajalta tulevaa raakaa sian ja naudan maksaa osana maksalaatikon valmistusprosessia. Koska jauhaminen antaa mikrobeille hyvät kasvumahdollisuudet massassa ja sisäelimet ovat muutenkin herkästi pilaantuvia elintarvikkeita, haluttiin varmistaa jauhettujen maksojen säilyvyysajat. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää säilyvyysajat mikrobiologisten analyysien avulla ja samalla tutkia, voisiko käytettyjä säilyvyysaikoja nostaa. Lisäksi haluttiin tietää, vaikuttaako maksan käyttöikä maksalaatikon aistittavaan laatuun.

Työn tietoperustassa käsiteltiin teurassivutuotteena saatavia sian ja naudan maksoja ja niistä valmistettavan maksalaatikon valmistusprosessia. Osiossa käytiin myös läpi lihatuotteiden pilaantumista ja säilyvyystutkimuksen perusteita. Kokeellisessa osiossa suoritettiin säilyvyyskokeet jauhetuille sian ja naudan maksanäytteille. Maksanäytteet lähetettiin ulkoiseen laboratorioon, jossa näytteet tutkittiin mikrobiologisesti ja aistinvaraisesti. Tämän lisäksi tehtiin aistinvaraiset tutkimukset neljälle eri maksalaatikkoerälle, joista puoleen oli käytetty tuoretta maksaa ja toiseen puoleen viimeisen käyttöpäivän maksaa.

Tutkimus antoi varmistuksen nykyisille käytössä oleville säilyvyysajoille eikä tulosten pohjalta säilyvyysaikoja lähdetty nostamaan. Sian maksanäytteistä tutkitut aikapisteet, joissa oli eniten lisäpäiviä, tuottivat huonoja tuloksia. Naudan maksanäytteistä saatiin parempia tuloksia. Tutkimus antoi yritykselle lisätietoa raaka-aineiden laadusta poikkeustilanteita varten. Aistinvaraiset arvioinnit jauhetuista maksanäytteistä osaltaan tukivat mikrobiologisten analyysien tuloksia, mutta voitiin myös todeta, että jauhetusta maksasta aistinvaraisen arvioinnin tekeminen on melko haastavaa, jos pilaantumisen merkit eivät ole ilmeiset. Maksalaatikoista saatiin aistinvaraisessa arvioinnissa samankaltaisia tuloksia maksan käyttöiästä huolimatta. Maksan käyttöiällä ei ollut siis suurta vaikutusta maksalaatikon aistinvaraisen laadun kannalta, mutta tutkimuksen otanta oli vielä melko pieni. Osa arvioijista havaitsi kaikista näytteistä metallisen virhemaun, jonka alkuperän selvittäminen vaatii jatkossa vielä lisätutkimusta.

Avainsanat Sian maksa, naudan maksa, säilyvyystutkimus, maksalaatikko

Sivut 31 sivua ja liitteitä 7 sivua

This thesis was commissioned by a food industry company that grinds raw pork and beef liver from a supplier during its liver casserole production process. Related to the quality of the raw material required by the Act Commission Regulation (EC) No 2037/2005 on microbiological criteria for foodstuff, there are tests to be carried out on a product-by-product basis, but it may also be appropriate to carry out sensory tests by the manufacturer. Moreover, since grinding provides favourable growth conditions for microbes in the meat and internal organs are otherwise highly perishable, the goal was to guarantee a long shelf life of the minced liver. Therefore, the objective was also experimentally determine the shelf life of ground pork and beef liver and assess whether the current shelf life could be extended. Additionally, the study aimed to find out whether the age of the liver affected the sensory quality of the liver casserole.

The theoretical part studied pork and beef livers which are obtained as slaughter by-products. The production process of liver casserole, the spoilage of meat products, potential contamination factors and the basics of shelf life studies were also examined. In the functional part of the thesis, shelf-life and stability experiments were conducted on ground pork and beef liver samples. Three different production batches of both pork and beef liver were analysed at specific time points using three parallel samples. After sampling, the ground liver samples were sent to a laboratory for microbiological and sensory analysis whereas sensory evaluations on liver casserole samples were conducted at the factory. Since the aim was to examine the effect of liver shelf-life on the sensory quality of liver casserole, four different production batches were organoleptically evaluated, half of which contained fresh liver and the other half close to its expiration date.

The study confirmed the current shelf-life durations. For pork liver samples, the time points with the most additional days yielded only poor results. Beef liver samples provided better results, but the shelf life was not extended. Finally, the study provided the company with additional information on the quality of ground liver for exceptional circumstances. It also provided a good foundation for continuing the shelf-life experiments. The sensory assessments of ground liver samples partially supported the microbiological analysis results. However, conducting sensory evaluations on ground liver is challenging since its signs of spoilage are not obvious. The assessments of the liver casseroles yielded similar results regardless of the liver's age, indicating that the age of the liver did not affect the sensory quality of the liver casserole. However, the sample size for this study was relatively small. Some assessors detected a metallic off-taste in all samples and further research is needed to identify its source.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Eläimistä saatavat sivutuotteet	2
2.1	Syömäkeltottomat sivutuotteet	2
2.2	Syömäkelpoiset sivutuotteet	3
3	Maksa	4
3.1	Sian maksa	4
3.2	Naudan maksa	5
3.3	Maksan laatuun vaikuttavat tekijät	6
3.3.1	Mikrobien aiheuttamat laatumuutokset	7
3.3.2	Maksan kontaminoitumisriskit	7
3.3.3	Riskienhallinta	8
4	Maksalaatikko	9
4.1	Maksalaatikon valmistus ja raaka-aineet	10
4.2	Prosessikuvaus	10
5	Elintarvikkeen säilyvyyden tutkiminen	12
5.1	Toimijan vastuut	12
5.2	Säilyvyyskokeen suunnittelu	13
5.3	Mikrobit raaka-aineen laatumittareina	14
5.4	Raja-arvot ja ohjeistukset	16
5.5	Aistinvarainen arviointi säilyvyyskokeissa	17
6	Menetelmät	18
6.1	Mikrobiologiset analyysit	18
6.2	Aistinvarainen arviointi	20
7	Tulokset	22
7.1	Mikrobiologisten analyysien tulokset	22
7.2	Aistinvaraiset tulokset maksanäytteistä	25
7.3	Aistinvaraiset tulokset maksalaatikoista	26
8	Johtopäätökset ja pohdinta	28
	Lähteet	32

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Maksalaatikon prosessikaavio	11
Kuva 2. Aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja keskihajonnat tuoreista maksalaatikoista.	27
Kuva 3. Aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja keskihajonnat maksalaatikoista viimeisenä käyttöpäivänä.....	28
Taulukko 1. Mikrobin raja-arvot.....	16
Taulukko 2. Maksanäytteille käytetty arviointiasteikko 1–3.....	21
Taulukko 3. Maksalaatikoille käytetty arviointiasteikko 1–5.....	22
Taulukko 4. Jauhetun sian maksan mikrobiologiset tulokset värikoodeilla esitettynä.....	22
Taulukko 5. Jauhetun naudan maksan mikrobiologiset tulokset värikoodeilla esitettynä..	24

Liitteet

Liite 1.	Sian maksanäytteiden aistinvaraiset tulokset
Liite 2.	Naudan maksanäytteiden aistinvaraiset tulokset
Liite 3.	Aistinvaraisen arvioinnin tulokset maksalaatikoista tuoreina
Liite 4.	Aistinvaraiset tulokset maksalaatikkotuotteista viimeisenä käyttöpäivänä
Liite 5.	Arvioijien kommentit tuotteista viimeisenä käyttöpäivänä
Liite 6.	Aineistonhallintasuunnitelma

1 Johdanto

Elintarvikkeiden turvallisuus nojaa siihen, että koko tuotantoketju tunnetaan perusteellisesti. Tähän kuuluu raaka-ainetoimittajan kanssa tehtävä yhteistyö, jotta voidaan varmistua tuotteeseen käytettyjen raaka-aineiden laadusta. Valmisruokien kohdalla tuotteen valmistuksessa voidaan käyttää lähes kaikkia mahdollisia ruoka-aineita, mitä kotikeittiössäkkin. Erityisen tärkeää on kuitenkin varmistua raaka-aineiden laadusta ja tuoreudesta valmisruoille tyypillisen pitkän säilyvyysajan takaamiseksi. Raaka-aineille ei ole määritetty lainsäädännössä erikseen, kuinka kauan minkäkin ruoka-aineen pitäisi säilyä. Vastuu säilyvyysajan määrittämisestä ja elintarvikkeiden laadun tutkimisesta on yrityksellä itsellään. (Matilainen, n.d.; Ruokavirasto, n.d.-h)

Opinnäytetyössä tutkittiin, miten kauan jauhettu sian ja naudan maksa säilyvät ja vaikuttaako säilyvyys lopputuotteen aistittavaan laatuun. Työn on tilannut elintarvikealalla toimiva yritys, jossa jauhetaan erillisen toimittajan lähettämää raakaa sian ja naudan maksaa. Jauhettuja maksoja käytetään maksalaatikoiden valmistuksessa. Tiedetään, että mahdolliset lihan pinnalla olevat bakteerit sekoittuvat jauhaessa kaikkialle lihaan ja jauhettu liha tarjoaa erinomaisen kasvualustan bakteereille. Tämän vuoksi oltiin kiinnostuneita siitä, mitkä tarkat säilyvyysajat jauhetuille maksoille ovat ja voidaanko tällä hetkellä käytössä olevia säilyvyysaikoja mahdollisesti nostaa. Lisäksi haluttiin aistinvaraisella arvioinnilla varmistaa, vaikuttaako maksan käyttöikä lopputuotteen eli maksalaatikon aistinvaraiseen laatuun.

Jauhetun maksan säilyvyysajan nostaminen vaikuttaisi suoraan resurssien käyttöön ja viikoittaisiin raaka-ainetilauksiin parantaen samalla mahdollisesti prosessin ekologista kestävyyttä. Sen lisäksi, että hävikin minimointi on taloudellisesti kannattavaa, tukee se yhdistyneiden kansakuntien (YK) kestävä kehityksen agendaa, jossa ruokahävikki pyritään puolittamaan vuoteen 2030 mennessä ja ruokajätteen määrää pyritään vähentämään ruoantuotannon kaikissa vaiheissa. Opinnäytetyön avulla myös pyrittiin selvittämään, että käytetty raaka-aine on varmasti laadukasta ja turvallista käyttää lopputuotteen valmistuksessa. Laadukkaan ruoan taas voidaan katsoa parantavan sosiaalista kestävyyttä. (Suomen kestävä kehityksen toimikunta, n.d.)

Opinnäytetyön tietoperustassa käsitellään naudan ja sian maksaa ja niistä valmistettujen maksalaatikoiden valmistusprosessia. Maksa on teurastuksesta saatava sivutuote, jonka prosessoinnissa on erilaisia laatuun vaikuttavia tekijöitä. Myös näitä tekijöitä pyritään

tietoperustassa kartoittamaan. Lisäksi käydään läpi lihatuotteen pilaantumista, säilyvyystutkimuksen perusteita sekä niihin liittyviä toimijalle asetettuja velvollisuuksia.

Tutkimuksella vastattiin seuraaviin tutkimuskysymyksiin: **Kuinka kauan jauhettu sian ja naudan maksa säilyvät, voidaanko sian ja naudan maksan säilyvyyttä nostaa nykyisestä ja vaikuttaako maksan käyttöikä maksalaatikon aistinvaraiseen laatuun?**

Vastaukset tutkimuskysymyksiin pyrittiin saamaan työn menetelmäosiossa, joka koostuu kvantitatiivisiin menetelmiin kuuluvista säilyvyyskokeista, jotka sisälsivät ulkoisen laboratorion tekemät mikrobiologiset analyysit ja jauhettujen maksanäytteiden aistinvaraiset arvioinnit. Lisäksi menetelmäosiossa käsitellään maksalaatikoille toteutettua aistinvaraista tutkimusta. Aistinvaraiseen tuotetutkimukseen valikoitui neljä maksalaatikkoerää, joista kahteen erään oli käytetty niin sanotusti aivan tuoretta maksaa ja kahteen viimeisen käyttöpäivän maksaa. Maksalaatikoita maistelivat laatikkoruokien tuotekehitysryhmä, muutamat tehtaan toimihenkilöt ja opinnäytetyöntekijä. Aistinvaraisissa arvioinneissa hyödynnettiin sekä kvantitatiivisia, että kvalitatiivisia menetelmiä, kun käytössä oli numeeriset luokka-asteikot, jonka lisäksi arvioijat saivat esittää näytteistä kirjallisia huomioita.

2 Eläimistä saatavat sivutuotteet

Eläimen teurastuksen ja lihan jatkokäsittelystä syntyy elintarvikkeita ja sivutuotteita. Sivutuotteita voidaan luokitella syötäviksi ja ei-syötäviksi sivutuotteiksi. Syötävillä sivutuotteilla tarkoitetaan yleensä muita eläimen osia kuin tavallista lihaa. Termi käsittää elimet kuten esimerkiksi eläimen maksan ja kielen. Eläimen osia jaetaan joissain tapauksissa myös punaisiin, valkoisiin ja mustiin luokkiin niiden käytettävyyden mukaan. Eri maissa ja kulttuureissa sivutuotteen käsite voikin vaihdella erilaisista tavoista ja uskonnoista johtuen. Toisten mahdollisesti syömäkelvottomina pitämät sivutuotteet voivatkin toisissa kulttuureissa olla jopa juhlapöydän pääherkkuja. (Latoch, ym., 2024, s. 4)

2.1 Syömäkelvottomat sivutuotteet

EU:n lainsäädännössä termillä sivutuote viitataan elintarvikkeiksi kelpaamattomiin osiin, jotka luokitellaan yleisesti kolmeen eri luokkaan niiden ihmisille ja eläimille aiheuttaman vaaran perusteella. Suurin riski on ensimmäisen luokan sivutuotteilla, jotka hävitetään polttamalla niihin erikoistuneessa käsittelylaitoksessa. Ensimmäiseen sivutuoteluokkaan kuuluvat esimerkiksi naudan pää ja selkäydin. Siasta ei tule ensimmäisen luokan sivutuotteita. Toisen luokan sivutuotteet kuten ruoansulatuskanavan sisältö voidaan pääosin kompostoida ja

kolmannen luokan sivutuotteita voidaan hyödyntää soveltuvilta osin teollisuudessa. Kolmannen luokan sivutuotteisiin kuuluvat muun muassa eläinten luut ja nahka. Sivutuotteita hyödynnetään esimerkiksi lääke-, kosmetiikka-, biopolttoaine- ja eläinrehutuotannossa. (Ruokavirasto, n.d-f.; Lihatie-dotus, n.d.)

