

Insinööriö (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Elintarviketekniikka

2025

Juwati Alho

Vegaanisen sienikastikesäilykkeen tuotekehitys



Insinööriyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Bio- ja kemiantekniikka

Elintarviketekniikka

2025 | 42 sivua

Juwati Alho

Vegaanisen sienikastikesäilykkeen tuotekehitys

Tämän insinööriyön tavoitteena oli kehittää täysin vegaaninen, mikrobiologisesti turvallinen ja huoneenlämmössä säilyvä sienikastikesäilyke oman reseptin pohjalta. Tuotteen suunnittelussa hyödynnettiin kotimaisia raaka-aineita ja huomioitiin ekologiset näkökohdat, kuten hiilijalanjälki.

Työ koostui kirjallisuuskatsauksesta ja käytännön tuotekehityksestä. Teoriaosuudessa käsiteltiin sienien ominaisuuksia, säilykkeiden valmistuksen perusperiaatteita sekä elintarvikelainsäädäntöä. Käytännön osuudessa keskityttiin herkkusienten käsittelyyn, testierien valmistukseen ja aistinvaraiseen arviointiin. Lisäksi suoritettiin HACCP-analyysi tuoteturvallisuuden arvioimiseksi sekä hiilijalanjälkilaskenta tuotteen ympäristövaikutusten selvittämiseksi.

Tuotekehityksen tuloksena syntyi huoneenlämmössä säilyvä vegaaninen sienikastike, joka on maultaan miellyttävä, ulkonäöltään houkutteleva, mikrobiologisesti turvallinen, ja on ympäristötietoinen.

Asiasanat:

tuotekehitys, vegaaninen ruoka, sienikastike, täyssäilyke, sterilointi, insinööriyö

Bachelor's | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Biotechnology and Chemical Engineering

Food Technology

2025 | 42 pages

Juwati Alho

Product Development of a Shelf-Stable Vegan Mushroom Sauce

This engineering thesis aimed to develop a fully vegan, microbiologically safe, and shelf-stable mushroom sauce based on a self-formulated recipe. The product design utilized domestic ingredients, and taking into account ecological aspects such as carbon footprint.

The study included both a literature review and practical product development. The theoretical section covered the characteristics of mushrooms, the basic principles of preserve production, and food legislation. The practical part focused on the handling of button mushrooms, preparation of test batches, and sensory evaluation. Additionally, a HACCP analysis was conducted to assess food safety, and a carbon footprint calculation was performed to evaluate the product's environmental impact.

The final result was a self-stable vegan mushroom sauce that is flavourful, visually appealing, microbiologically safe, and environmentally conscious.

Keywords:

product development, vegan food, mushroom sauce, canned food, sterilization, engineering thesis

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Työn tavoitteet, rajaukset ja rakenne	7
2.1 Työn tavoitteet	7
2.2 Rajaukset	7
2.3 Rakenne	8
3 Kirjallisuuskatsaus	9
3.1 Tuotekehitys	9
3.2 Säilykkeiden lainsäädäntö	10
3.3 Sieni raaka-aineena	11
3.4 Täyssäilyke	12
4 Sienikastikesäilykkeen kehitysprosessi	17
4.1 Raaka-aineiden valintaa ja hankinta	17
4.2 Reseptin kehittäminen	18
4.3 Testierien valmistaminen pienimuotoisesti	18
4.4 Valmistusprosessi kaavio	20
4.5 Aistinvarainen arviointi	21
4.6 Ravintoarvojen laskeminen	28
4.7 Vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet (HACCP)	29
4.8 Hiilijalanjälki analyysi	32
5 Tulokset	34
6 Pohdinta	37
7 Johtopäätökset	38
Lähteet	39

Kuvat

Kuva 1. Lasipurkki ja kansi	13
Kuva 2. Datalogerin asetukset	15
Kuva 3. Dataloggerin sijoitus autoklaavissa	16
Kuva 4. Dataloggerin lämpökäyrä sterilointiprosessista	19
Kuva 5. Dataloggerin mittausdata steriloinnin ajalta	19
Kuva 6. Sienikastikesäilykkeen valmistusprosessikaavio	20
Kuva 7. Suostumuskysely	21
Kuva 8. Aistinvarainen arviointi: ikäryhmä	22
Kuva 9. Aistinvarainen arviointi: sukupuoli	22
Kuva 10. Kysely: ulkonäkö	23
Kuva 11. Kysely: tuoksu	24
Kuva 12. Kysely: rakenne	25
Kuva 13. Kysely: maku	26
Kuva 14. Kysely: ostokiinnostus	27
Kuva 15. Valmis vegaaninen sienikastikesäilyke purkissa	34

Taulukot

Taulukko 1. Vapaat kommentit aistinvarainen arvioinnissa	27
Taulukko 2. Sienikastikesäilykkeen ravintoarvot (g/100 g)	28
Taulukko 3. Vaarojen arviointi sienikastikesäilykkeen prosessivaiheissa	30
Taulukko 4. Kriittinen hallintapiste sienikastikesäilykkeen prosessivaiheissa	31
Taulukko 5. Kriittinen raja sienikastikesäilykkeen prosessivaiheissa	32
Taulukko 6. Sienikastikesäilykkeen hiilijalanjälkilaskennan tulokset (SeAMK 2025)	33

1 Johdanto

Vegaanisten ja kasvispohjaisten ruokavalioiden suosio on kasvanut voimakkaasti viime vuosina (Statista 2023). Monet kuluttajat etsivät aktiivisesti terveellisiä, ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja eläinperäisille tuotteille. Tässä insinööriyössä haluttiin vastata tähän trendiin kehittämällä säilyketuote, joka yhdistää kasvisruoan ja säilykkeiden käytännöllisyyden.

Sienet ovat arvokas ja ekologinen raaka-aine Suomessa. Sekä villinä kasvavat syötävät sienet että viljellyt lajikkeet tarjoavat ravinteikkaita ja kestäviä vaihtoehtoja vegaanisiin tuotteisiin (Luke 2025). Niiden käyttö on yleistynyt elintarviketeollisuudessa, ja ne sopivat erinomaisesti kastikepohjaisiin säilykkeisiin.