Ruhonosat määritellään sivutuotteiksi joko sen perusteella, että lainsäädäntö kieltää niiden käytön ihmisravintona tai vaihtoehtoisesti ruhonosaa ei kaupallisista syistä hyödynnetä elintarvikkeiksi. Myös tietyn sivutuotteen sivutuoteluokka määräytyy joko lainsäädännön mukaan tai toimijan päätöksestä eli "by law or by choice". Sivutuotteisiin kuuluvista aineksista säädetään tarkemmin Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa 1069/2009, joka koskee muiden kuin ihmisravinnoksi kelpaavien eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveystähtöjä. Vaikka esimerkiksi luokan kolme sivutuotteita voidaan yleensä käyttää teollisuudessa, ei sivutuoteluokka kuitenkaan suoraan määritä rehukelpoisuutta. Pilaantuneet eläimen osat eivät ole koskaan soveltuvia rehukäyttöön sivutuoteluokasta huolimatta. (Ruokavirasto, n.d.-g)

2.2 Syömäkelpoiset sivutuotteet

Ihmisravinnoksi soveltuviksi elimiksi katsotaan tavallisesti maksa, munuaiset, kieli, veri ja elinliha. Sisäelimet soveltuvat elintarvikekäyttöön, jos niitä on asianmukaisesti käsitelty. Syötävät elimet kuuluvat muiden elintarvikkeiden tapaan yleisen elintarvikelain 23/2006 piiriin. Sisäelimiä hyödynnetään Suomessa elintarvikkeena vain noin 5 % ja hyödynnetyin sisäelin on maksa. Sisäelimiä viedään Suomesta muun muassa Aasiaan ja niitä voidaan käyttää elintarvikkeiden lisäksi myös lääketeollisuudessa lääkkeiden ja hormonien tuottamiseen. (Lehto, ym., 2021, ss. 16–17)

Lihatie-dotuksen (Lihatie-dotus, n.d.) mukaan 668 kg painavan elävän naudän elopainosta noin 46 % saadaan hyödynnetyä elintarvikkeiksi ja tämä prosenttiosuus sisältää syötäväksi soveltuvat elimet 1,5 %. Vastaavasti 98 kg painavasta siasta hyödynnetään elintarvikkeiksi 58 % ja tämä prosenttiosuus sisältää syötävät elimet 3 %. Opinnäytetyön tilaajan käyttämän sianmaksatoimittajan mukaan (henkilökohtainen tiedonanto 3.10.2024) suurin osa sian maksoista päätyy elintarvikkeiksi. Maksoja voidaan käyttää myös eläinten rehuksi, mutta pääosin niitä käytetään kuitenkin elintarvikkeina.

3 Maksa

Maksa on välttämätön elin, joka suorittaa satoja elämän ylläpitämiseen tarvittavia toimintoja. Markkinapainoisilla eläimillä naudanmaksa painaa keskimäärin 5 kg, vasikanmaksa 1,5 kg, sianmaksa 1,4 kg ja kypsän emakon maksa 3,2 kg. Maksan kokoon vaikuttavat erilaiset tekijät, kuten eläimen laji, ikä, sukupuoli, elopaino ja elinolosuhteet (Ockerman & Basu, 2004, s. 104). Maksan tehtävänä on muun muassa poistaa elimistöstä haitallisia aineita ja vanhoja punasoluja ja erittää sapetta, joka on ruoansulatuksen kannalta tärkeä aine. Lisäksi se prosessoi makroravintoaineita ja varastoi glykogeeneja ja vitamiineja (Trefts, ym., 2017).

Maksan A-vitamiinipitoisuus on yleisesti korkeampi kuin muiden ruoka-aineiden, koska sitä varastoituu eläimen maksaan. Se on välttämätön ravintoaine, jolla on keskeinen merkitys elimistön toiminnassa. Eniten A-vitamiinia varastoituu naudan-, sian- ja poronmaksaan, kun taas broilerin maksassa sitä on hieman vähemmän. Maksa sisältää myös paljon enemmän kolesterolia kuin tavallinen punainen liha. (Ruokavirasto, n.d.-c; Lehtonen, 2019)

Varastointitehtävien lisäksi maksa osallistuu muun muassa proteiinien synteisiin. Proteiinien synteesi ja hajoaminen ovat kriittisiä vaiheita kaikkien solujen toiminnan kannalta ja maksa vastaakin 85–90 % kiertävästä proteiinitilavuudesta. Evoluution aikana suuri määrä erilaisia tehtäviä on päätyntä maksan hoidettaviksi ja se on säilynyt kaikilla selkärangkaisilla. (Trefts, ym., 2017)

3.1 Sian maksa

Sian maksa on markkinoilla suhteellisen edullinen tuote, joka sisältää kivennäisaineita kuten rautaa, sinkkiä ja mangaania. Lisäksi se sisältää monia välttämättömiä ravintoaineita, kuten aminohappoja ja rasvahappoja (Silva, ym., 2020, s. 1). Sian maksalla on myös hyvin ominainen ja tunnistettava sidekudosrakenne, joka muistuttaa ulkonäöltään muskottipähkinää tai marokkolaista nahkaa (Ockerman & Basu, 2004, s. 104). Sialla maksa koostuu neljästä lohkoista ja se on maultaan melko väkevää. Vaikka osa ihmisistä kokee maksan maun lievästi metallisena tai jälkimaun katkerana, käytetään sitä laajasti monissa eurooppalaisissa keittiöissä. Eurooppalaiset kuluttavatkin sian maksaa keskimäärin 0,54 g päivässä. Suhteellisen suuri kulutusmäärä saattaa perustua maksapateen suosioon. Suomessa maksaa käytetään paljon juuri maksamakkaran ja einesmaksapihvien valmistukseen. (Latoch, ym., 2024, ss. 7–8; Remes, 2013, s. 195)

Maksa saadaan eläimestä teurastuksen avausvaiheessa, jossa se poistetaan muiden elinten kanssa ruhosta. Siialla avausvaihetta edeltää tainnutus, pisto ja kaltaus. Tainnutus tapahtuu joko sähkötainnutuksella tai CO₂ tainnutuksella. Pistovaiheessa sikaa pistetään katkaisemalla sydämen suuret verisuonet ja veri lasketaan pois. Seuraavaksi tapahtuvassa kaltauksessa sika käsitellään höyryn tai kuumen veden avulla niin, että nahan ja karvatuppien sidekudokset pehmentyvät, jonka seurauksena karvat saadaan helpommin poistettua eläimestä. Ruho myös käsitellään nestekaasuliekillä polttamalla ja pestään vesisuihkutuksella. Sen jälkeen ruho avataan. Avausvaiheen työtavat on suunniteltu tarkkaan niin, ettei ruhoon jäisi suurta määrää mikrobeja. Avauksessa ruho viilletään auki, sisäelinten kiinnikkeet leikataan irti ja elimet poistetaan ruhosta. Sisäelimet jatkavat omalla kuljettimella matkaansa tarkastuksiin ja jatkokäsittelyyn. Loppuruho halkaistaan ja sille tehdään vaadittavat tarkastukset, laatuluokitus ja punnitus, josta edetään jäähdytysvaiheeseen. Siialla ruho jäähdytetään kauttaaltaan alle +7 °C lämpötilaan ja elimet jäähdytetään erikseen +3 °C:seen. Lämpötilarajat on määritetty Euroopan parlamentin asetuksessa 853/2004, jossa säädetään eläinperäisiä tuotteita koskevista erityisistä hygieniasäännöksistä. (Remes, 2013, s.176; ks myös Asetus eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniasäännöksistä 853/2004)

3.2 Naudan maksa

Kuten sian maksa, on myös naudan maksa edullista ja helposti saatavilla olevaa lihaa. Naudan maksa on ravitseva ruoka-aine, joka sisältää luonnollisesti runsaasti proteiinia, vitamiineja ja kivennäisaineita. Naudan maksaa kulutetaan Euroopassa siipikarjan maksan ja sian maksan jälkeen kolmanneksi eniten, noin 0,36 grammaa päivässä. Nautaeläimillä maksa muodostaa suurimman osuuden sisäelinten painosta ja naudanmaksa on teuraseläinten maksoista suurin. Se koostuu kahdesta lohkoista ja on väriltään syvän ruskea. Väri on tummempi kuin sian maksan. Naudanmaksa on maultaan myös huomattavasti miedompi kuin sian maksa ja siinä on pinnalla kalvoja, jotka yleensä poistetaan ennen käyttöä. (Latoch, ym., ss. 4,7; Remes, 2013, s. 195)

Naudanmaksa saadaan teurastuksessa tapahtuvan ruhon avaamisen yhteydessä. Ennen avaamista tehdään tainnutus, pisto ja nylkeminen. Teurastus alkaa tainnutuksella, joka tapahtuu mekaanisesti pulttipistoolilla. Kuten sialtakin, naudalta katkaistaan tämän jälkeen aivoihin johtavat verisuonet poikki pistämällä ja tehdään verenlasku. Verenlaskun pitää tapahtua mahdollisimman hygieenisesti, jotta eläimen nahan pinnassa tai pistoveitsessä olevat mikrobit eivät pääse verenkiertoon. Elintarvikekäyttöön menevä veri otetaan talteen erityisellä imulaitteella. Verenlaskun jälkeen nauta nyljetään. Vuota irrotetaan varovasti,

koska sen pinnassa on valtavasti mikrobeja, jotka eivät saa päästä ruohon käsiksi. (Remes, 2013, ss. 168–170)

Nylkemisen jälkeen ruhon vatsa viilletään auki ja paksun kalvon sisällä oleva ruoansulatuselimistö irrotetaan ruhosta. Maksa, sydän, keuhkot ja kurkkutorvi irrotetaan yhdessä ja siirretään omalle kuljettimelle. Tämän jälkeen ruhosta poistetaan vielä pää ja ruho halkaistaan selkärankaan pitkin kahtia, jonka jälkeen tehdään tarvittavat tarkistukset, laatuluokitus ja punnitukset. Hyvän säilyvyyden takaamiseksi aloitetaan mahdollisimman nopeasti jäähdytysvaihe, jossa on kuitenkin varottava, ettei nauta jäädy, koska siltä puuttuu tuossa vaiheessa nahka ja rasvakerros. Liha jäähdytetään kauttaaltaan alle +7 °C ja elimet jäähdytetään +3 °C. (Aho, ym., 2020; Remes, 2013, ss. 168–170)

3.3 Maksan laatuun vaikuttavat tekijät

Elimet eroavat luurankolihasista koostumuksen, rakenteen sekä toiminnallisten ja aistinvaraisten ominaisuuksiensa suhteen ja niiden heikko säilyvyys rajoittaa niiden käyttöä. Sisäelinkudoksessa on tyypillisesti enemmän kolesterolia ja glykogeenia kuin tavallisessa lihaskudoksessa. Elimissä ei myöskään ole rasvapeitettä, minkä vuoksi ne pilaantuvat yleensä herkemmin kuin tavallinen lihaskudos. Tämän takia ne jäähdytetään välittömästi teurastuksen jälkeen ja pyritään käyttämään melko nopeasti. (Ockerman & Basu, 2004, s.104). Lipolyttinen aktiivisuus ja rasvahappojen hapetusreaktiot voivat osaltaan vaikuttaa maksan säilyvyyteen. Lipolyysi on reaktio, jossa hajotetaan lipideitä. Lipolyysissä triglyseridit hydrolysoidaan glyseroliksi ja vapaiksi rasvahapoiksi. Maksassa on suuri määrä tyydyttymättömiä rasvahappoja, jotka ovat alttiimpia hapettumiselle kuin tyydyttyneet rasvahapot ja hapettumistuotteet todennäköisesti vaikuttavat maksan säilyvyyteen. Maksassa on myös suuri määrä rautaa, joka myös toimii rasvahappojen hapettumisen katalyyttinä. (Silva, ym., 2020, s. 5)

Maksan laatu on monen tekijän summa. Laatuun vaikuttavat muun muassa teurastettujen eläinten terveys, kasvuolosuhteet, teurastuksen laatu, lihan käsittely, pakkaaminen ja säilytysolosuhteet. Lihoissa esiintyvien mikro-organismien määrät ja tyypit riippuvat myös edellä mainituista tekijöistä. On lähes mahdotonta tuottaa täysin steriiliä lihaa ilman, että käytetään suurta määrää lämpö- tai säteilykäsittelyä. Asianmukaisella eläinhoidolla, tuotantolaitoksen hyvällä hygienialla ja prosessoinnilla saadaan kuitenkin tuotettua hyvälaatuaista lihaa, jossa mikrobimäärä pysyy viitekehyyksessä ja jossa on vain vähän tai ei ollenkaan ihmispatogeenia. (Hui, ym., 2001, s. 161)

3.3.1 Mikrobin aiheuttamat laatumuutokset

Mikrobin aineenvaihdunnan seurauksena lihaan syntyy yhdisteitä, jotka vaikuttavat tuotteen mikrobiologiseen ja aistinvaraiseen laatuun aiheuttaen lopulta elintarvikkeen pilaantumisen. Pilaantumisen ilmenemismuotoja on monia erilaisia. Ne voivat olla esimerkiksi tuotteen ulkonäköön liittyviä, kuten värimuutos ja limoittuminen, pesäkkeiden muodostuminen tai rakenteen hajoaminen. Ne voivat myös ilmentyä tuotteen hajun tai maun perusteella. Tuotteeseen voi pilaantumisen seurauksena tulla esimerkiksi sivuhajuja tai sen happamuus voi lisääntyä, mikä puolestaan vaikuttaa tuotteen makuun. (Ellis & Goodacre, 2006)

Tavallisia pilaajamikrobeja ovat bakteerit, jotka aiheuttavat usein erilaisten proteiinipitoisten ruokien pilaantumista. Bakteereja on paljon erilaisia ja niihin lukeutuu muun muassa gram-negatiiviset sauvat, gram-positiiviset itiömuodostajat ja maitohappobakteerit. Joitakin bakteerien ryhmiä käytetään elintarvikkeiden laadun ja turvallisuuden mittareina, kuten esimerkiksi Enterobacteriaceae-bakteeriryhmää. Myös hiivat ja homeet ovat yleisiä elintarvikkeiden pilaajia. Ne kasvavat yleensä bakteereja hitaammin, mutta ne kykenevät hyödyntämään erilaisia substraatteja ja kestävät myös äärimmäisiä olosuhteita. (Ellis & Goodacre, 2006; ks. myös Björkroth, 2009)

Tekijät, jotka vaikuttavat elintarvikkeiden mikrobiologiseen pilaantumiseen on luokiteltu sisäisiin ja ulkoihin parametreihin sekä käsittelytapoihin. Sisäisillä parametreilla tarkoitetaan ruoan fysikaalisia, kemiallisia ja rakenteellisia ominaisuuksia, kuten veden aktiivisuutta, happamuutta ja saatavilla olevia ravinteita. Ulkoisilla parametreilla taas tarkoitetaan elintarvikkeiden säilytysympäristöä, johon kuuluu muun muassa lämpötila, kosteus ja ilmankuivuminen. Käsittelytavat ovat fysikaalisia ja kemiallisia käsittelyjä, jotka usein johtavat tuotteen ominaisuuksien muutoksiin. Muun muassa kylmäsäilytysketjut ja pakkaustavat ovat merkityksellisiä tekijöitä lihaan kehittyvien mikrobin kannalta. (Ellis & Goodacre, 2006; Björkroth, 2009)

3.3.2 Maksan kontaminoitumisriskit

Ennen kuin maksa päätyy maksalaatikkoon, se kulkee pitkän matkan aina eläimen teurastuksesta lihankäsittelyyn ja pakkaukseen. Lisäksi se kuljetetaan toimittajalta tilaajalle, jossa maksat vielä jauhetaan ennen sekoitusta maksalaatikkomassaan. Näiden eri vaiheiden aikana on käytännössä mahdollista tapahtua ristikontaminaatiota. Kontaminaatiolla tarkoitetaan saastumista ja likaantumista. Ristikontaminaatiossa mikrobit tai muut

elintarvikkeeseen kuulumattomat osat siirtyvät elintarvikkeeseen joko suoralla kosketuksella tai välillisesti esimerkiksi työvälineiden kautta. (Ruokavirasto, n.d.-d)

Teurastushetkellä lihan katsotaan olevan käytännössä steriiliä. Teurastuksen edetessä kohdataan kuitenkin kontaminaatoriskejä. Helsingin yliopiston elintarvike- ja ympäristötieteiden laitoksen lihateknologian professori Eero Puolanne (henkilökohtainen tiedonanto, 2019) listaa liha ja lihavalmisteet kurssin luentomateriaalissaan teurastuksen riskivaiheita. Esimerkiksi tainnutuksen jälkeen suoritettavan piston hetkellä mikrobeja voi siirtyä lihaksistoon ja jotkin mikrobit voivat myös siirtyä suoliston läpi, mikäli suolistus viivästyy. Avaus- ja nylkyvaiheessa on riski kontaminaatiolle, johon vaikuttavat käytettävät laitteet, työtavat- ja asenteet. Sialla kalttaus voi vähentää jonkin verran mikrobien määrää. Myöhemmät leikkausvaiheet taas lisäävät ristikontaminaation riskiä. Laitteista, kuljettimista ja käytössä olevista välineistä voi nimittäin siirtyä mikrobeja lihaan. Lisäksi käsistä tai hanskoista voi aiheutua kontaminaatoriskejä, jos riittävästä elintarvikehygieniasta ei pidetä huolta. Lihan säilyvyys perustuu erityisesti juuri alkukontaminaatioon ja säilytyslämpötilaan.

Maksa kohtaa kontaminaatoriskejä teurastus- ja lihankäsittelyvaiheiden jälkeen ennen kuin se päätyy lopputuotteeseen. Maksat kuljetetaan suojattuina kylmäkuljetuksella tilaajayritykselle, jonka jälkeen ne jauhetaan lihanjauhantahuoneessa. Jauhaminen on maksan laadun kannalta merkittävä käsittelyvaihe. Kun lihaa jauhetaan, lihan pinnalla mahdollisesti olevat bakteerit sekoittuvat kaikkialle massaansa. Jauhamisen yhteydessä lihassyöt rikkoutuvat, jolloin bakteereilla on saatavilla paljon ravintoa. Mahdollisia kontaminaatoriskejä ovat puutteellinen puhdistustulos käytettävissä laitteissa tai työvälineissä ja desinfektioainejäämät pinnoilla. Kontaminoitumista hallitaan erilaisin keinoin. (Ruokavirasto, n.d.-b)

3.3.3 Riskienhallinta

Tuoteturvallisuus varmistetaan tuotannon aikana ennaltaehkäisevästi hyvillä hygieniakäytänteillä ja vaara-analyysin ja kriittisten pisteiden valvonnan toteuttamisella. Riskiperusteisen, kokonaisvaltaisen valvonnan ja omavalvonnan kehittämiseksi tarvitaan riskinarviointeja, joiden avulla voidaan käyttää esimerkiksi raja-arvoja yleisesti hyväksytyjen elintarviketurvallisuutta koskevien tavoitteiden saavuttamiseksi. Riskinarviointi käsittelee riskin muodostumista koko elintarvikeketjun ajalta ja sen avulla luodaan lopulta valvontajärjestelmiä ja menettelytapoja riskien vähentämiseksi. (Kauppinen, 2024; Ruokavirasto, n.d.-e)

Riskejä voidaan hallita ennaltaehkäisevästi erilaisilla keinoilla. Prosessissa tarkkaillaan ruhon loppupuhdistusta, jotta lanta, suolen sisältö tai maito ei tahraa ruhoa. Suolistus tehdään ammattilaisen toimesta oikeilla työtavoilla ja käsin leikkaamalla tuoteturvallisuuden ja siistiyden takaamiseksi, Tällä estetään mikrobien päätyminen suolistosta muualle lihaan ja elimiin. Sisäelinten laatu taataan riskienhallinnan avulla eri prosessivaiheissa. Erilaisia hallintakeinoja ovat esimerkiksi puukon vaihto joka ruhon välissä ja välihuuhdelut. Kuljetinten ja laitteiden puhtautta seurataan säännöllisillä pintapuhtausnäytteillä. Elimet jäädytetään nopeasti tavoitelämpötilaan +3 °C ja pakkausvaiheessa tarkistetaan aistinvaraisesti, etteivät ne ole vahingoittuneet prosessin aikana. (Virtuaaliteurastamo, 2022)

Maksojen lämpötilasta on tehtävä erillistä lämpötilaseurantaa, jotta mikrobiologista laatua voidaan hallita. Kun maksat saapuvat toimittajalta, on vastaanottotarkastuksessa tehtävä lämpötilan mittaukset. Toimijan on myös seurattava työvälineiden ja laitteiden puhtautta omavalvonnan mukaisella pintahygieniaseurannalla. Lisäksi työntekijöiden tulee olla elintarviketyöhön koulutettuja ja terveydentilaltaan työhön soveltuvia henkilöitä. Henkilökohtaisesta hygieniasta huolehditaan muun muassa asianmukaisella vaatetuksella ja käsienpesulla ennen tuotantotilaan astumista. Vierasesineriskejä voidaan torjua erilaisin keinoin. Esimerkiksi korut on tuotantotiloissa kielletty ja hiukset sekä parta suojataan. Raaka-aineet ja työvälineet tarkistetaan ennen käyttöä ja mahdollisiin poikkeamiin reagoidaan välittömästi. (Ruokavirasto, n.d.-a)

4 Maksalaatikko

Jauhettua sian ja naudan maksaa käytetään työn tilanneessa yrityksessä maksalaatikkotuotteiden valmistamiseen. Maksalaatikko on suomalainen perinneruoka, jota valmistetaan yleensä jauhetusta maksasta, riisistä ja rusinoista. Laatikkoruoat, joihin myös maksalaatikko lukeutuu, on yksi Suomen suurimmista valmisruokatuoteryhmistä. Valmisruoalla tarkoitetaan kuluttajille valmiiksi tehtyjä aterioita, pääruoka-aineita, lisukkeita, välipaloja ja jälkiruokia. Useimmat valmisruoat on esikypsennetty, joten niiden valmistaminen kotona vaatii vain ruoan lämmittämisen tarjoilulämpötilaan. (Korkeala, 2007, s. 246) Suomalaisen työn liiton vuonna 2015 teettämän tutkimuksen (Suomalaisen työn liitto, 2015) mukaan juuri maksalaatikko oli suomalaisten suosituin valmisruoka kaikissa ikäluokissa.

4.1 Maksalaatikon valmistus ja raaka-aineet

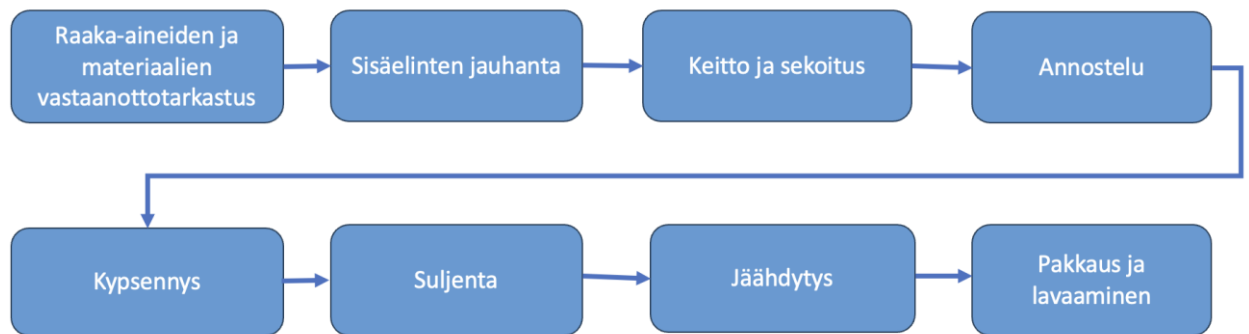
Maksalaatikon valmistaminen tapahtuu teollisuudessa pääosin samalla tavalla kuin kotikeittiössä, valmistusvolyymien ollessa vain huomattavasti suurempi. Kotioloissa valmistettu ruoka ei myöskään säily yhtä pitkään hyvänä kuin tehtaassa valmistettu. Lisäksi tehtaassa ruoan tekeminen on astetta tarkempaa, sillä valmistus tapahtuu tiukasti kirjallisten reseptien ja valmistusohjeiden mukaan tasaisen laadun takaamiseksi. Raaka-aineina voidaan teollisuudessa käyttää lähes kaikkia mahdollisia ruoka-aineita, joita muutenkin käytetään ruoanlaitossa ja elintarviketuotannossa. Teollisen maksalaatikon pääraaka-aineita ovat tyypillisesti riisi, maksa, maito, öljy, siirappi, rusinat ja suola. Maksa on yleensä peräisin siasta, naudasta tai broilerista. (Saarela, ym., 2010, ss. 140–142; Fineli, n.d.)

Säilyvyysaikojen ollessa valmisruoan kohdalla pitkiä, on tärkeää, että helposti pilaantuvat raaka-aineet ovat laadukkaita ja tuoreita. Elintarvikealan toimijan on huolehdittava raaka-aineiden laadusta ja niiden riittävän nopeasta kierrosta tuotantoketjussa. Raaka-aineiden käytössä on huomioitava parasta ennen -päivämäärän noudattaminen. Jos toimija haluaa poiketa siitä käyttämällä päivämäärän ylittäneitä raaka-aineita lopputuotteen valmistuksessa tai muuten poiketa raaka-aineen valmistajan asettamista käyttöohjeista, on toimijan pystyttävä osoittamaan valvontaviranomaisille, että raaka-aine ja lopputuote ovat edelleen moitteettomassa kunnossa. Tällaisessa tilanteessa on tarpeellista tehdä erilaisia selvityksiä, kuten elintarvikkeen aistinvaraisia arviointeja ja mikrobiologisia tutkimuksia. (Matilainen, n.d.)

4.2 Prosessikuvaus

Tuotteiden valmistus elintarviketehtaassa on monivaiheinen prosessi, joka koostuu erilaisista osista. Toimijan on tunnistettava valmistuksen osaprosessit, sekä niissä raaka-aineisiin ja tuotantoprosessiin liittyvät vaarat. Maksalaatikon tuotantoprosessi on määritetty yrityksen luottamukselliseksi tiedoksi, jonka takia tarkemmat kuvaukset ja yksityiskohdat prosessista ovat luettavissa ainoastaan työn tilaajalle jäävästä versiosta. Osiossa kuvataan laatikkoruokiin kuuluvan maksalaatikon valmistusprosessi yleisellä tasolla. Prosessin keskeisimmät vaiheet on esitetty vuokaaviossa (kuva 1).

Kuva 1. Maksalaatikon prosessikaavio



Laatikkoruokien valmistusprosessi alkaa raaka-aineiden ja materiaalien vastaanottotarkistuksilla (kuva 1). Raaka-aineiden laatu ja turvallisuus taataan muun muassa luotettavalla raaka-ainetoimittajalla. Vastaanottotarkistus tehdään kohdennetusti tiedossa olevien vaarojen mukaan. Raaka-aine tai pakkausmateriaali tarkistetaan katsomalla vähintään, että pakkaus on ehjä, määrä oikea ja että pakkausmerkinnät ovat oikeat. Mikrobiologisia vaaroja ei kuitenkaan välttämättä raaka-aineista vastaanoton yhteydessä vielä nähdä, mutta esimerkiksi lämpötilan hallinnalla ja mittauksella voidaan hallita mikrobiologisia riskejä. Raaka-aineen jalostusaste vaikuttaa merkittävästi vaarojen todennäköisyyksiin. Esimerkiksi kuivatuissa tuotteissa mikrobien kasvu on estetty. Toimija voi halutessaan tutkia raaka-aineiden laatua ja säilyvyyttä tarkemmin mikrobiologisten menetelmien avulla. Vastaanoton jälkeen raaka-aineet ja materiaalit siirretään suojattuina niille tarkoitettuihin varastointitiloihin. (ETL, 2006b, s. 22)

Raaka-aineiden vastaanoton jälkeen prosessissa edetään lihojen ja sisäelinten esikäsitteilyyn. Lihat ja sisäelimet valmistellaan sekoitusta varten jauhamalla ne lihanjauhantamyllillä. Mitä enemmän prosessissa on erilaisia vaiheita ja käsin tehtyä työtä, sitä suurempi riski on, että esimerkiksi työntekijöistä siirtyy mikrobeja tuotteeseen tai raaka-aineeseen. Lisäksi monimutkaiset laitteet voivat olla hankalia puhdistaa, mikä altistaa mikrobien kasvulle tuotantopinnoilla. Tuoteturvallisuudesta pidetään huolta muun muassa hyvällä tuotantohygienialla, oikeanlaisilla puhdistustoimilla ja työntekijöiden koulutuksella. (ETL, 2006a, s. 8)

Lihojen esikäsitteilyn lisäksi maksalaatikkoon tulevat riisit pitää keittää ja massa sekoittaa. Sekoitusvaiheessa lisätään myös muut mahdolliset ainesosat. Kun massat on sekoitettu reseptien mukaisesti, annostellaan ne vuokiin ja kypsennetään uunissa. Kuumentaminen on

valmisruokaprosesseissa yleinen kriittinen hallintapiste, jota hallitaan kriittisten rajojen avulla mittaamalla lämpötilaa kypsennyksen jälkeen. Kypsennys tuhoaa bakteereita ja lämpötilan mittauksella varmistetaan, että tuote on saavuttanut kauttaaltaan lämpötilan, jossa mikrobit tuhoutuvat. Valmisruokateollisuudessa käytetyt lämpökäsittelyt ovat yleensä pastörintikäsittelyjä, joissa tuotteen sisälämpötila saavuttaa noin 60–90 °C lämpötilan. Käsittelyt tuhoavat valtaosan mikrobeista, mutta eivät aina bakteeri-itiöitä. Paistokäsittelyssä lämpö siirtyy laatikkoruokaan säteilemällä ja kypsennyksen jälkeen tuotteen lämpötila on yleensä 80–100 °C. (ETL, 2006a, s. 11; Korkeala, 2007, ss. 247–248)

Kypsennetyt tuotteen mikrobiologiset vaarat ovat erilaiset kuin raa'an tuotteen. Kypsennys tuhoaa mikrobit, mutta lopputuote on vaarassa altistua jälkikontaminaatiolle. Jälkikontaminaatio voi tapahtua ihmisen välityksellä tai koneiden ja laitteiden välityksellä. Vaaroja hallitaan muun muassa työskentelyhygienialla ja tilojen ja työvälineiden puhdistusohjelmilla. (ETL, 2006a, ss. 7–9) Kypsennyksen jälkeen vuoat suljetaan kansilla ja jäähdytetään nopeasti. Jäähdytys tapahtuu yleensä kylmän ilmavirran avulla, jota johdetaan tuotteeseen kuljettamalla sitä jäähdytystunnelissa. Kylmän ilmavirran jäähdytysteho on huomattavasti tehokkaampaa kuin pelkän kylmän ilman. Prosessin lopuksi tuotteet pakataan kuljetuslaatikoihin ja lavataan kuljetusta varten. Tuoteturvallisuus taataan pakkauksella, hygieenisellä käsittelyllä ja katkeamattomalla kylmäketjulla. Katkeamaton kylmäketju tarkoittaa sitä, että tuotteen lämpötila ei ylitä +8°C matkallaan tehtaalta asiakkaalle asti. Lämpökäsitellyissä tuotteissa ongelman muodostavat itiölliset bakteerit, jotka voivat geminoitua ja lähteä kasvamaan tuotteissa erityisesti kylmäketjun katketessa. (Saarela ym., 2010, s. 159; Korkeala, 2007, ss. 247–248)