Tässä insinööriyössä kehitettiin käyttövalmis vegaanisen sienikastikesäilyke, joka vastaa nykypäivän kuluttajien tarpeisiin sekä täyttää elintarviketurvallisuuden vaatimukset. Työ sisälsi reseptin suunnittelun, raaka-aineiden valinnan, valmistusprosessin määrittelyn, aistinvaraisen arvioinnin, HACCP-arviointin sekä tuotteen hiilijalanjäljen tarkastelun.

Kehitysprojekti toteutettiin täysin itsenäisesti ilman ulkopuolista toimeksiantajaa, omassa elintarvikealan yrityksessä. Henkilökohtainen kiinnostus kasvisruokaan ja vastuulliseen kuluttamiseen vaikutti aiheen valintaan ratkaisevasti.

Säilykkeiden etuna on niiden pitkä säilyvyys, käyttövalmius ja vähäinen kylmäsäilytystarve. Tämä vähentää sekä ruokahävikkiä että logistiikan energiakustannuksia (FAO 2019). Näillä perusteilla sienikastikesäilyke nähdään ajankohtaisena ja tarpeellisena lisänä vegaanituotteiden valikoimaan.

Markkinoilla ei työn alkaessa ollut laajasti tarjolla vegaanisia sienikastikesäilykkeitä, mikä loi mahdollisuuden uudenlaisen tuotteen kehittämiseen. Tämä insinööriyö voi toimia esimerkkinä myös muille alan toimijoille, jotka haluavat vastata kasvavaan kiinnostukseen kasvipohjaisista ja ympäristöystävällisistä tuotteista.

2 Työn tavoitteet, rajaukset ja rakenne

Tässä insinööriyössä keskitytään vegaanisen sienikastikesäilykkeen tuotekehitykseen elintarvikealan kontekstissa. Työ on osa bio- ja kemiantekniikan insinööriopintoja, ja sen tavoitteena on kehittää mikrobiologisesti turvallinen, säilyvä ja aistinvaraisesti miellyttävä kasvipohjainen säilyketuote, joka vastaa nykykuluttajien ekologisiin toivoisiin. Tätä lähtökohtaa tarkennetaan seuraavassa kappaleessa, jossa esitellään työn tavoitteet, rajaukset ja rakenne.

2.1 Työn tavoitteet

Tämän insinööriyön tavoitteena on kehittää uusi vegaaninen sienikastikesäilyke. Tuotteen tulee olla mikrobiologisesti turvallinen, säilyä pitkään huoneenlämmössä, olla maistuva ja valmistettu suomalaisista raaka-aineista. Kehitystyössä keskityttiin raaka-aineiden ja valmistusmenetelmien valintaan, jotka parantavat tuotteen säilyvyyttä, makua ja turvallisuutta. Lisäksi suunnittelussa huomioidaan kuluttajien mieltymykset ja ekologiset näkökulmat, kuten tuotteen hiilijalanjälki.

2.2 Rajaukset

Työssä keskitytään vegaanisen sienikastikesäilykkeen tuotekehitykseen. Käsiteltäviä osa-alueita ovat raaka-aineiden valinta, reseptin kehittäminen, valmistusprosessi, aistinvarainen arviointi, ravintoarvojen määrittäminen, HACCP-arviointi ja hiilijalanjälkianalyysi.

Tähän työhön ei sisällynyt laboratoriotestejä, kuten säilyvyys- tai mikrobiologisia kokeita. Pakkausmateriaalien analyysi, tuotteen markkinointi, jakelu eikä laajemmat liiketoimintastrategiat kuuluneet myöskään työn piiriin. Lisäksi testierien tarkat valmistusmenetelmät, resepti ja ainesosaluettelo pidettiin salassa luottamuksellisen tiedon vuoksi.

2.3 Rakenne

Työ koostuu kirjallisuuskatsauksesta ja käytännön tuotekehitysvaiheiden dokumentoinnista. Kirjallisuusosuudessa käsitellään pääraaka-aineen ominaisuuksia, tuotekehityksen peruseriaatteita, elintarvikelainsäädäntöä ja täyssäilykkeiden valmistusprosessin vaiheita.

Eriyistä huomiota kiinnitetään sterilointivaiheen merkitykseen tuotteen säilyvyyden ja turvallisuuden varmistamisessa.

Käytännön osuudessa kuvataan muun muassa herkkusienen käsittely, testierien valmistus ja aistinvarainen arviointi. Lisäksi esitetään HACCP-arviointi ja hiilijalanjälkianalyysi. Sienet valittiin ja käsiteltiin huolellisesti tuotelaadun takaamiseksi. Testierien valmistusta optimoitiin rakenteen, maun ja turvallisuuden saavuttamiseksi.

Aistinvaraisessa arvioinnissa tarkastellaan tuotteen ulkonäköä, hajua, makua ja koostumusta. HACCP-arviointi auttaa tunnistamaan ja hallitsemaan elintarviketurvallisuuteen liittyviä riskejä. Hiilijalanjälkianalyysi antaa tietoa ympäristövaikutuksista ja tukee kestävän kehityksen tavoitteita.

Lopuksi esitellään kehitetyn tuotteen ravintoarvot, valmistusprosessikaavio sekä aistinvaraisen arvioinnin, HACCP:n ja hiilijalanjälkianalyysin tulokset. Työssä arvioidaan myös projektin onnistumista, kehityksen aikana ilmenneitä haasteita ja esitetään suosituksia jatkokehitystä varten.

3 Kirjallisuuskatsaus

3.1 Tuotekehitys

Elintarvikkeiden kehittäminen on harkittu ja vaiheittainen työ, jonka tarkoituksena on tuoda uusi tuote markkinoille mahdollisimman pienellä riskillä. Tavoitteena on varmistaa, että tuote vastaa sekä kuluttajien odotuksiin että laatu- ja turvallisuusvaatimuksiin jo ennen kuin se päätyy kaupan hyllylle. (Fuller 2011.)

Elintarvikkeiden tuotekehitys on olennainen osa liiketoimintaa, sillä sen avulla yritys pystyy vastaamaan asiakkaiden odotuksiin, parantamaan kilpailuasemaansa ja vahvistamaan brändiään. Samalla se tukee kustannustehokkuutta, varmistaa liiketoiminnan jatkuvuutta ja edistää asiakastytyvyyttä sekä uskollisuutta. Lisäksi onnistunut tuotekehitys mahdollistaa uusien markkinoiden saavuttamisen ja kasvun. (Kumpulainen ym. 2024, 11-12.)

Vegaanisen elintarvike kehittäminen keskittyy tuotteiden luomiseen, jotka eivät sisällä eläinperäisiä ainesosia. Kehitysprosessi hyödyntää kasviperäisiä raaka-aineita ja pyrkii tarjoamaan mauultaan, rakenteeltaan ja ravitsemuksellisesti tasapainoisia vaihtoehtoja kuluttajille. Vegaanisten tuotteiden kehittäminen vastaa lisääntyvään kuluttajakysyntään ja tukee kestävästä edistämällä terveellisiä ja ympäristöystävällisiä valintoja YK:n Agenda 2030 -tavoitteiden mukaisesti. (Ulkoministeriö n.d.)

Tuotekehitys etenee useissa vaiheissa, joihin kuuluvat esimerkiksi idean kehittäminen, konseptin muodostaminen, reseptin suunnittelu, kokeellinen valmistus, tuotteen arviointi ja lopuksi sen vieminen valmiiksi markkinoille asti. Tehokas tuotekehitys vaatii systemaattista suunnittelua, dokumentointia sekä kuluttajalähtöistä lähestymistapaa. Aistinvarainen arviointi ja mahdollinen kuluttajapalaute ovat tärkeässä roolissa tuotteen viimeistelyssä.

Hanover Research (2024) mukaan onnistuneelle tuoteidealle on ominaista sen ajankohtaisuus, tarpeellisuus, selkeys ja toteutettavuus. Artikkelissa kehoitetaan tarkastelemaan tuotteen ominaisuuksien lisäksi myös kehitykseen vaikuttavia taustatekijöitä ja hyödyntämään ulkopuolisten asiantuntijoiden näkemyksiä arviointivaiheessa. Jos idea osoittautuu käyttökelpoiseksi, siitä voidaan kehittää uusi tuote tai palvelu innovatiivisena ratkaisuna markkinoille. (Hanover Research 2024.)

Kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että onnistunut tuotekehitys perustuu tasapainoon laadun, turvallisuuden, ravitsemuksellisuuden ja kuluttajien odotusten välillä.

3.2 Säilykkeiden lainsäädäntö

Suomessa säilykkeiden tuotantoa ohjaavat kansalliset ja EU:n elintarvikesäädökset. Säilykkeiden tuotannolle tiukat vaatimukset, jotka koskevat tuotteen turvallisuutta, laatua ja kuluttajalle annettavia tietoja. Toimijoiden on noudatettava näitä vaatimuksia varmistaakseen tuotteidensa turvallisuuden ja laadun.

Elintarvikelain 297/2021 lain 6 §:n mukaan elintarvikkeen on oltava turvallinen, eikä se saa aiheuttaa vaaraa kuluttajan terveydelle. Lain 15 § velvoittaa elintarvikealan toimijaa käyttämään järjestelmää, kuten HACCP:ia, vaarojen tunnistamiseen ja toiminnan vaatimustenmukaisuuden varmistamiseen. Lain 55 § antaa viranomaiselle oikeuden vaatia toimijaa korjaamaan puutteet, jos toiminta uhkaa terveyttä tai rikkoo säädöksiä, mikä korostaa toimijan vastuuta tuoteturvallisuudesta ja laadusta. (Elintarvikelaki 297/2021.)

Ruokaviraston ohjeen mukaan täyssäilykkeiden turvallinen valmistus edellyttää hyvää hygieniatasoa ja tarkasti hallittua valmistusprosessia. Tämä tarkoittaa laadukkaiden raaka-aineiden käyttöä sekä sen varmistamista, että pakkaus on tiiviisti suljettu ennen kuumennusvaihetta. Sterilointiprosessi on suoritettava huolellisesti haitallisten mikro-organismien tuhoamiseksi. Steriloinnin onnistumista mitataan F_0 -arvolla, jonka tulisi olla vähintään 3. Käsittelyn jälkeen

tuotteet on jäähdytettävä nopeasti. Valmistaja vastaa tuotteen turvallisuudesta koko sen säilyvyysajan. Omavalvonnalla ja prosessin dokumentoinnilla varmistetaan toiminnan luotettavuus. (Ruokavirasto n.d.)

3.3 Sieni raaka-aineena

Biologisesti, sienet eivät ole kasveja eivätkä eläimiä. Ne kuuluvat omaan eliökuntaansa, jota kutsutaan nimellä Fungi. Sienet eroavat kasveista, koska niillä ei ole lehtivihreää, eivätkä ne kuulu eläinkuntaan, sillä ne eivät sulata ravintoa samalla tavalla kuin eläimet. Sienet hankkivat ravintonsa elinympäristöstään erittämällä entsyymejä, jotka hajottavat ravinteet, minkä jälkeen ne imeytyvät sienisoluihin. Sienen rakenne koostuu rihmastosta (miselium) ja itiöemästä. Lisääntyminen tapahtuu itiöemien avulla, jotka vapauttavat itiöitä ympäristöön. Ravintonsa ne saavat joko yhteiselämässä kasvien kanssa, hajottamalla eloperäistä ainesta tai toimimalla loisina elävissä organismeissa. Monet sienilajit hyödyttävät ihmisiä eri tavoin – metsäsienet rikastuttavat ruokavaliota, viljellyt lajit kuten herkkusieni ovat suosittuja raaka-aineita, kun taas hiivoja ja homeita hyödynnetään esimerkiksi leivonnassa, fermentoinnissa ja juustojen valmistuksessa. (LibreTexts 2020.)

Suomea pidetään sienestäjän paratiisina, sillä täällä kasvaa tuhansia sienilajeja, joista monet ovat syötäviä, kuten herkkutatti, kantarelli, suppilovahvero ja viljellyt sienet. Myrkyllisiä sieniä on noin parikymmentä, mutta riittää, että sienestäjä tuntee turvalliset ruokasienet. Hyvinä sienivuosina kerätään yli 16 miljoonaa kiloa sieniä, joista suurin osa päätyy kotitalouksien omaan käyttöön ja noin miljoona kiloa myyntiin. Herkkutatti on nykyään kerätyin ja kaupallisesti tärkein sienilaji sekä merkittävä vientituote. Sienestys on paitsi edullinen ja terveellinen ruokaharrastus, myös mukavaa ulkoilua ja liikuntaa, vaikkei saalista aina löytyisikään. (Ruokavirasto n.d.)