5 Elintarvikkeen säilyvyyden tutkiminen

Elintarvikkeen säilyvyysajalla tarkoitetaan elintarvikevalmistajan tuotteelle määrittämää aikaa, jolla elintarvikkeet täyttävät mikrobiologiset, kemialliset ja aistinvaraiset vaatimukset myyntiajan loppuun asti. Elintarvikkeen säilyvyys määräytyy ensisijaisesti mikrobiologisten parametrien perusteella, vaikkakin tuotteen laadussa voi tapahtua aistinvaraisesti havaittavia muutoksia ennen kuin mikrobiologiset raja-arvot ylittyvät. (Euroopan komissio, 1999)

5.1 Toimijan vastuut

Lainsäädäntö edellyttää mikrobiologisia säilyvyystutkimuksia sellaisenaan syötävissä tuotteissa. Lisäksi tutkimuksia tulee tehdä, jos tuotteen säilyvyydestä ei ole tarpeeksi näyttöä

esimerkiksi uusien tuotteiden kohdalla sekä, jos tuote, sen valmistustapa tai pakkaustapa muuttuu oleellisesti vaikuttaen samalla negatiivisesti tuotteen säilyvyyteen. Tutkimus kohdistetaan niihin mikrobeihin, jotka yleensä pilaavat kyseistä elintarviketta. Komission asettaman mikrobikriteeriasetuksen mukaan elintarvikealan toimijan on varmistettava tuotteiden täyttävän niille asetetut mikrobiologiset vaatimukset. Lisäksi on varmistettava raaka-aineiden ja elintarvikkeiden käsittelyn ja jalostuksen toteutuvan valvonnan alla niin, että prosessin hygieniavaatimukset täyttyvät. Prosessin hygieniavaatimuksella tarkoitetaan vaatimusta, joka osoittaa tuotantoprosessin hyväksyttävän toimivuuden, eikä sitä sovelleta markkinoille saatettuihin tuotteisiin. Siinä on asetettu kontaminaatioarvo, jonka ylittäessä toimijan tulee ryhtyä toimenpiteisiin, jotta tuotteiden hygieniataso pysyy lainsäädännön mukaisena. Asetus ei kuitenkaan ole kovin kattava, eikä siinä esimerkiksi suoraan säädetä sisäelinten mikrobiologisista vaatimuksista. Toimijan tulee itse selvittää, kuuluuko valmistettu tuote mikrobikriteeriasetuksessa annettujen vaatimusten piiriin. (Ruokavirasto, n.d.-a; Mikrobikriteeriasetus 2073/2005)

Mitään mikrobia ei saisi esiintyä tuotteessa niin, että se aiheuttaa kuluttajille vaaraa. Mikrobikriteeriasetuksen lisäksi toimijan onkin aiheellista tehdä myös muita elintarvikkeiden laatuun tai turvallisuuteen liittyviä tutkimuksia. Elintarvikelain 297/2021 mukaan elintarvikealan toimijalla on oltava järjestelmä, jonka avulla tunnistetaan ja hallitaan toimintaan liittyviä vaaroja ja varmistetaan tuotteiden ja yrityksen toiminnan noudattavan elintarvikelainsäädännön vaatimuksia. Elintarvikkeiden laatuun liittyvät tutkimukset ovat yrityksen omalla vastuulla. Laatuun liittyviä mikrobiologisia määrityksiä ovat esimerkiksi aerobisten mikrobien kokonaismäärä, enterobakteerit, hiivat ja homeet. Raaka-aineen laadunseuranta on yksi mahdollinen laatuun liittyvä tutkimus. Jos kyseisen tuotteen prosessihygienian raja-arvoista ei säädetä mikrobikriteeriasetuksessa, tulee toimijan määrittää raja-arvot itse. Apuna voidaan käyttää yrityksen tekemiä kartoitustutkimuksia tai Elintarviketeollisuusliiton (ETL) antamia mikrobiologisia ohjausarvoja. (Ruokavirasto, n.d.-a)

5.2 Säilyvyyskokeen suunnittelu

Elintarvikkeiden säilyvyyskokeet koostuvat yleensä mikrobiologisista tutkimuksista, joita täydennetään aistinvaraisilla menetelmillä. Säilyvyyskokeissa on mahdollista käyttää myös matemaattisia ennustemalleja säilyvyysaikojen suunnittelussa. Säilyvyyskoetta varten kerättyjen näytteiden tulee edustaa todellisia tuotanto-olosuhteita, joissa raaka-ainetta tavallisestikin käsitellään. Näytteet tulee kerätä eri päivinä ja näytteiden säilytyksessä tulee huomioida lämpötilat. Tutkimusta suunniteltaessa huomioidaan pakkaustapa, tuotanto- ja

varastointiolosuhteet, kontaminaatiomahdollisuudet sekä suunniteltu myyntiaika. Kokeen suunnittelu alkaa raaka-aineen ja prosessin ymmärtämisellä. Apuna voidaan käyttää aiempia tutkimuksia ja kertynyttä dataa. (Kauppila, 2024)

Tutkimusten tuloksilla on tarkoitus osoittaa, etteivät tuotteen ominaisuudet ole suotuisat mikrobin kasvulle ja tutkittaviksi valitaan ne mikrobit, jotka tyypillisesti pilaavat kyseistä elintarviketta. Lisäksi voidaan valita tutkittavaksi elintarvikkeessa mahdollisesti esiintyviä ruokamyrkytysbakteereita. Säilyvyyskokeet tehdään useammasta erästä ja rinnakkaisnäytteillä, jotta saadaan selville valmistuserien sisäistä vaihtelua sekä erien välistä vaihtelua. Osanäytteet otetaan sattumanvaraisesti tutkittavasta erästä niin, että jokainen osanäyte otetaan eri puolilta erää. Kerättävän osanäytteen määrään vaikuttaa näytteille suunnitellut analyysit. Näytteen koosta tulee sopia tutkivan laboratorion kanssa erikseen. Tutkittavat aikapisteet valitaan esimerkiksi tuotteen valmistuksen jälkeen, viimeisenä käyttöpäivänä ja viimeisen käyttöpäivän jälkeen. Mikrobiologisiin säilyvyystutkimuksiin tulee tarvittaessa sisältyä tutkimuksia tuotteen tai raaka-aineen ominaisuuksista, kuten esimerkiksi happamuudesta pH, vesiaktiivisuudesta a_w tai suolapitoisuudesta. Mikrobiologisiin tutkimuksiin liittyy aina mittauserävarmuus, joka voi vaikuttaa tutkimustuloksiin. (Ruokavirasto, n.d.-a; Ruokavirasto, n.d.-h)

5.3 Mikrobit raaka-aineen laatumittareina

Lihatuotteille ominaisten mikrobin seuranta ja tutkiminen ovat keskeisiä asioita säilyvyysaikojen määrittämisessä ja elintarviketurvallisuuden vaarojen tunnistamisessa. Säilyvyyskokeissa lihasta ja siitä saatavista tuotteista voidaan tutkia eri mikrobin määrät riippuen siitä, mitä säilyvyyskokeilla halutaan saavuttaa. Aerobit ja enterobakteerit toimivat hyvinä indikaattoribakteereina arvioitaessa elintarvikkeen laatua ja säilyvyyttä. Aerobeilla eli aerobisilla mikro-organismeilla tarkoitetaan yleensä kokonaisbakteereja. Kokonaisbakteerit kuvaavat elintarvikkeissa tai niiden kanssa kosketuksissa olevilla pinnoilla esiintyvää bakteerien lukumäärää ja lukema sisältää vain niitä bakteereja, jotka kykenevät lisääntymään hapellisissa olosuhteissa. Ne voivat olla ruokaa pilaavia tai ruokamyrkytyksiä aiheuttavia bakteereja. Ruoan pilaantuessa aerobien lukumäärä tuotteessa nousee. (Kauppila, 2024; Ruokavirasto, n.d.-h)

Enterobacteriaceae-heimon bakteerit eli enterobakteerit ovat yksi haastavista lihaa ja elintarvikkeita kontaminoivista bakteeriryhmistä. Ne ovat gram-negatiivisia, fakultatiivisesti anaerobisia sauvoja. Ryhmään kuuluu muun muassa *Salmonella*, *Schigella*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* ja *Yersinia*, jotka ovat yleisiä ruokamyrkytyksiä aiheuttavia mikrobeita.

Patogeenisten lajien lisäksi enterobakteereihin kuuluu ympäristöstä riippuvaisia lajeja, joita esiintyy tuotantoympäristössä myös ilman terveysvaaraa. Enterobakteereja käytetään elintarvikealalla laajasti indikaattoribakteereina hygienian ja säilyvyyden arvioinnissa. (Willey ym., 2008, ss. 558–559)

Kolmas merkittävä bakteeriryhmä on sulfiittia pelkistävät klostridit, jotka ovat aiheellisia tutkia säilyvyyskokeissa. Klostridit eli Clostridium-bakteerit ovat anaerobisia, gram-positiivisia ja sauvanmuotoisia bakteereita, joita esiintyy esimerkiksi maaperässä ja vesistöissä, sekä eläinten ruoansulatuskanavissa. Clostridium-sukuun kuuluu 35 taudinaiheuttajalajia, jotka tuottavat toksineja. Ne tunnetaan patogeenisina mikro-organismeina, joista *Clostridium perfringens* on tunnetuin taudinaiheuttaja. *C. perfringens* tuottaa yli viittätoista erilaista toksiniä. *C. perfringensin* optimi kasvulämpötila on korkea n. 43–45 °C ja se on yksi maailman nopeimmin jakautuvista bakteereista. Matalia lämpötiloja se taas kestää huonommin, joten kylmäsäilytyksellä voidaan tehokkaasti rajoittaa sen kasvua. Vaikka se on anaerobinen bakteeri, voi matala hapetuspelkistyspotentiaali mahdollistaa *C. perfringensin* kasvun joissakin tuotteissa. Esimerkiksi lihassa ja elimissä voi esiintyä tällaisia lievää hapensietokykyä edistäviä pelkistäviä tekijöitä. Se hajottaa erilaisia sokereita ja proteiineja, jonka takia se on aineenvaihdunnaltaan hyvin aktiivinen ja tuottaa elintarvikkeisiin aistinvaraista laatua heikentäviä yhdisteitä. Se kasvaakin hyvin lihassa ja muissa proteiinipitoisissa tuotteissa, koska se tarvitsee aineenvaihduntaansa erilaisia aminohappoja. (Korkeala, 2007, ss. 47–49)

Clostridium botulinum taas tuottaa lisääntyessään botulinumneurotoksiinia, joka aiheuttaa ihmiselle botulismiksi kutsutun hengenvaarallisen taudin. Vain muutama nanogramma toksiniä riittää aiheuttamaan vakavan sairastumisen. Tällainen määrä voi olla 0,1 g:ssa ruokaa, jos *C. botulinum* on lisääntynyt siinä runsaasti. (Evira, 2010, ss. 37–42) Vaikka *C. botulinum* on ehdottoman anaerobinen ja sitä esiintyy yleensä enemmän säilykkeissä ja tyhjiöpakatuissa tuotteissa, voi pakkaamattomiinkin elintarvikkeisiin syntyä hapettomia taskuja, joissa mikrobi voi kasvaa ja tuottaa neurotoksiineja. Sen aiheuttaman ruokamyrkytyksen edellytyksenä on, että elintarvike on saastunut bakteerin itiöillä, elintarvikkeen käsittely ei ole tuhonnut itiötä, elintarvikkeen säilytys on mahdollistanut bakteerien lisääntymisen ja toksiinien tuotannon ja lisäksi elintarvike on nautittu ilman kuumentamista, jolloin toksinit ovat säilyneet aktiivisina. *C. botulinumia* tavataan yleisesti eri elintarvikkeissa ja sikojen suolistoissa sitä esiintyy Suomessa noin 3 %. (Korkeala, 2007, ss. 44–45)

Elintarvikkeissa hiivat ja homeet kuvaavat myös näytteen hygieenistä laatua ja säilyvyyttä. Homeet kasvavat rihmastoina ja lisääntyvät rihmaston kappaleiden ja itiöiden avulla. Hapen läsnäolo on ehdoton edellytys homeiden kasvulle, jonka vuoksi niitä kasvaa elintarvikkeiden pinnoilla. Osa homeista tuottaa aineenvaihdunnassaan homemyrkyjä eli mykotoksiineja. Homeet kasvavat hyvin 20–40 °C lämpötilassa ja niiden itiöt tuhoutuvat 70–80 °C lämpötilassa. Ne menestyvät myös kuivien elintarvikkeiden pinnalla ja happamissa elintarvikkeissa, koska niiden suotuisin pH-alue on 3–5. Hiivat taas ovat yksisoluisia mikrobeja, jotka pääasiassa lisääntyvät kuroutumalla tai kahtia jakautumalla. Hiivoja kasvaa yleensä sokeripitoisissa tuotteissa, koska ne käyttävät lisääntymiseen sokeria. Hiivojen optimikasvulämpötila on 20–45 °C ja yli 45 °C lämpötilassa hiivasolut alkavat tuhoutua. Ne tarvitsevat kosteamman kasvuympäristön kuin homeet ja optimi pH arvo on 5. Ne kykenevät lisääntymään myös pH alueella 3–8. (Mäki & Kunnas, 2020, s. 5)

5.4 Raja-arvot ja ohjeistukset

Tietyille elintarvikkeille löytyy tutkimusohjeet ja ohjearvot mikrobikriteeriasetuksesta, mutta sen ulkopuolelle jää monia elintarvikkeita. ETL on laatinut elintarvikealan toimijoiden ja laboratorioiden avuksi suosituksen, jossa on elintarvikkeille mikrobiologisia ohjausarvoja viimeisenä käyttöajankohtana tai parasta ennen päivänä. Tyypillisesti lopputuotteelle tehdään erilaisia tutkimuksia kuin raaka-aine komponentille. Raaka-aineena käytetyille maksalle voidaan käyttää mikrobiologisen laadun arvioinnissa ETL:n suosituksia (Taulukko 1). Mikrobiologisten analyysien tulosten tulkinnassa on huomioitava tutkittavana olevien osanäytteiden määrä. Osanäytteiden määrä on suositusten mukaan vähintään kolme. Riskinarviointiin perustuen voidaan käyttää muitakin määriä. (ETL, 2022, ss. 4–5)

Taulukko 1. Mikrobien raja-arvot (Mukaiillen ETL, 2022, ss. 4–5).

	m (cfu/g)	M (cfu/g)
Tutkittava mikrobi	hyvä	huono
Aerobit	100 000	1 000 000
Enterobakteerit	100	500
Klostridit	10	100
Hiivat	1000	10 000
Homeet	1000	10 000
pH	6	

Taulukossa 1 on käytetty yksikköä cfu/g. Se tarkoittaa pesäkkeiden määrää grammaa kohden (colony forming unit per gram). Pieni m-kirjain vastaa taulukossa hyvää tulosta ja iso m-kirjain huonoa tulosta. Hyvän tuloksen rajana esimerkiksi aerobien kohdalla on täten 100 000 cfu/g ja huonon tuloksen tuottaa yli 1 000 000 cfu/g. Hyvien ja huonojen raja-arvojen välille jää kohtalaiset tulokset, jotka eivät kuitenkaan vastaa täysin tavoitetta ja toimenpiteisiin voidaan joutua ryhtymään. Eri mikrobeille on erilaiset raja-arvot ja ne riippuvat tutkittavasta tuotteesta. Happamuuden tavoitearvoksi on asetettu taulukossa pH-arvo 6.