Luonnosta löytyvät sienet tarjoavat monipuolisia ja ravinteikkaita ominaisuuksia ruoanvalmistukseen. Näissä elintarvikkeissa on huomattava määrä vettä, ravintokuitua sekä tärkeitä kivennäisaineita, kuten kaliumia ja fosforia sekä

pieniä määriä proteiinia ja B-ryhmän vitamiineja. Sienet eivät luonnostaan sisällä rasvaa ja niiden kaloripitoisuus on alhainen, joten ne sopivat erinomaisesti kevyiden ja terveellisten aterioiden raaka-aineeksi. (Arktiset Aromit ry n.d.)

Vegaaniruokavaliossa sieni toimii toimivana vaihtoehtona ravintosisältönsä ja koostumuksensa puolesta. Sen umamipitoinen maku ja lihamainen rakenne tekevät siitä hyvän vaihtoehdon eläinperäisille tuotteille ilman eläinperäisiä ainesosia. Sienet sisältävät runsaasti proteiinia ja kuitua, ja niiden viljely vaatii vähemmän vettä ja maata verrattuna eläinperäisten tuotteiden tuotantoon, mikä tekee niistä kestävä valinnan ruokavalioon. (Savolainen ym. 2019.)

3.4 Täyssäilyke

Täyssäilykkeet ovat tuotteita, jotka on pakattu ilmatiiviisti ja kuumennettu korkeassa lämpötilassa tietyn ajan niin, että ne säilyvät huoneenlämmössä vuosia ilman lisäaineita tai kylmäsäilytystä (MT 2021). Täyssäilykkeen valmistus perustuu elintarvikkeiden sterilointiin, usein 121,1 °C:ssa. Tarkoituksena on tuhota mahdolliset taudinaiheuttajat ja itiömuodot, kuten *Clostridium botulinum*. Täyssäilykkeen valmistuksessa keskeisiä käsitteitä ovat autoklaavi, F₀-arvo ja dataloggeri, jotka liittyvät lämpökäsittelyn hallintaan ja dokumentointiin.

Tässä työssä käytössä on kuvassa 1 esitetty lasipurkki ja metallikansi. Lasipurkki täytetään niin, että kannen ja täyteen väliin jätetään noin 1,5 cm tyhjää tilaa.



Kuva 1. Lasipurkki ja kansi

Autoklaavi

Sterilointiprosessin hallintaan käytetään autoklaavia. Autoklaavi on paineastia, jota käytetään elintarvikkeiden sterilointiin korkeassa lämpötilassa. Elintarviketeollisuudessa autoklaavia on erityisen tärkeä säilykkeiden käsittelyyn. Autoklaavin avulla voidaan saavuttaa yli 100 °C lämpötila turvallisesti ja hallitusti. Täyssäilykkeiden sterilointiin yleisesti käytetty lämpötila on 121,1 °C, jota pidetään riittävänä tuhoamaan *Clostridium botulinum* -bakteerin itiöt ja ehkäisemään botulismin riski. Riittävän lämpötilan saavuttaminen varmistetaan käytämällä dataloggeria lämpötilan reaaliaikaiseen seurantaan ja dokumentointiin koko sterilointijakson ajan. Tämä tukee sekä elintarviketurvallisuutta että viranomaisvalvontaa. (Ruokavirasto n.d.)

Autoklaavin toiminta perustuu ylipaineen ja höyryn yhdistelmään. Prosessi koostuu useista vaiheista: esikuumennus, sterilointi, paineen ylläpito ja jäähditys. Lämpötila, paine ja aika säädetään tarkasti, jotta saavutetaan haluttu mikrobiologinen turvallisuus vaarantamatta tuotteen laatua, kuten rakennetta ja makua. (Elki 2017.)

Tässä työssä käytettiin siirrettävää 24 litran autoklaavia, joka on valmistettu kokonaan ruostumattomasta teräksestä. Laitteen lämpötila ja sterilointiaika asetetaan painikkeilla ja valitut arvot näkyvät digitaalisessa näytössä. Autoklaavin maksimilämpötila on 126 °C ja sen mittaustarkkuus on ±1 °C tai vähemmän.

F₀-arvo

Elintarviketeollisuudessa steriloinnin tehoa arvioidaan usein F₀-arvon avulla. F₀-arvo ilmaisee sen minuuttimäärän, jonka sterilointi 121,1 °C:n lämpötilassa vastaa mikrobien tuhoutumisteholtaan todellisessa, vaihtelevassa lämpötilassa suoritettua prosessia. Laskennassa käytetään Z-arvoa, joka kuvaa, kuinka lämpötilan nousu vaikuttaa mikro-organismien kuolemisnopeuteen. Tyypillisesti Z-arvon oletusarvona käytetään 10 °C. (Steritech 2024.)

F₀-arvo lasketaan seuraavalla kaavalla (PhamaGxP 2024):

$$F_0 = \Delta t \sum 10^{\frac{T-121,1}{Z}} \quad (1)$$

missä,

Δt = lämpötila tarkasteluväli (min)

T = hetkellinen lämpötila

Z = lämpötilan nousu, joka aiheuttaa logaritmisen muutuskertoimen (tyypillisesti 10 °C)

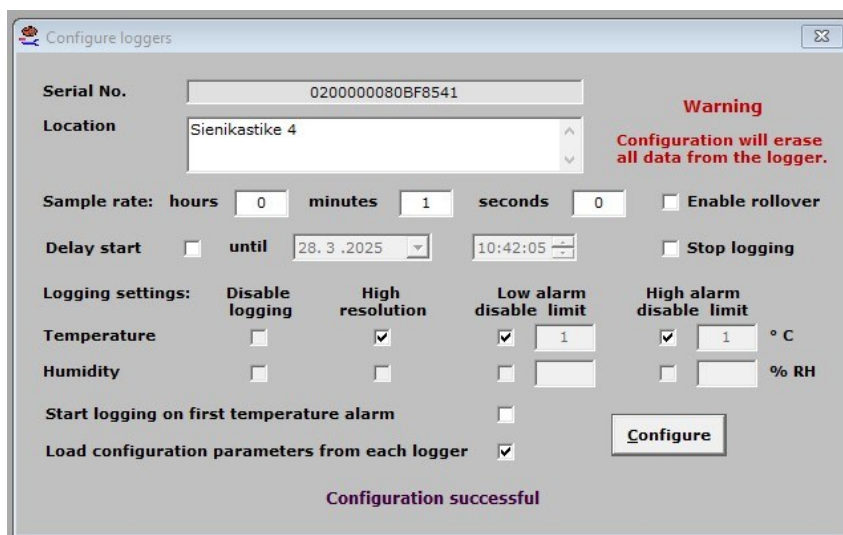
Sterilointitehoon vaikuttavat muun muassa lämpötila, käsittelyaika, tuotteen koostumus sekä pakkauksen koko ja lämmönjohtavuus (Järvinen 2016).