5.5 Aistinvarainen arviointi säilyvyyskokeissa

Säilyvyystutkimuksissa tulee aina huomioida aistinvarainen laatu. Tuotteessa voi tapahtua aistinvaraisia muutoksia, vaikka se olisi vielä mikrobiologiselta laadultaan hyväksyttävä. Toisin sanoen maksanäyte voi olla mikrobiologisesti raja-arvojen sisällä, mutta sen aistinvaraiset ominaisuudet voivat olla kärsineitä niin, ettei raaka-aine ole enää sen takia käytettävissä lopputuotteen valmistuksessa. Aistinvaraisen tutkimuksen on tarkoitus täydentää mikrobiologisten analyysien tuloksia. (Euroopan komissio, 1999, s. 28)

Aistinvarainen tutkimus määritellään tieteelliseksi menetelmäksi, jolla mitataan, analysoidaan ja tulkitaan aistien välityksellä syntyviä vasteita, joita saadaan tutkittavasta elintarvikkeesta. Arvioinnissa käytetään kaikkia aisteja eli makua, näköä, hajua, tuntoa ja kuuloa. Riippuu hieman elintarvikkeesta, mitkä aistit ovat arvioinnissa kaikista merkityksellisimpiä. Kun tutkittavana tuotteena oli maksalaatikko, ei esimerkiksi kuulolla ole välttämättä niin isoa roolia arvioinnissa kuin flavorilla, hajulla, näöllä ja tuntoaistilla. Raaka-ainasta maksasta taas ei tutkita makua ollenkaan. (Tuorila & Appelbye, 2005, ss. 19–20)

Elintarvikkeiden laadun tarkkailussa pitäisi pyrkiä varmistumaan siitä, että tuote vastaa sille asetettuja laatuvaatimuksia tai -tavoitteita. Aistittava laatu on tärkeä osa elintarvikkeiden hyväksyttävyyttä, eikä sitä voida korvata fysikaalis- kemiallisilla menetelmillä.

Laaduntarkkailun tavoitteena on varmistua siitä, että raaka-aine, muu tuotantovaiheen näyte ja valmis tuote vastaavat niille asetettuja tavoitteita. Asiantuntijoiden arvioinnit ovat käyttökelpoisia esimerkiksi raaka-aineiden laatuun liittyvässä luokittelussa. ISO-standardissa 8586–2 asiantuntija arvioija määritellään arvioijaksi, jolla on erinomaiset aistit, kokemusta aistinvaraisista tutkimusmenetelmistä ja jonka tulokset ovat toistettavia. Pelkästään pitkä kokemus ei vielä takaa asiantuntijuutta, vaan tämä edellyttää hyvää menetelmätuntemusta ja taitoa tuottaa toistettavia tuloksia. (Tuorila & Appelbye, 2005, ss. 119–125)

Aistinvaraisen laadun mittaamiseen käytetään erilaisia menetelmiä. Yksi yleisimmistä menetelmistä aistinvaraisissa mittauksissa on luokka-asteikkojen käyttö. Luokka-asteikot ovat olleet käytössä hyvin pitkään ja ne ovat sopiva tapa arvioida näytteen ominaisuuksien voimakkuutta. Luokka-asteikkoon asetetaan numeraaliset arvot, jotka rajoittavat arvioijan vaihtoehtoja esimerkiksi graafiseen jana-asteikkoon verrattuna. Yleensä käytetään 3-, 5- tai 9-portaista asteikkoa, jotta luokat olisivat arvioijalle selkeästi hahmotettavissa. Joissakin tapauksissa tarvitaan laajempi kuin 3-portainen asteikko, jotta tuloksista ei tule liian suppeita. Monet arvioijat nimittäin karttavat asteikkojen ääripäitä. Luokka-asteikon määrittämisessä onkin otettava huomioon arvioitava tuote ja arvioijaraadin harjaantuneisuus. Luokka-asteikoissa voidaan käyttää myös sanallisia ankkureita eri numeroille. Tällöin kyseessä on sanallisesti strukturoitu numeerinen asteikko. Luokka-asteikolla mitattuja tuloksia voidaan soveltaa laskemalla niistä muun muassa keskiarvoja, keskihajontoja ja vaihteluväliä. (Tuorila & Appelbye, 2005, ss. 62–63)

6 Menetelmät

Opinnäytetyöhön hyödynnettiin erilaisia kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Kuten tyypillisesti säilyvyyskokeissa, opinnäytetyössä hyödynnettiin sekä mikrobiologisia analyysejä, että aistinvaraista arviointia säilyvyysaikojen selvittämiseksi. Mikrobiologisissa analyyseissä laboratorio ilmoitti näytteiden sisältämät mikrobimäärät opinnäytetyön tekijälle, joista tulkittiin, ovatko ne olleet raja-arvojen mukaisia. Lisäksi laboratorio tutki jauhetuista maksanäytteistä niiden aistinvaraisen laadun. Aistittava laatu tarkistettiin myös maksalaatikoista, joihin oli käytetty eri-ikäisiä maksaeriä. Aistinvaraisissa tutkimuksissa käytettiin numeraalisia luokka-asteikkoja, jotka oli sanallisesti ankkuroitu. Lisäksi huomioita sai esittää kirjallisesti, jolloin työhön saatiin arvioijilta myös kvalitatiivista dataa.

6.1 Mikrobiologiset analyysit

Säilyvyyskoe toteutettiin vuoden 2024 syksyn aikana lähettämällä jauhettuja sian ja naudan maksanäytteitä erilliseen laboratorioon. Näytteitä otettiin tuotannosta viikkojen 38, 39 ja 40 aikana. Maksanäytteistä valittiin tutkittavaksi laboratoriossa aerobit, enterobakteerit, hiivat, homeet, sulfiittia pelkistävät klostridit ja pH. Tutkittavat mikrobit ja näytemäärät sovitettiin laboratorion kanssa erikseen. Tutkimukset tehtiin useammasta erästä ja rinnakkaisnäytteillä, jotta saatiin tietoa valmistuserien sisäisestä vaihtelusta ja erien välisestä vaihtelusta. Tutkimuksen suunnittelussa otettiin huomioon tuotanto- ja varastointiolosuhteet, kontaminaatiomahdollisuudet ja raaka-aineen suunniteltu käyttöaika.

Sian maksasta tutkittiin joka kerralla kolme eri aikapistettä kolmella rinnakkaisnäytteellä eli näytteitä lähetettiin laboratorioon yhdeksän pussia kerralla. Kun tutkittavia tuotantoeriä oli kolme, saatiin sian maksanäytteiden kokonaismääräksi yhteensä 27 näytepussia. Tutkittavat aikapisteet valittiin käytetyn säilyvyysajan molemmin puolin. Tällä hetkellä yrityksen käyttämä säilyvyysaika on salattu tieto. Aikapisteiden valintaan vaikutti se, ettei näytteitä voitu lähettää koskaan perjantaisin, koska niiden täytyi ehtiä laboratorioon säilytykseen ajoissa ennen viikonloppua. Aikapisteiden valintaan vaikutti oleellisesti myös toimittajan elin maksalle käyttämä säilyvyysaika, joka on aikoinaan todennettu säilyvyyskokeilla. Tutkittavat aikapisteet ilmoitettiin laboratoriolle etukäteen näyteläheteillä. Kiinnostuksen kohteena olivat tietyt aikapisteet ennen viimeistä käyttöpäivää ja tietyt aikapisteet viimeisen käyttöpäivän jälkeen. Viikolla 38 otettiin ensimmäiset sian maksanäytteet. Tutkittaviksi aikapisteiksi oli määritetty tb, td ja tf. Viikolla 39 otettiin toiset näytteet ja niistä tutkittavat aikapisteet olivat samat tb, td ja tf. Kolmas näytteidenottokerta suoritettiin viikolla 40, jolloin tutkittavat aikapisteet olivat ta, tc ja te. Aikapisteitä muutettiin aiempien tuloksien vuoksi, koska suurten mikrobiylitysten takia aikapistettä tf olisi ollut kannattamatonta enää tutkia kolmatta kertaa.

Naudan maksasta tutkittujen aikapisteiden määrä oli kaksi, joten näytteiden kokonaismääräksi saatiin 18 näytepussia, kun kerralla otettiin kuusi näytettä ja tutkittavia tuotantoeriä oli kolme. Tutkittavien aikapisteiden määrä oli naudan kohdalla vähäisempi sen tilauspäivien vuoksi, koska aikapisteitä osui aina viikonlopulle, jolloin laboratoriossa ei olisi voitu tutkia tuloksia. Aikapisteiden valinnassa käytettiin muuten samanlaisia perusteita kuin sian maksan kohdalla. Viikolla 38 otettiin näytteet ensimmäisestä tuotantoerästä. Tutkittavat aikapisteet olivat tb ja tf. Viikolla 39 otettiin näytteet toisesta tuotantoerästä ja tutkittavat aikapisteet olivat jälleen tb ja tf. Viikolla 40 otettiin vielä näytteet kolmannelta tuotantoerästä ja tutkittavat aikapisteet olivat tc ja te. Aikapisteitä muutettiin aiemmin saatujen, hyvien tulosten takia, sekä viikoittain vaihtuvien tilauspäivien ja tutkimuksen aikataulun takia.

Näytteet otettiin eristä, jotka olivat menossa suoraan tuotannon käyttöön maksalaatikon valmistusta varten. Yhteen pussiin kerättiin aina laboratorion ohjeistuksen mukaisesti 200–500 grammaa raaka-ainetta. Näytteenotossa huomioitiin mahdolliset kontaminaatoriskit, joita olisivat olleet näytteidenottovälineistä johtuva kontaminaatio, näytteenottajasta johtuva kontaminaatio tai muu mahdollinen ulkopuolinen kontaminaatio, kuten pesuaine- tai tuotejäämä maksa-altaassa tai huoneessa oleva ilma. Lisäksi mahdollisena riskinä olisi esimerkiksi ollut näytteiden pilaantuminen kuljetuksen aikana. Maksa-altaat, kuljetusvaunut, lihanjauhanta mylly ja sen osat tarkistetaan tuotannossa aina ennen käyttöönottoa. Tarkistukset suorittaa koulutettu tuotannon työntekijä. Lisäksi näytteidenottaja osallistui tarkastuksiin näytteidenottopäivinä.

Näytteidenottaja ja samalla tämän opinnäytetyön tekijä on yrityksen puolesta koulutettu tuotantonäytteiden ottamista varten, minkä lisäksi näytteidenottovälineistä huolehdittiin asianmukaisesti. Hanskoja vaihdettiin näytteidenoton aikana usein ja näytepusseja avattiin ja suljettiin mahdollisimman nopeasti heti näytteenoton jälkeen. Pusseihin merkittiin maksan punnituserätiedot, teurastuspäivä, jauhantapäivä ja suunniteltu tutkimuspäivä laboratoriossa. Näytteenottoon käytetty kauha pestiin ennen ja jälkeen näytteenoton. Näyte otettiin ainoastaan aistinvaraisesti hyvälaatuisesta erästä, jota käytettiin muutenkin tuotannossa ja näytettä pyrittiin keräämään eri kohdista allasta. Näytteitä suojattiin laittamalla kaksinkertaiseen suojaussiin ja kuljetuksen ajaksi niille laitettiin styrokso- ja kylmäkalleja, jotta ne pysyivät varmasti matkan ajan viileinä. Kuljetus tapahtui tämän lisäksi kylmäkuljetuksena.

6.2 Aistinvarainen arviointi

Opinnäytetyössä suoritettiin aistinvaraiset arvioinnit kaikille laboratorioon lähetetyille maksanäytteille ja neljälle maksalaatikkoerälle, joista tutkittiin maksan käyttöön vaikuttava lopputuotteeseen. Jauhettujen maksanäytteiden ja valmiiden lopputuotteiden aistinvaraiset arvioinnit erosivat toisistaan. Jauhetut maksanäytteet tutki laboratorion henkilökunta kolmiportaisella asteikolla, kun taas valmiit tuotteet arvioitiin tehtaan toimihenkilöiden ja tuotekehitysryhmän kesken viisiportaisella asteikolla. Myös arvioitavat ominaisuudet poikkesivat raaka-aineen ja lopputuotteen välillä hieman toisistaan.

Mikrobiologisiin analyysiin lähetetyille jauhetuille maksanäytteille suoritettiin laboratoriossa aistinvaraiset arvioinnit niissä samoissa suunnitelluissa aikapisteissä, joissa myös mikrobiologiset analyysit tehtiin. Maksanäytteistä arvioitiin aistinvaraisesti haju ja ulkonäkö. Raaka-ainasta maksasta ei tutkittu makua. Käytössä oli laboratorion oma arviointiasteikko 1–3, josta tulos 3 vastaa aistinvaraisesti virheetöntä näytettä, tuloksessa 2 on joku poikkeama ja tulos 1 vastaa huonoa tulosta. Jos näyte saa tuloksen 1, se on selvästi pilaantunut ja tuloksen 2 voi tuottaa esimerkiksi näytteessä oleva värivirhe. Virheet kirjataan erikseen (Taulukko 2). Asteikko on suunniteltu vastaamaan raaka-aineen laadun arviointia ja se tuottaa selkeitä, yksinkertaistettuja tuloksia. Laboratorion henkilöstö voidaan katsoa asiantuntijaraadiksi ja kyseinen asteikko ja arviointimenettely ovat heille vakiintuneita. Laboratorio kirjasi tulokset samaan taulukkoon kuin mikrobiologisten analyysien tulokset, josta opinnäytetyöntekijä pääsi kokoamaan ne yhteen.

Taulukko 2. Maksanäytteille käytetty arviointiasteikko 1–3.

Hylätty	1
Lievä virhe	2
Virheetön	3

Tehtaassa suoritetuissa maksalaatikoiden aistinvaraisissa arvioinneissa oltiin kiinnostuneita, huomaako lopputuotteista aistinvaraisesti, onko niissä käytetty tuoretta tai vanhempaa maksaerää. Tutkimus toteutettiin jäljittämällä maksalaatikkoerät, joista tuotteisiin aa ja ad on käytetty tuoretta maksaa ja tuotteisiin ab ja ac viimeisen käyttöpäivän maksaa. Tuotteet on valmistettu samalla reseptillä ja niitä kaikkia kerättiin talteen 8 rasiaa maistelua varten. Tuotteet aa ja ab kerättiin normaalista tuoteajosta pakkausvaiheessa viikolla 39. Osan rasioista maistelivat tuotekehitys ja osan toimeksiantajayrityksen toimihenkilöt ja opinnäytetyöntekijä. Maistelut toteutettiin maksalaatikoiden ollessa vielä melko tuoreita ja uudestaan viimeisen käyttöpäivän aikoihin. Koeasetelma toistettiin viikolla 41 ottamalla tuotteiden ac ja ad tuoteajoista näytteet. Tuotteiden valmistuspäivissä on kahden päivän verran eroa, koska ei saatu toteutettua samana päivänä sellaista tilannetta, että tuotannossa olevissa tuotteissa olisi ollut käytössä niin eri ikäisiä maksaeriä. Tulosten tulkinnassa on huomioitava, etteivät tuotteet ole siis täysin vertailukelpoisia keskenään, koska esimerkiksi uunin säädöissä on voinut olla eroavaisuuksia eri valmistuspäivinä.