Dataloggeri

Dataloggeri on elektroninen mittauslaite, jota käytetään lämpötilan jatkuvaan tallennukseen sterilointiprosessin aikana (CFR 2025). Laitteen tärkeä osa sterilointiprosessien valvontaa ja erityisen keskeinen säilykkeiden valmistuksessa. Sen avulla voidaan varmistaa, että tuotteet saavuttavat vaaditun lämpötilan oikeassa ajassa. (Ruokavirasto n.d.) Dataloggeri tukee elintarviketurvallisuuden hallintaa osana HACCP-järjestelmää. Se mahdollistaa prosessin tarkan lämpötilan seurannan ja dokumentoinnin.

Tässä työssä käytettiin dataloggeri, joka soveltuu elintarvikkeiden valmistusprosessin lämpötilanseurantaan autoklaavissa. Laite on koteloitu ruostumattomasta teräksestä ja sen halkaisija on 16 mm. Sen mittausalue on +15 -+140 °C. Mittaustarkkuus on alueella +110 ... +140 C $\pm 1,5$ °C ja muualla ± 7 °C.

Laite ohjelmoitiin tallentamaan lämpötilatietoa minuutin välein korkean tarkkuuden tietokoneohjelman avulla (ks. kuva 2).



Kuva 2. Dataloggerin asetukset

Mittalaite asetettiin lasipurkin sisälle ja purkki sijoitettiin autoklaavin keskiosaan kohtaan, joka on lämpötekniisesti arvioitu prosessin kylmimmäksi (ks. kuva 3).



Kuva 3. Dataloggerin sijoitus autoklaavissa

4 Sienikastikesäilykkeen kehitysprosessi

Tämän työn tavoitteena oli kehittää vegaaninen sienikastikesäilyke, joka on sekä mikrobiologisesti turvallinen että säilyy pitkään huoneenlämmössä.

Tuotekehitys keskittyi reseptin optimointiin siten, että lopputuote olisi maultaan miellyttävä ja rakenteeltaan tasapainoinen. Samalla pyrittiin määrittämään optimaalinen sterilointilämpötila ja -aika tuotteen säilyvyyden takaamiseksi.

Säilyvyyden varmistamiseksi jokaiselle koe-erälle laskettiin F_0 -arvo.

Valmistusprosessin eri vaiheet, kuten resepti, raaka-aineiden kulutus, erätiedot, sterilointiparametrit, autoklaavin ja dataloggerin säädöt sekä valmistuksen aistinvaraiset havainnot, dokumentoitiin Excel- ja Word-ohjelmien avulla.

4.1 Raaka-aineiden valintaa ja hankinta

Sienikastikesäilykkeen tuotekehityksessä painotettiin kotimaisten ja lähellä tuotettujen raaka-aineiden käyttöä. Erityisesti keskityttiin herkkusieneen (*Agaricus bisporus*), joka on Suomessa yleisimmin viljelty ja käytetty ruokasieni.

Herkkusienet hankittiin lähikaupasta suomalaiselta tuottajalta. Ne olivat tuoreita, hyvälaatuisia ja helposti saatavilla. Tuoreus ja laatu ovat keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat suoraan sekä tuotteen makuun että sen säilyvyyteen, erityisesti sterilointia vaativissa säilykkeissä.

Sienten käyttö tuo tuotteeseen ravitsemuksellisia hyötyjä ja tukee ekologista vastuullisuutta. Samalla se vastaa kuluttajatrendiin, jossa suositaan puhtaita, kasvipohjaisia ja lähituotettuja elintarvikkeita. Raaka-ainevalinnat tukevat siten sekä tuotteen laatua että kestävästä elintarvikejärjestelmän kehittämistä.

Säilykkeiden valmistuspäivänä herkkusienet puhdistettiin huolellisesti ja viipaloitiin käsittelyä varten.

4.2 Reseptin kehittäminen

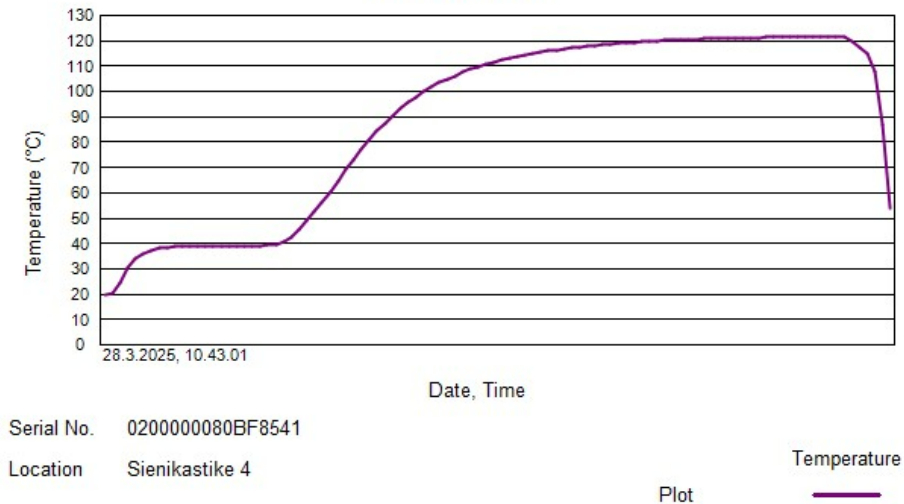
Tässä työssä kehitetty vegaanisen sienikastikesäilykkeen resepti pohjautui aiemmin itse kehitettyyn reseptiin, jota on muokattu ja parannettu tuoteturvallisuuden, säilyvyyden ja aistinvaraisten ominaisuuksien näkökulmasta. Reseptin kehitysprosessiin kuului useita testieriä, joiden avulla optimoitiin tuotteen makua, rakennetta ja koostumusta. Jokaisen testierän jälkeen suoritettiin aistinvarainen arviointi tuotteen vahvuuksien ja kehityskohteiden kartoittamiseksi.