Näytteet kerättiin suoraan tuotannosta jäähdytysvaiheen jälkeen. Maistelu toteutettiin tehtaassa muutamalle toimihenkilölle, jotka työskentelevät tuotteita valmistavalla osastolla ja ovat tietoisia laatuksista. Lisäksi tuotenäytteitä lähetettiin laatikkoruokien tuotekehitysryhmälle, joka teki tuotteille maistelut viimeisen käyttöpäivän aikoihin. Maisteluissa avattiin tuotteiden rasiat ja tuotteiden ulkonäkö tarkistettiin ennen lämmittämistä ja lämmittämisen jälkeen. Makutesti tehtiin vasta lämmittämisen jälkeen. Tutkimuksissa arvioitiin tuotteen rakennetta, ulkonäköä, makua ja hajua. Lisäksi kirjattiin ylös mahdolliset huomiot. Arviointiin käytettiin numeerista luokka-asteikkoa, jossa arvosanoille oli annettu tarkentavat, kirjalliset selitykset. Toisin sanoen kyseessä oli sanallisesti strukturoitu numeerinen asteikko. Asteikko oli 5-portainen, jotta luokkamäärä olisi arvioijille yksinkertainen hahmottaa, ja jotta se tuottaisi kuitenkin riittävästi tietoa. Arviointiasteikko on kuvattu taulukossa 3. Tuotenäytteet pisteytettiin asteikolla 1–5, jossa tulos 1 on erittäin epämiellyttävä, 2 melko epämiellyttävä, 3 ei miellyttävä eikä epämiellyttävä, 4 melko miellyttävä ja 5 erittäin miellyttävä.

Taulukko 3. Maksalaatikoille käytetty arviointiasteikko 1–5.

Erittäin epämiellyttävä	1
Melko epämiellyttävä	2
Ei miellyttävä eikä epämiellyttävä	3
Melko miellyttävä	4
Erittäin miellyttävä	5

Arvioinnissa ei haettu niinkään arvioijan mieltymystä maksalaatikosta, vaan näkökulmaa siitä, täyttääkö tuote sille annetut laatuksiteerit. Tulosten käsittelyssä on huomioitava, että mahdolliset muutokset tuotteen laadussa eivät myöskään välttämättä johdu automaattisesti suoraan käytetystä maksaerästä, vaan tuotteissa on muitakin komponentteja ja prosessivaiheita, jotka voivat vaikuttaa tuotteen laatumuutoksiin.

7 Tulokset

Tulososiossa käydään läpi mikrobiologisten analyysien tulokset ja niiden tulkinta ETL:n raja-arvojen mukaisesti. Lisäksi käsitellään aistinvaraiset tulokset jauhetuista maksanäytteistä ja maksalaatikoista.

7.1 Mikrobiologisten analyysien tulokset

Mikrobiologisten tutkimuksien tulokset jauhetuista sian- ja naudanmaksanäytteistä on kuvattu taulukoissa 4 ja 5. Laboratorio ilmoitti analyysien tulokset yksikössä cfu/g. Koska laboratoriotulokset ovat yrityksen salaiseksi määrittämiä tietoja, on todelliset mikrobien lukumäärät jätetty taulukosta pois. Tulosten esittämisessä on käytetty numeroiden sijaan värikoodausta. Hyvät ja tavoitteiden mukaiset tulokset on värjätty taulukkoon vihreällä, kohtalaiset tulokset keltaisella ja huonot tulokset punaisella värillä. Näytteiden nimet on ilmoitettu numeroilla 1.1.–6.6. ja tutkitut aikapisteet koodeilla ta, tb, tc, td, te ja tf. Tulokset on järjestetty taulukkoon tuoreimmasta aikapisteestä vanhimpaan (taulukko 4).

Taulukko 4. Jauhetun sian maksan mikrobiologiset tulokset värikoodeilla esitettynä: hyvät ja tavoitteiden mukaiset tulokset vihreä, kohtalaiset tulokset keltainen ja huonot tulokset punainen.

Näytteen nimi	Näytteenotto-päivä	Tutkittava aikapiste	Aerobit	Enterot	Hiivat	Homeet	Klostridit
Näyte 1.1.	2.10.2024	ta					
Näyte 1.2.	2.10.2024	ta					

Näyte 1.3.	2.10.2024	ta						
Näyte 2.1.	18.9.2024	tb						
Näyte 2.2.	18.9.2024	tb						
Näyte 2.3.	18.9.2024	tb						
Näyte 2.4.	24.9.2024	tb						
Näyte 2.5.	24.9.2024	tb						
Näyte 2.6.	24.9.2024	tb						
Näyte 3.1.	2.10.2024	tc						
Näyte 3.2.	2.10.2024	tc						
Näyte 3.3.	2.10.2024	tc						
Näyte 4.1.	18.9.2024	td						
Näyte 4.2.	18.9.2024	td						
Näyte 4.3.	18.9.2024	td						
Näyte 4.4.	24.9.2024	td						
Näyte 4.5.	24.9.2024	td						
Näyte 4.6.	24.9.2024	td						
Näyte 5.1.	2.10.2024	te						
Näyte 5.2.	2.10.2024	te						
Näyte 5.3.	2.10.2024	te						
Näyte 6.1.	18.9.2024	tf						
Näyte 6.2.	18.9.2024	tf						
Näyte 6.3.	18.9.2024	tf						
Näyte 6.4.	24.9.2024	tf						
Näyte 6.5.	24.9.2024	tf						
Näyte 6.6.	24.9.2024	tf						

Sian maksanäytteissä oli ylityksiä aerobien, enterobakteerien ja klostridien määrittämisissä. Aikapisteistä te ja tf odotettiin muutenkin korkeita tuloksia, koska aikapisteissä lisäpäiviä oli eniten ja oli jo arveltu, että mikrobien määrät tulisivat olemaan suuria. Myös aikapisteessä td oli huonoja tuloksia. Aerobien ja enterobakteerien määrät olivat liian korkeita aikapisteissä td, te ja tf. Parempia tuloksia saatiin aikapisteistä ta, tb ja tc, mutta myös niissä tavattiin jonkin verran klostridi- ja enterobakteereja yli hyvän tavoiterajan. Klostrideja onkin tavattu lähes kaikissa näytteissä aikapisteistä huolimatta. Homeita ei tavattu näytteissä ollenkaan ja hiivoja tavattiin vain näytteessä 6.6. Sen sijaan bakteerit olivat vieneet näytteissä suurimman osan kasvutilasta. Kun tarkastelee kaikkia sian maksanäytteiden tuloksia, on mikrobiologisten tulosten valossa syömäkäyttökelvottomia maksanäytteitä 55 %. Kaikki punaisella värjäytyt tulokset olivat peräisin aikapisteistä, joissa oli eniten lisäpäiviä.

Naudan maksanäytteistä saadut tulokset poikkesivat hyvin paljon sian maksanäytteiden tuloksista (taulukko 5). Taulukosta nähdään, että jauhetut naudan maksanäytteet olivat

mikrobiologisissa analyysissä enimmäkseen raja-arvojen mukaisia. Aerobien lukumäärä tuotti lähes kaikissa näytteissä hyvän tuloksen. Ainoastaan näytteessä 3.3. aerobien määrä ei ollut tavoiterajoissa, mutta tulos on vielä alle 1 000 000 cfu/g. Aikapisteiden välillä ei ole suuria eroavaisuuksia aerobien määrässä. Näytteissä esiintyi kuitenkin jonkun verran hiivojen kasvua. Hiivoja esiintyi kaikissa aikapisteiden tc näytteissä. Hiivoja oli kuitenkin kyseisissä näytteissä vain hieman yli tavoiterajan. Hiivoista saadun tuloksen pitää olla alle 1000 cfu/g, että se olisi ohjearvojen mukaan hyvä. Enterobakteerien määrä oli kaikissa näytteissä viitearvojen sisällä, hyvän arvosanan rajan ollessa 100 cfu/g. Homeiden määrä oli kaikissa näytteissä alhainen, alle 100 cfu/g. Samoin sulfittia pelkistäviä klostrideja oli näytteissä alle 10 cfu/g. Ainoastaan yhdessä näytteessä oli klostrideja yli hyvän tavoiterajan. Kaikista tuloksista 92,2 % oli vihreitä eli hyviä ja tavoitteiden mukaisia tuloksia ja 7,8 % keltaisia eli kohtalaisia tuloksia. Huomioitavaa on, että kaikissa aikapisteissä oli hyviä tai kohtalaisia tuloksia lisäpäivistä huolimatta.

Taulukko 5. Jauhetun naudan maksan mikrobiologiset tulokset värikoodeilla esitettynä: hyvät ja tavoitteiden mukaiset tulokset vihreä, kohtalaiset tulokset keltainen ja huonot tulokset punainen.

Näytteen tiedot	Näytteenotto-päivä	Tutkittava aikapiste	Aerobit	Enterot	Hiivat	Homeet	Klostridit
Näyte 1.1.	18.9.2024	tb					
Näyte 1.2.	18.9.2024	tb					
Näyte 1.3.	18.9.2024	tb					
Näyte 1.4.	25.9.2024	tb					
Näyte 1.5.	25.9.2024	tb					
Näyte 1.6.	25.9.2024	tb					
Näyte 2.1.	30.9.2024	tc					
Näyte 2.2.	30.9.2024	tc					
Näyte 2.3.	30.9.2024	tc					
Näyte 3.1.	18.9.2024	td					
Näyte 3.2.	18.9.2024	td					
Näyte 3.3.	18.9.2024	td					
Näyte 3.4.	25.9.2024	td					
Näyte 3.5.	25.9.2024	td					
Näyte 3.6.	25.9.2024	td					
Näyte 4.1.	30.9.2024	te					
Näyte 4.2.	30.9.2024	te					
Näyte 4.3.	30.9.2024	te					

7.2 Aistinvaraiset tulokset maksanäytteistä

Laboratorio tarkisti maksanäytteet aistinvaraisesti mikrobiologisten analyysien yhteydessä. Sian maksanäytteiden aistinvaraiset tulokset on kerätty taulukkoon (liite 1) ja naudan maksanäytteiden aistinvaraiset tulokset on kerätty taulukkoon (liite 2). Laboratorio kirjasi ylös tuntemattomasta syystä kuitenkin vain osan sian- ja naudanmaksanäytteiden aistinvaraisista tuloksista. Sian maksanäytteistä aistinvaraisia tuloksia saatiin vain 18 kappaletta ja naudan maksanäytteistä aistinvaraisia tuloksia saatiin vain puolet eli 9 kappaletta. Luultavasti näytteissä, joista kirjaukset puuttuvat, ei ole ollut erityisiä huomioita tai poikkeamia. Puuttuvista tuloksista ei voida kuitenkaan tehdä automaattisesti johtopäätöksiä, koska kirjauksia ei ole tehty.

Maksanäytteet arvioitiin laboratorion toimesta asteikolla 1–3. Sian maksanäytteitä käsittelevästä liitteestä 1 nähdään, että hyviä arvosanoja aistinvaraisesta laadusta saivat aikapisteiden ta, tb, td ja te näytteet. Aikapisteestä tf saatiin huonoja aistinvaraisia tuloksia. Laboratorio oli muun muassa kirjannut aikapisteiden tf näytteiden 6.1.–6.3. kasvaneen todella runsaasti epämääräistä höttömäistä kasvustoa, joka osoittautui tutkimuksissa enterobakteereiksi. Myös näytteessä 6.6. on havaittu poikkeamat. Poikkeamiksi on nimetty rasvakertymät ja kitkerä haju. Naudan maksanäytteitä koskevasta liitteestä 2 voidaan katsoa, että kaikista kirjatusta aistinvaraisista arvioinneista on tullut virheetön tulos. On kuitenkin huomioitavaa, että puolet aistinvaraisen arvioinnin tuloksista jäivät naudan maksanäytteistä toimittamatta.

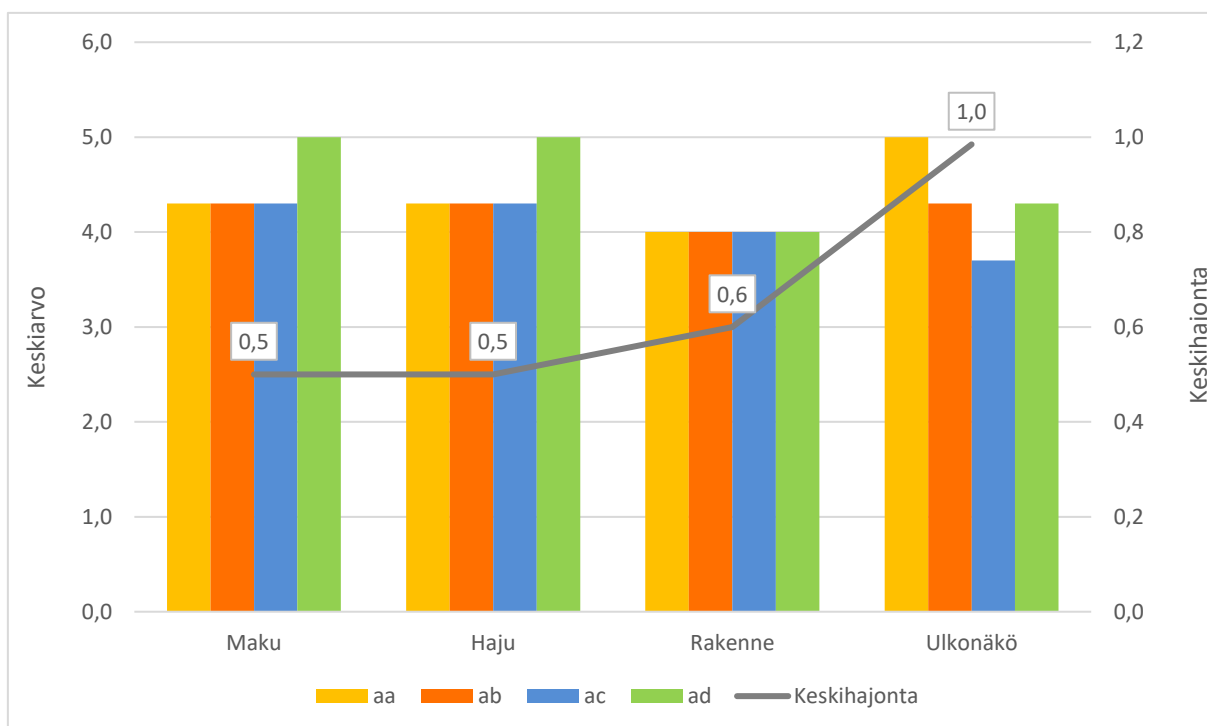
Aistinvaraisia tuloksia verrattaessa mikrobiologisten analyysien tuloksiin, huomataan, että aistinvaraiset tulokset tukevat jonkin verran mikrobiologisten määrytyksien tuloksia. Osa näytteistä, joissa on ollut paljon mikrobiologisten analyysien perusteella mikrobien kasvua, ovat olleet myös aistinvaraisesti huonoja. Toisaalta sian maksasta saaduissa tuloksissa on kahdeksan näytettä, jotka ovat olleet aistinvaraisesti hyviä, mutta mikrobiologisten tulosten perusteella huonoja. Voidaan todeta, että jauhettujen maksanäytteiden aistinvarainen arviointi on melko haastavaa. Maksanäytteitä ei maistella, vaan arvioinnissa ollaan hajun, rakenteen ja värin arvioinnin varassa. Joskus pilaantumisen merkit voivat näkyä tuotteessa jo ennen mikrobiologisten raja-arvojen ylittymistä. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan tapahtunut sellaista tilannetta, jossa mikrobiologinen tulos olisi ollut hyväksyttävä, mutta aistinvarainen arviointi raaka-aineesta hylätty.