4.3 Testierien valmistaminen pienimuotoisesti

Kehitysprosessin aikana valmistettiin useita pienikokoisia testieriä. Niiden avulla pyrittiin tarkentamaan tuotteen ulkonäkö, tuoksu, maku, rakenne ja F_0 -arvo, että mikrobiologisesti turvallisen tuotteen. Testierät pohjautuivat erikseen suunniteltuun reseptiin, jota muokattiin prosessin aikana tehtyjen mittausten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella.

Tarkkaa valmistusprosessia ja reseptin yksityiskohtia ei avata tässä työssä luottamuksellisen tiedon vuoksi. Prosessin aikana keskityttiin erityisesti raaka-aineiden mittasuhteiden, kuumennusparametrien ja tuotteen sensoristen ominaisuuksien optimointiin turvallisuuden ja laadun varmistamiseksi.

Jokaisen testierän sterilointiprosessin lämpötilan muutoksia seurattiin dataloggerin avulla. Ajallinen muutos laskettiin minuutin välein. Loggerin tallentamat lämpötilatiedot on esitetty kuvissa 4 ja 5. Näiden tietojen perusteella F_0 -arvo laskettiin Excel-ohjelmalla.



Kuva 4. Dataloggerin lämpökäyrä sterilointiprosessista

View and export data

Logger ID 0200000080BF8541

Location Sienikastike 4

Export

Show exception results only

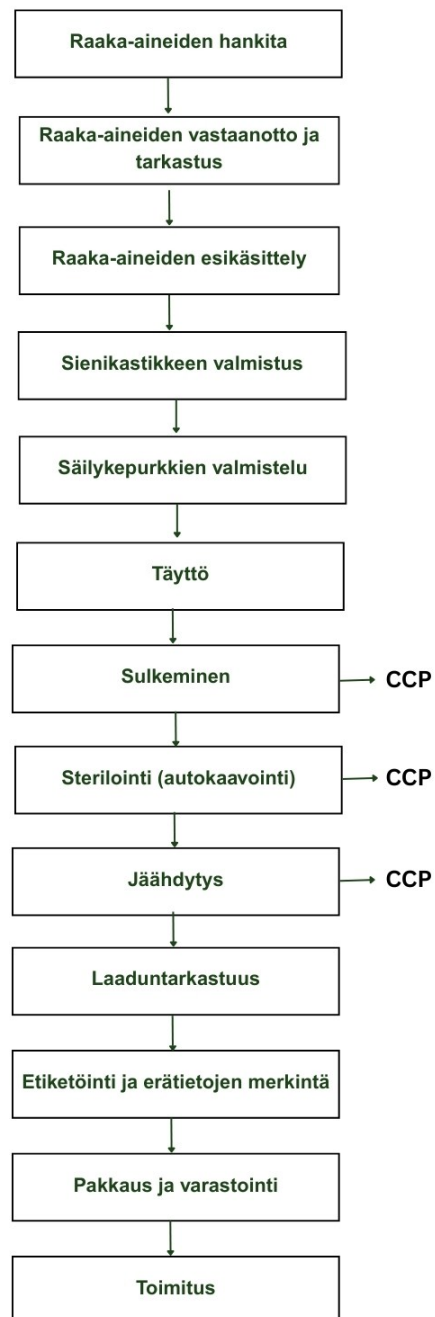
	Temperature
28.3.2025, 11.19.01	87.5625
28.3.2025, 11.20.01	90.5000
28.3.2025, 11.21.01	93.1875
28.3.2025, 11.22.01	95.6250
28.3.2025, 11.23.01	97.8750
28.3.2025, 11.24.01	99.8750
28.3.2025, 11.25.01	101.7500
28.3.2025, 11.26.01	103.3750
28.3.2025, 11.27.01	104.8750
28.3.2025, 11.28.01	106.3125
28.3.2025, 11.29.01	107.5625
28.3.2025, 11.30.01	108.7500
28.3.2025, 11.31.01	109.8125
28.3.2025, 11.32.01	110.7500

Kuva 5. Dataloggerin mittausdata steriloinnin ajalta

Jokaisesta valmistuserästä säilytettiin vähintään yksi purkki pitkäaikaisvarastointia varten, jotta tuotteeseen olisi mahdollista palata myöhemmässä vaiheessa esimerkiksi vertailua tai lisäarviointia varten.

4.4 Valmistusprosessi kaavio

Kuvassa 6 on esitetty sienikastikkeisiin valmistusprosessiin liittyvät prosessivaiheet.



CCP = Critical Control Points/Kriittinen hallintapiste

Kuva 6. Sienikastikesäilykkeen valmistusprosessikaavio

4.5 Aistinvarainen arviointi

Aistinvarainen arviointi tarkoittaa tuotteen havaittavien ominaisuuksien tutkimista aistien, kuten näön, kuulon, tuntoaistin, hajun ja maun avulla. Aistinvarainen arviointi on merkittävä osa tuotekehitystä, sillä sen kautta saadaan tietoa tuotteen laadusta ja siitä, miten hyvin se miellyttää kuluttajia. Aistinvarainen tutkimus kattaa tiedon keruun, sen yhdistelyn, analysoinnin ja tulosten tulkinnan. (Tuorila ym 2008.)

Valitulle sienikastikesäilykkeelle suoritettiin aistinvarainen arviointi viisi päivää autoklaavoinnin jälkeen. Arvioinnissa tarkasteltiin tuotteen hajua, ulkonäköä, makua ja rakennetta. Aistinvaraiseen arviointiin osallistui 16 henkilöä, joista suurin osa oli Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoita ja osa tuotteen kehittäjän tuttavina. Kyselylomakkeet toteutettiin Microsoft Forms -sovelluksen avulla, vastaukset kerättiin anonymisti ja maisteluhetkellä arvioijia on oikeus keskeyttää maistaminen milloin tahansa ilman, että tarvitsee selittää syytä.

Ennen maistelua osallistujille annettiin ohjeistus: ensin tulee tarkastella tuotetta visuaalisesti, nuuhkaista sen tuoksua, maistaa ja lopuksi arvioida kokonaisuus vastaamalla lomakkeeseen. Osallistujilta pyydettiin myös suostumus (lupa osallistua) arviointiin. Kaikki osallistujat osallistuivat vapaaehtoisesti ja olivat tutustuneet tuotteen raaka-aineisiin sekä mahdollisiin allergeeneihin, ks. kuva 7.

1. Osallistun maistamiseen vapaaehtoisesti ja olen perehtynyt edellä mainittuihin raaka-aineisiin ja mahdollisiin allergeeneihin

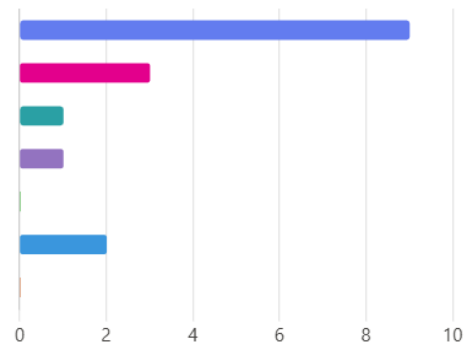


Kuva 7. Suostumuskysely

Vastaajia oli eniten ikäryhmässä 18-24 vuotta (yhdeksän henkilöä). Muissa ikäryhmissä oli yhteensä seitsemän vastaajaa. Jakauma on nähtävissä tarkemmin kuvassa 8.

2. Minun ikäryhmäni

● 18–24 vuotta	9
● 25–31 vuotta	3
● 32–38 vuotta	1
● 39–45 vuotta	1
● 46–52 vuotta	0
● 53–59 vuotta	2
● 60 vuotta - yli	0

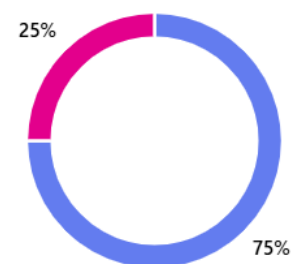


Kuva 8. Aistinvarainen arviointi: ikäryhmä

Arvioijista oli 75 % naisia ja 25 % miehiä, katso kuva 9.

3. Minun sukupuoliini

● Nainen	12
● Mies	4
● Muu/en halua kertoa	0



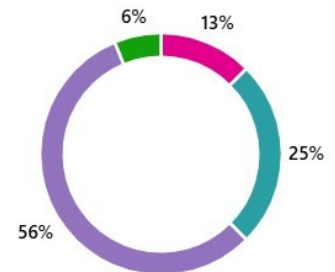
Kuva 9. Aistinvarainen arviointi: sukupuoli

Ulkonäköä koskevat kysymykset esitettiin kyselylomakkeen kohdissa 4 ja 5. Vastaajista 56 % arvioi kastikkeen värin ja yleisilmeen melko houkuttelevaksi, 25 % neutraaliksi, 13 % hieman epähoukuttelevaksi ja 6 % erittäin houkuttelevaksi.

Sienipalojen koon houkuttelevuutta arvioitaessa tulokset jakautuivat samalla tavalla, 56 % piti kokoa melko houkuttelevana, 25 % neutraalina, 13 % hieman epähoukuttelevana ja 6 % erittäin houkuttelevana (ks. kuva 10).

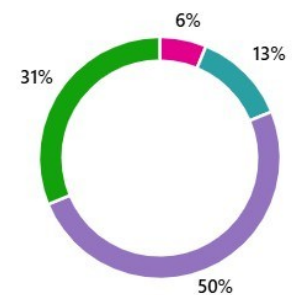
4. Kuinka houkuttelevaksi arvioit kastikkeen värin ja ulkonäön?

● 1 = ei houkutteleva	0
● 2 = hieman epähoukutteleva	2
● 3 = neutraali	4
● 4 = melko houkutteleva	9
● 5 = erittäin houkutteleva	1



5. Ovatko sienipalojen koot tasaiset ja sopivat?

● 1 = erittäin epätasaiset	0
● 2 = melko epätasaiset	1
● 3 = kohtalaisesti tasaiset	2
● 4 = melko tasaiset ja sopivat	8
● 5 = täysin tasaiset ja sopivat	5



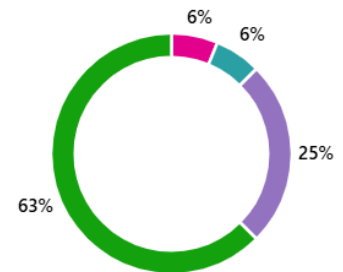
Kuva 10. Kysely: ulkonäkö

Tuoksua koskevat kysymykset esitettiin kyselylomakkeen kohdissa 6 ja 7. Vastaajista 63 % arvioi kastikkeen tuoksun erittäin miellyttäväksi, 25 % melko miellyttäväksi, 6 % neutraaliksi ja 6 % hieman epämiellyttäväksi.

Kastikkeen sienimäistä tuoksua arvioitaessa 31 % piti tuoksua erittäin voimakkaana, 31 % kohtalaisena, 25 % melko voimakkaana ja 13 % hieman sienimäisenä (ks. kuva 11).

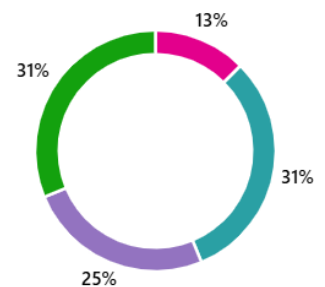
6. Kuinka miellyttävä kastikkeen tuoksu on?