7.3 Aistinvaraiset tulokset maksalaatikoista

Tutkimuksessa arvioitiin aistinvaraisesti maksalaatikkotuotteiden rakennetta, ulkonäköä, makua ja hajua asteikolla 1–5. Tuotteisiin aa ja ad oli käytetty tuoreempaa maksaa ja tuotteisiin ab ja ac viimeisen käyttöpäivän maksaa. Tehtaassa toimihenkilöille järjestettyjen maistelujen tulokset kerättiin Exceliin, johon siirrettiin myöhemmin myös tuotekehityksen samoista tuote-eristä tekemät arvioinnit. Maistelut tehtiin, kun maksalaatikot olivat vielä tuoreita ja uudestaan viimeisen käyttöpäivän aikaan. Tuoreiden maksalaatikoiden arvioinnit koottiin liitteeseen 3 ja viimeisen käyttöpäivän arvioinnit liitteeseen 4. Tuoreiden maksalaatikoiden numeraalisia arviointeja on vähemmän, koska tuotekehitys ei ehtinyt saamaan näytteitä riittävän aikaisin, että ne olisi voinut arvioida yhtä tuoreina kuin tehtaassa. Tämän vuoksi tuoreena maksalaatikoiden arviointiin osallistui kolme henkilöä ja viimeisenä käyttöpäivänä 8–10 henkilöä.

Tuoreena tuotteet saivat tehtaan toimihenkilöiltä hyvin samanlaiset pisteet. Tuoreiden maksalaatikoiden aistinvaraisten arviointien keskiarvot on esitetty kuvassa 2. Maun ja hajun keskiarvo oli 4,3 tuotteilla aa, ab ja ac. Tuotteen ad maku ja haju arvioitiin parhaaksi keskiarvolla 5. Rakenteen keskiarvo oli kaikilla tuotteilla 4. Tuotteiden ulkonäön keskiarvoissa oli eniten vaihtelua. Tuotteen aa ulkonäön keskiarvo oli 5, tuotteen ab ja ad keskiarvoksi 4,3 ja tuotteen ac keskiarvoksi 3,7. Liitteeseen 3 on kirjattu arvioijien huomiota tuotenäytteistä. Tuotteen ac kerrottiin muun muassa punertavan pohjasta ja että siinä on erottunut selkeä maksan maku. Tuotteen paistopintaa kuvattiin kuitenkin myös hyväksi. Tuotetta ad on kuvattu rakenteeltaan yhden arvioijan mukaan kuivaksi, kun taas toinen arvioija on aistinnut rakenteen meheväksi. Ulkonäön arvioinnissa oli suurin keskihajonta 1,0 ja maun ja hajun arvioinnissa pienin keskihajonta 0,5.

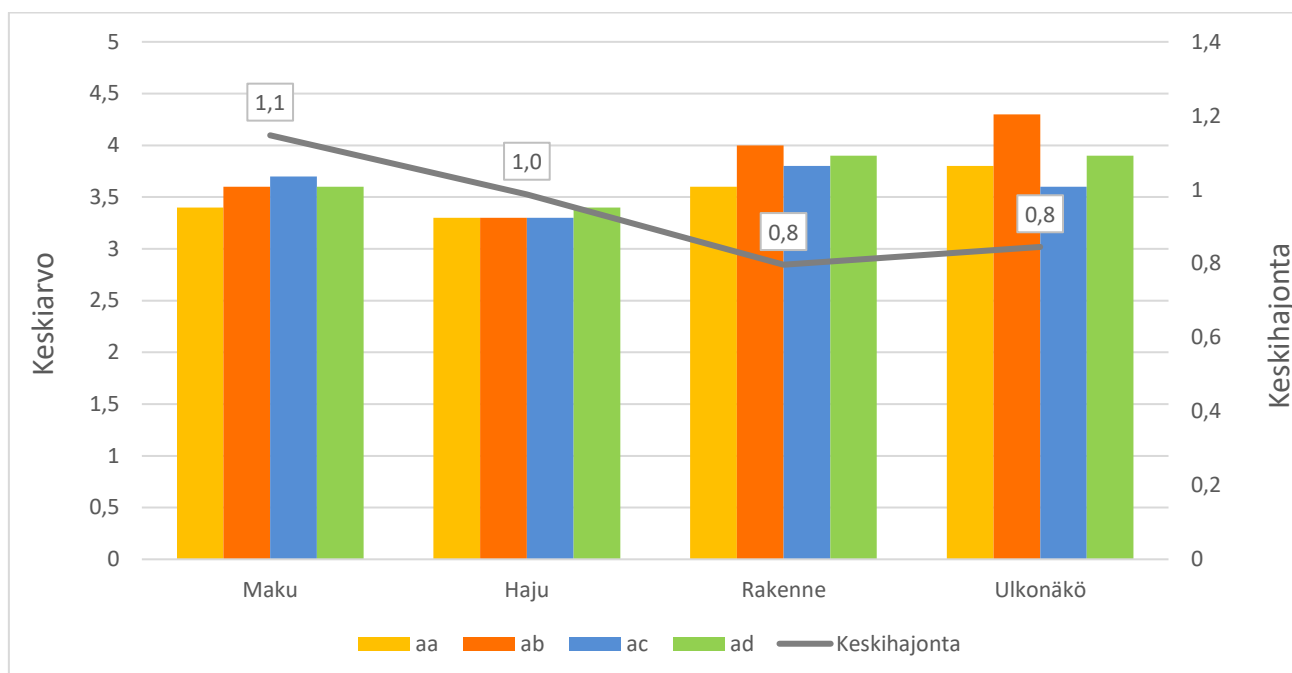
Kuva 2. Aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja keskihajonnat tuoreista maksalaatikoista.



Viimeisenä käyttöpäivänä tuotteiden arviointien keskiarvoissa ei ollut myöskään suuria eroavaisuuksia (kuva 3). Paras maku oli arviointien perusteella tuotteella ac, jonka keskiarvo oli 3,7. Paras haju oli arviointien perusteella tuotteella ad, jonka keskiarvo oli 3,4. Paras rakenne ja ulkonäkö oli tuotteella ab, jonka rakenteen keskiarvo oli 4 ja ulkonäön keskiarvo oli 4,3. Liitteeseen 4 on koottu arvioijien kommentteja tuotteista viimeisenä käyttöpäivänä. Kommenteista nousee esille se, että kaikista tuotteista on pieni osa arvioijista havainnut metallisen virhemaun. Tuotteesta ac on myös osa arvioijista haistanut navettamaisen virrehajun ja liian voimakkaan maksan hajun. Ulkonäön arvioinnissa on puolestaan kiinnitetty huomiota siihen, että tuotteet ovat punertaneet viimeisen käyttöpäivän aikaan pohjasta.

Kun vertaa viimeisen käyttöpäivän arviointeja tuoreiden tuotteiden arviointeihin, huomataan kuinka aistittavat ominaisuudet ovat tuotenäytteiden kohdalla laskeneet. Ainoastaan tuotteen ab rakenne ja ulkonäkö ovat arvioinneissa pysyneet käytännössä samana. Vertailuissa on kuitenkin huomioitava se, että viimeisen käyttöpäivän vertailuihin on osallistunut enemmän ihmisiä, mikä vaikuttaa varmasti tulosten keskiarvoihin ja keskihajontoihin. Tuotteet ab ja ac, joihin on käytetty viimeisen käyttöpäivän maksaeeriä eivät erotu tuloksista selkeästi huonompina kuin tuotteet aa ja ad, joihin on käytetty tuoretta maksaa. Tuote ab on menestynyt arvioinnissa kaikista tuotteista parhaiten. Suurin keskihajonta oli maun arvioinnissa ja pienimmät keskihajonnat rakenteen ja ulkonäön arvioinnissa.

Kuva 3. Aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja keskihajonnat maksalaatikoista viimeisenä käyttöpäivänä.



8 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli varmistaa jauhetun sian ja naudan maksan säilyvyysaika ja tutkia voisiko nykyistä säilyvyysaikaa nostaa. Lisäksi haluttiin tietää, vaikuttaako maksan käyttöikä maksalaatikon aistinvaraiseen laatuun. Tutkimuskysymyksiin ja työn tavoitteeseen saatiin vastattua säilyvyystutkimuksen ja aistinvaraisten analyysien avulla. Tutkimuksen avulla ei päästy siihen lopputulokseen, että säilyvyysaikoja voisi nostaa. Sian maksanäytteistä tutkitut aikapisteet, joissa oli lisäpäiviä, tuottivat huonoja tuloksia. Vaikka naudan maksan mikrobiologisista tutkimuksista saatiin huomattavasti parempia tuloksia kuin sian maksanäytteistä, ei niiden pohjalta lähdetä säilyvyysaikaa nostamaan. Tutkimus antoi kuitenkin varmistuksen nykyisille säilyvyysajoille ja tulosten pohjalta voidaan jatkaa niiden noudattamista.

Vaikka laboratoriotulokset naudan maksasta olivat hyviä ja kohtalaisia, olisi tutkittava lisää, miten pidennetty säilyvyysaika vaikuttaisi lopputuotteeseen tuotantomittakaavassa. Nyt ei lähdetty järjestämään asetelmaa, jossa tuotteeseen käytettäisiin suunnitellusti säilyvyysajan ylittänyttä maksaa, koska uhkana olisi ollut suuri hävikin määrä. Tutkimus antoi kuitenkin lisätietoa yritykselle poikkeustilanteita varten, jos tarvitsee arvioida, saisiko

erityistapauksessa käyttää raaka-ainetta aistinvaraisen arvioinnin perusteella vielä säilyvyysajan tultua täyteen.

Yrityksessä jatketaan tulosten pohjalta todennäköisesti vielä tietyn aikapisteen tutkimista sian maksasta. Tutkimustyötä jatkettaessa tullaan ottamaan mahdollisesti jauhetun sian maksanäytteen lisäksi näyte kokonaisesta maksasta, koska tulosten valmistuttua alettiin pohtia, mistä maksanäytteet ovat kontaminoituneet. Selvää on, että jossakin vaiheessa maksoihin on päätyntä mikrobeja, jotka jauhamisen avulla levisivät koko massaan ja alkoivat kasvaa siinä. Ei kuitenkaan ole vielä selvää, tapahtuuko saastuminen jo teurastusvaiheessa vai vasta tilaajayrityksen lihanjauhantahuoneessa. Tämän takia olisi hyvä tutkia jauhettujen maksanäytteiden rinnalla myös kokonaiset maksat.

Pohdintaa herättää myös se, miksi naudan ja sian maksanäytteiden tulokset poikkesivat niin paljon toisistaan. Luulisi, että jos kontaminaatio johtui lihan jauhantahuoneen tekijöistä, olisivat myös naudan maksanäytteiden tulokset huonompia. Jos kontaminaation lähteenä olisi ollut näytteenottovälineistä tai näytteenottajasta johtuva kontaminaatio, olisi todella erikoista, että naudan maksanäytteissä ei olisi tapahtunut samanlaista kontaminaatiota. Lisäksi tutkimuksia tehtiin huolellisesti useamman viikon aikana ja aina rinnakkaisnäytteillä, mikä vähentää jonkun verran saman kontaminaatiolähteen todennäköisyyttä. Koska maksat ovat lähtöisin täysin erilaisista eläimistä, ehdotettiin syyksi erilaisille tuloksille muun muassa eroavaisuuksia eläinten teurastusprosesseissa. Voidaan toistaiseksi vain arvella, että naudan teurastus tapahtuu kontaminaation kannalta mahdollisesti siistimmin.

Tutkimuksessa aistinvaraiset tulokset jauhetuista maksanäytteistä osittain tukivat mikrobiologisten analyysien tuloksia. Näytteistä, joissa oli huonot mikrobiologiset tulokset, oli keskimäärin myös havaittu aistinvaraisia muutoksia. Kuitenkin oli myös useampi näyte, joissa mikrobiologiset tulokset olivat huonoja, mutta aistinvaraisessa arvioinnissa ei huomattu mitään poikkeavaa. Valitettavasti laboratorio ei myöskään toimittanut kaikkia maksanäytteiden aistinvaraisia tuloksia, mikä väistämättä vaikuttaa tulosten tulkintaan. Voitiin kuitenkin todeta, että jauhettuja maksanäytteitä on melko haastavaa arvioida aistinvaraisesti arvioinnin perustuessa ainoastaan hajuun ja ulkonäköön. Tämä korostaa, miksi säilyvyystutkimusten tekeminen mikrobiologisten analyysien avulla on hyvin tärkeää.

Maksalaatikoissa ei ilmennyt suuria eroavaisuuksia, vaikka niissä oli käytetty eri ikäistä maksaa. Tuoreina tehdyissä arvioinneissa parhaiten menestyi tuote ad, joka sai parhaan keskiarvon mausta ja hajusta. Tuotteeseen ad oli käytetty tuoretta maksaa. Ulkonäöstä parhaan keskiarvon 5 sai tuote aa, johon oli myös käytetty tuoretta maksaa. Saman

tuotantoerän tuotteet saivat viimeisenä käyttöpäivänä ulkonäöstä keskiarvon 3,8 joka oli toiseksi huonoin keskiarvo. Sen sijaan maksalaatikot, joihin oli käytetty vanhempaa maksaa, menestyivät viimeisen käyttöpäivän arvioinneissa hieman paremmin. Parhaat tulokset viimeisenä käyttöpäivänä sai tuote ab, johon oli käytetty viimeisen käyttöpäivän maksaa. Huonoiten arvioinnissa menestyi tuote aa, johon oli käytetty tuoretta maksaa. Mausta parhaan arvosanan sai ac, hajusta ad ja ulkonäöstä ja rakenteesta ab.

Maksalaatikoiden tulosten tulkinnassa on kuitenkin huomioitava, että tuotteiden valmistuspäivissä on ollut eroja, jolloin esimerkiksi uunien säädöillä voi olla merkittäväkin vaikutusta tuotteiden aistittavaan laatuun. Jos tutkimuksia halutaan jatkaa, olisi tärkeää saada tuotenäytteet täysin samasta valmistuserästä, jotta valmistusolosuhteet olisivat samat ja muuttujien määrä minimoitu. Tämä ei opinnäytetyötä tehdessä onnistunut, koska tutkimusten aikana ei osunut sellaista tilannetta, että samaan erään olisi käytetty niin eri ikäisiä maksaerä samana valmistuspäivänä. Lisäksi on haastavaa seurata, missä kohtaa käytetyt maksaerät vaihtuvat valmistetussa tuotantoerässä.

Maksalaatikoiden aistinvaraisissa tutkimuksissa otanta olisi voinut olla suurempi. Tulosten vertailukelpoisuuteen vaikuttaa myös se, että tuoreiden maksalaatikoiden aistinvaraiset arvioinnit saatiin kerättyä vain muutamalta henkilöltä ja viimeisenä käyttöpäivänä arviointeihin osallistui puolestaan 8–10 henkilöä. Olisi ollut hyvä, että vastaajien määrä olisi ollut tasaisempi. Pohdintaa aiheuttaa se, miksi kaikista tuotenäytteistä osa arvioijista havaitsi metallisen virhemaun tai navettamaisen virrehajun. Maksan käyttöiällä ei ollut vaikutusta siihen, havaittiinko virhemakuja tai -hajuja. Jatkossa olisikin syytä tutkia tarkemmin, mikä vaihe tai raaka-aine prosessissa aiheuttaa tuotteeseen näitä laatuvirheitä. Maksa itsessään on rautapitoista ja maksalaatikon ainoa lihakomponentti, joten se saattaisi olla tuotteessa metallisen maun lähde.

Maksa on eläimestä saatava biologinen raaka-aine, jossa väistämättä tapahtuu vaihtelua. Maksan laatuun vaikuttaa monet tekijät aina eläimen kasvatuksesta teurastusvaiheeseen ja myöhempisiin jatkokäsittelyvaiheisiin. Tutkimuksessa saatiin varmistettua jauhettujen sian ja naudan maksojen säilyvyysajat. Lisäksi saatiin käytetyllä otannalla vaikutelma, ettei maksan käyttöiällä ole suurta vaikutusta lopputuotteen aistittavaan laatuun. Tutkimus antoi hyvät lähtökohdat jatkotutkimuksille, jotka kohdistetaan tiettyihin sian maksan aikapisteisiin. Seuraaviin säilyvyystutkimuksiin otetaan mukaan kokonaiset elin maksat, jotta päästäisiin paremmin kiinni prosessin kontaminaatiolähteisiin. Lisäksi olisi tuotelaadun kannalta arvokasta selvittää, mistä metallinen virhemaku maksalaatikonäytteissä johtui. Jotta

päästäisiin kunnolla virhelähteen jäljille, vaatisi se lisää aistinvaraisia tutkimuksia ja vielä perusteellisempaa katsausta maksalaatikon valmistusprosessiin ja raaka-aineisiin.

Lähteet

Aho, J., Koponen, M., Pasto, M-P & Stalder, S. (2020). *Monipuolinen elintarvikeala*. Opetushallitus.

Asetus eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniasäännöistä 853/2004.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02004R0853-20240509>

Björkroth, J. (2009). Elintarvikkeille ominaiset pilaajamikrobit. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 6/2009. <https://www.duodecimlehti.fi/duo97940>

Ellis, D. & Goodacre, R. (2006). *Quantitative detection and identification methods for microbial spoilage*. Woodhead Publishing Limited.

Euroopan komissio. (1999). *Harmonization of safety criteria for minimally processed foods*. FAIR Concerted Action CT96-1020.

ETL. (2006a). *Elintarviketeollisuuden HACCP-pohjainen omavalvontaohje. Liha- ja ruokavalmisteteollisuus*. https://www.etl.fi/wp-content/uploads/2023/09/haccp_lihaohje1.pdf

ETL. (2006b). *Elintarviketeollisuuden HACCP-pohjainen omavalvontaohje. Yleisosa*. https://www.etl.fi/wp-content/uploads/2023/09/haccp_yleisosa1.pdf

ETL. (2022). *Elintarvikkeiden mikrobiologisia ohjausarvoja viimeisenä käyttöajankohtana tai parasta ennen päivänä*. Suositus 10.10.2022.

Evira. (2010). *Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat*. <https://tinyurl.com/bda3yjep>

Fineli. (n.d.). *Maksalaatikko, teollinen, valmisateria*.

<https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/31492?portionUnit=G&portionSize=100>

Hui, Y., Nip, W., Rogers, R. & Young, O. (2001). *Meat science and applications*.

Kauppila, M. (2024). *Lihatuotteiden säilyvyystutkimukset. Kehittyvä elintarvike*.

Korkeala, H. (2007). Elintarvikehygieniä. Ympäristöhygieniä, elintarvike-, ympäristötoksikologia. Wsoy.

Latoch, A., Stasiak, D. & Siczek, P. (2024). *Edible Offal as a Valuable Source of Nutrients in the Diet -A Review*. National Library of Medicine. <https://doi.org/10.3390%2Fnu16111609>

Lehto, M., Erkamo, E., Kuisma, R., Mäki, M., Haikonen, T., Jallinoja, M. & Kymäläinen, H-R. (2021). *Elintarviketuotannon sivujakeiden hyödyntäminen*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-281-0>

Lehtonen, J. (18.12.2019). Maksan maine meni 1980-luvulla yhdessä yössä, ja moni karttaa sitä yhä – asiantuntija kertoo, mitkä huolet ovat turhia ja mihin on aihetta. *Helsingin sanomat*. <https://tinyurl.com/e9juwf5t>

Lihatiedotus. (n.d.). *Teurastuksen sivutuotteet*.

<https://www.lihatiedotus.fi/tilalta-kauppaan/teurastus/teurastuksen-sivutuotteet.html>

Matilainen, P. (n.d.). *Elintarvikehuoneiston toiminta -näytteenotto ja hygienia*. ProAgria. <https://tinyurl.com/55ynyu9>

Mikrobikriteeriasetus 273/2005. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02005R2073-20190228>

Mäki, M., Kunnas, S. (2020). *Hiivojen ja homeiden viljely*. Luonnonvarakeskus. <https://tinyurl.com/2np4wuzc>

Ockerman, H & Basu, L. (2004). *Encyclopedia of meat sciences. Volume one*. Elsevier academic press.

Remes, M. (2013). *Liha: kaikki lihasta laitumelle*. Read me.

Ruokavirasto. (n.d.-a). *Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset – Ohje elintarvikealan toimijoille*. <https://tinyurl.com/etckt82k>

Ruokavirasto. (n.d.-b). *Liha*. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-luultajille/kasittely-ja-sailyttaminen/hygienia-kotikeittiossa/liha/>

Ruokavirasto. (n.d.-c). *Maksa ja maksaruogat*.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-kuluttajille/turvallisen-kayton-ohjeet/maksa-ja-maksaruogat/>

Ruokavirasto. (n.d.-d). *Ristikontaminaatio*.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/hygieeninen-toiminta/ristikontaminaatio/>

Ruokavirasto. (n.d.-e). *Riskinarviointi*. <https://www.ruokavirasto.fi/teemat/riskinarviointi/>

Ruokavirasto. (n.d.-f). *Sivutuotteet teurastamossa*. <https://tinyurl.com/yz6xx744>

Ruokavirasto. (n.d.-g). *Sivutuotteiden käyttö ja hävitys*. [Sivutuotteiden käyttö ja hävitys - Ruokavirasto](#)

Ruokavirasto. (n.d.-h). *Säilyvyysaika ja säilyvyystutkimukset*. <https://tinyurl.com/4jc42u2m>

Silva, R., Rouxinol, M., Patarata, L. (2020). *Pork liver freshness evaluated through spoilage microbiota and a consumer test in shelf life extension experiment*.

<https://tinyurl.com/4727ek8d>

Suomalaisen työn liitto. (2015). Kysely: parhaiten valmisruokana maistuu maksalaatikko.

<https://suomalaintyo.fi/kysely-parhaiten-valmisruokana-maistuu-maksalaatikko/>

Suomen kestävän kehityksen toimikunta. (n.d.). *Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda2030*. <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>

Trefts, E., Gannon, M. & Wasserman, D. (2017). *The liver*.

<https://doi.org/10.1016%2Fj.cub.2017.09.019>

Tuorila, H. & Appelbye, U. (2005). Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Yliopistopaino.

Virtuaaliteurastamo. (2022). *Omavalvonnan liitteet*.

<https://www.virtuaaliteurastamo.fi/wp-content/uploads/2022/09/Omavalvonnan-liitteet.pdf>

Willey, J., Sherwood, L. & Woolverton, C. (2008). Prescott, Harley and Klein's Microbiology. Seventh Edition.

Liite 1. Sian maksanäytteiden aistinvaraiset tulokset.

Näytteen nimi	Aikapiste	Aistinvarainen 1–3	Huomioitavaa
Näyte 1.1.	ta	3	
Näyte 1.2.	ta	3	
Näyte 1.3.	ta	3	
Näyte 2.1.	tb	3	
Näyte 2.2.	tb	3	
Näyte 2.3.	tb	3	
Näyte 2.4.	tb		
Näyte 2.5.	tb		
Näyte 2.6.	tb		
Näyte 3.1.	tc		
Näyte 3.2.	tc		
Näyte 3.3.	tc		
Näyte 4.1.	td		
Näyte 4.2.	td		
Näyte 4.3.	td		
Näyte 4.4.	td	3	
Näyte 4.5.	td	3	
Näyte 4.6.	td	3	
Näyte 5.1.	te	3	
Näyte 5.2.	te	3	
Näyte 5.3.	te	3	
Näyte 6.1.	tf	1	*Näyte kasvoi todella runsaasti epämääräistä höttömäistä kasvustoa, joka osoittautui varmistuksissa enterobakteereiksi.
Näyte 6.2.	tf	1	*Näyte kasvoi todella runsaasti epämääräistä höttömäistä kasvustoa, joka osoittautui varmistuksissa enterobakteereiksi.
Näyte 6.3.	tf	1	*Näyte kasvoi todella runsaasti epämääräistä höttömäistä kasvustoa, joka osoittautui varmistuksissa enterobakteereiksi.
Näyte 6.4.	tf	3	
Näyte 6.5.	tf	3	
Näyte 6.6.	tf	2	Kitkerä haju, rasvakertymiä

Liite 2. Naudan maksanäytteiden aistinvaraiset tulokset.

Näytteen tiedot	Tutkittava aikapiste	Aistinvarainen 1–3	Huomioitavaa
Näyte 1.1.	tb	3	
Näyte 1.2.	tb	3	
Näyte 1.3.	tb	3	
Näyte 1.4.	tb		
Näyte 1.5.	tb		
Näyte 1.6.	tb		
Näyte 2.1.	tc	3	
Näyte 2.2.	tc	3	
Näyte 2.3.	tc	3	
Näyte 3.1.	td		
Näyte 3.2.	td		
Näyte 3.3.	td		
Näyte 3.4.	td		
Näyte 3.5.	td		
Näyte 3.6.	td		
Näyte 4.1.	te	3	
Näyte 4.2.	te	3	
Näyte 4.3.	te	3	

Liite 3. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset maksalaatikoista tuoreina.

Tuote	Maku 1-5	Haju 1-5	Rakenne 1-5	Ulkonäkö 1-5	Huomiot
aa	5	5	4	5	
aa	4	4	4	5	
aa	4	4	4	5	
ab	4	4	4	5	
ab	5	5	4	3	
ab	4	4	4	5	
ac	5	5	3	5	Hyvä paistopinta
ac	4	4	4	3	Punerrusta, voimakas maksan maku
ac	4	4	5	3	Pohjasta punertava
ad	5	5	4	5	Hieman kuivaa
ad	5	5	5	3	
ad	5	5	3	5	Mehevää, hyvä paistopinta

Liite 4. Aistinvaraiset tulokset maksalaatikkotuotteista viimeisenä käyttöpäivänä.

Maku				
	aa	ab	ac	ad
Erittäin miellyttävä (5)	1	3	3	2
Melko miellyttävä (4)	3	3	3	3
Ei miellyttävä eikä epämiellyttävä (3)	2			2
Melko epämiellyttävä (2)	2	3	3	2
Erittäin epämiellyttävä (1)				
Haju				
	aa	ab	ac	ad
Erittäin miellyttävä (5)	1	1	2	1
Melko miellyttävä (4)	2	3	3	3
Ei miellyttävä eikä epämiellyttävä (3)	3	4		4
Melko epämiellyttävä (2)	2	2	4	1
Erittäin epämiellyttävä (1)				
Ulkonäkö				
	aa	ab	ac	ad
Erittäin miellyttävä (5)	1	4	1	2
Melko miellyttävä (4)	5	5	4	5
Ei miellyttävä eikä epämiellyttävä (3)	1	1	3	1
Melko epämiellyttävä (2)	1		1	1
Erittäin epämiellyttävä (1)				
Rakenne				
	aa	ab	ac	ad
Erittäin miellyttävä (5)		2	1	2
Melko miellyttävä (4)	7	6	5	5
Ei miellyttävä eikä epämiellyttävä (3)		2	3	1
Melko epämiellyttävä (2)				1
Erittäin epämiellyttävä (1)	1			

Liite 5. Arvioijien kommentit tuotteista viimeisenä käyttöpäivänä.

Tuote	Maku
aa	Maksa miedon mallinen. Söisin, mutta alkaa jo ennustella heikentyvää makua
aa	Maku hyvä, mutta maku laimenee suussa aika nopeasti.
aa	Maistuu metallinen maku
ab	Maku perusmaksalaatikko, ei mitään poikkeavaa.
ab	Maistuu maksalaatikolta. Ilman verrokkia vaikea löytää poikkeavuuksia.
ab	Voimakas maksan maku tulee jälkeensä.
ab	Maistui kuin navetalta tai ruoholta
ac	Turhan voimakas maksan tuoksu.
ac	Mukavan makea.
ac	Rautainen maku.
ac	Hieman suolaista
ad	Tyypillinen maksalaatikon maku. Ei virhemakuja.
ad	Normaali maksalaatikko
ad	Voimakkaasti raudanmakuinen
ad	Hyvä perusmaksalaatikko.
Tuote	Haju
aa	Normaali maksalaatikon tuoksu
ab	Haju neutraali maksalaatikon haju, ei virrehajuja
ab	Hajussa ei kommentoitavaa.
ab	Tuoksu normaali maksalaatikko
ab	Tuoksu on aika mieto.
ac	Ominainen tuoksu maksalaatikon ja ei ole liian vahva tuoksu.
ac	Pieni navetan tuoksu kuumana
ac	Turhan voimakas maksan tuoksu.
ad	Ok
ad	Perinteinen ja makea maksalaatikon tuoksu.
ad	Haju perinteinen, ei virhettä
Tuote	Rakenne
aa	Rakenne edelleen kunnossa, myyntilaatua
ab	Hiukan puurorakeinen ja kokonaisrakenne vetimet (rakenteen osat irrallaan)
ab	Pehmeä
ab	Rakenne normaalin maksalaatikon rakenne
ab	Mukavan pehmeää.
ac	Sopivan rakeinen ja irtonainen rakenne.
ad	Vähän mössöinen ja hampaisiin tarttuva.

ad	Normaali
ad	Ok, ei vikaa
Tuote	Ulkonäkö
aa	Ulkonäkö moitteeton
aa	Lihan väri vähän punertava ja se tekee tuotteesta epämiellyttävän näköisen
ab	Hyvä väri ja hyvännäköinen rasiassa
ab	Maksalaatikon näköinen
ab	Kylmänä, punertava
ac	Hyvä paistunut pintaväri
ac	Punertavaa pohjasta
ac	Hyvä paistoväri
ad	Punertavaa pohjasta

Liite 6. Aineistohallintasuunnitelma

OPINNÄYTETYÖN AINEISTONHALLINTASUUNNITELMA

30.5.2024

1 Tutkimusaineiston tallennus ja säilytys

Opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu mittaustuloksista. Otetut näytteet toimitetaan yrityksen laboratorioon, joka suorittaa mittaukset. Laboratoriomittausten tulokset ja tuotteiden nimet ovat määritetty toimeksiantajan vaatimusten mukaan salaisiksi ja ne on tallennettu ainoastaan työkoneelle verkkokansioon. Opinnäytetyön palautettavassa versiossa toimeksiantajan määrittämät aineistot on kokonaan salattu ja tätä julkista tiedostoversiota säilytetään henkilökohtaisessa OneDrive-kansiossa ja sen varmuuskopiota muistitikulla, joka säilytetään huolellisesti.

2 Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely

Tutkimusaineisto ei sisällä henkilötietoja tai arkaluonteisia tietoja.

3 Opinnäytetyöaineiston omistajuus

Toimeksiantaja yritys omistaa opinnäytetyöaineiston ja tutkimuksessa saadut tulokset.

4 Opinnäytetyöaineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen

Opinnäytetyöaineistoa tullaan käyttämään työn tilanneessa yrityksessä. Salaiset aineistot jäävät ainoastaan yritykselle. Säilytän julkaistussa versiossa käytettyä aineistoa vuoden ajan opinnäytetyön hyväksymispäivästä ja lisäksi se on tallennettuna tilaajayrityksen sisäiselle verkkolevylle.