● 1 = epämiellyttävä	0
● 2 = hieman epämiellyttävä	1
● 3 = neutraali	1
● 4 = melko miellyttävä	4
● 5 = erittäin miellyttävä	10



7. Onko kastikkeessa tunnistettavissa sienimäistä tuoksua?

● 1 = ei ollenkaan	0
● 2 = hieman sienimäinen tuoksu	2
● 3 = kohtalainen sienimäinen tuoksu	5
● 4 = melko voimakas sienimäinen tuoksu	4
● 5 = erittäin voimakas sienimäinen tuoksu	5



Kuva 11. Kysely: tuoksu

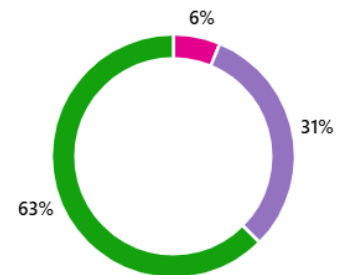
Rakennetta koskevat kysymykset esitettiin kyselylomakkeen kohdissa 8 ja 9. Sienipalojen suutuntumaa arvioitaessa 63 % vastaajista piti koostumusta

erittäin miellyttävänä, 31 % melko miellyttävänä ja 6 % hieman epämiellyttävänä.

Kastikkeen viskositeettia arvioitaessa 56 % vastaajista koki koostumuksen sopivaksi ja oikeanlaiseksi, kun taas 44 % piti sitä hieman liian ohueksi (ks. kuva 12).

8. Miten miellyttävästi sienipalojen koostumus tuntuu suussa?

● 1 = epämiellyttävä	0
● 2 = hieman epämiellyttävä	1
● 3 = neutraali	0
● 4 = melko miellyttävä	5
● 5 = erittäin miellyttävä	10



9. Kuinka viskoosiksi arvioit kastikkeen koostumuksen?

● 1 = liian ohut	0
● 2 = hieman liian ohut	7
● 3 = sopiva, oikea koostumus	9
● 4 = hieman liian paksu	0
● 5 = liian paksu	0



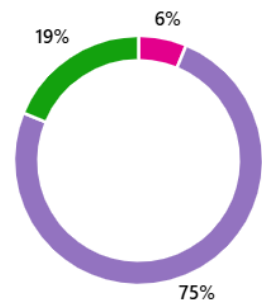
Kuva 12. Kysely: rakenne

Makua koskevat kysymykset esitettiin kyselylomakkeen kohdissa 10 ja 11. Kastikkeen täyteläisyyttä arvioitaessa 75 % vastaajista piti makua melko täyteläisenä, 19 % erittäin täyteläisenä ja 6 % hieman vetisenä.

Maultaan kastiketta pidettiin pääosin tasapainoisena: 56 % arvioi maun olevan lähes täydellisesti tasapainoinen, 25 % täydellisesti tasapainoinen ja 19 % kohtalaisen tasapainoinen (ks. kuva 13).

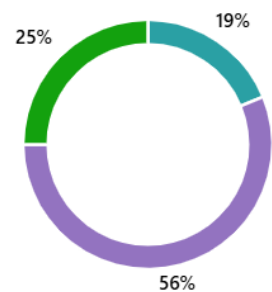
10. Kuinka täyteläiseksi arvioit kastikkeen maun?

● 1 = erittäin vetinen	0
● 2 = hieman vetinen	1
● 3 = kohtalainen	0
● 4 = melko täyteläinen	12
● 5 = erittäin täyteläinen	3



11. Onko maku tasapainoinen?

● 1 = erittäin epätasapainoinen	0
● 2 = melko epätasapainoinen	0
● 3 = kohtalaisen tasapainoinen	3
● 4 = lähes täydellisesti tasapainoinen	9
● 5 = täydellisen tasapainoinen	4

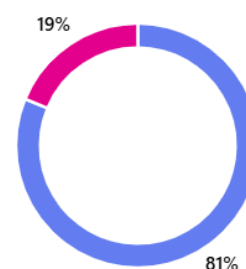


Kuva 13. Kysely: maku

Arvioijista 81 % ilmoitti ostavansa tuotteen, mikäli se olisi saatavilla kaupassa. Sen sijaan 19 % vastaajista ei ollut kiinnostunut ostamaan tuotetta.

12. Ostaisitko tämän tuotteen, jos se olisi myynnissä kaupassa?

● Kyllä 13
● Ei 3



Kuva 14. Kysely: ostokiinnostus

Vapaa kommentin osuudessa oli saanut 11 vastausta. Vastaukset olivat positiivisia, ks. taulukko 1.

Taulukko 1. Vapaat kommentit aistinvarainen arvioinnissa

13. Vapaa kommentteja näytteestä

11 Vastaukset

1	anonymous	En pidä yleensä sienistä, mutta kastike teki niistä todella hyvän
2	anonymous	Tosi hyvä maku, hieman mausteisempi (chili) kuin mitä osasi odottaa. Tämä haitannut ainakaan minua.
3	anonymous	Erittäin maukas kastike!
4	anonymous	Todella hyvä! Tosi hyvät maut, vegaaniseksi tosi hyvä!
5	anonymous	Ihan hyvä tuote. Mausteet maistuu vähän epätasaisesti
6	anonymous	Hyvä mausteisuus
7	anonymous	Pippurin maku on hieman dominoiva. Muuten oikein hyvä ja maistuva tuote :)
8	anonymous	Kiva pieni tulisuus, sopiva suola
9	anonymous	Hyvä, vahva tulisuus
10	anonymous	Tykkään tehdä itse enemmän kastikeita kotona ja tuoreena siksi en ostaisi kaupasta
11	anonymous	Hyvä maku!

4.6 Ravintoarvojen laskeminen

Suomessa myytävien elintarvikkeiden pakkausmerkinnät ovat lakisääteisiä. Niiden tarkoituksena on varmistaa kuluttajalle riittävät ja selkeät tiedot tuotteen sisällöstä, käyttöohjeista sekä turvallisuudesta. Elintarvikelain (297/2021) ja EU:n elintarviketietoasetuksen (EU) N:o 1169/2011 mukaan pakkausmerkinnät ovat pakollisia kaikille pakatuille elintarvikkeille. Yksi keskeinen pakollinen tieto on ravintoarvomerkintä, joka auttaa kuluttajaa tekemään tietoisia ja terveellisiä valintoja. Ravintoarvoilmoituksessa on oltava ainakin seuraavat tiedot per 100 g tai 100 ml tuotetta: energiasisältö (kJ ja kcal), rasva (g), tyydyttyneet rasvahapot (g), hiilihydraatit (g), sokerit (g), proteiini (g), ja suola (g). (Ruokavirasto 2023a.)

Valitun sienikastikesäilykkeen ravintoarvot laskettiin yksikössä g/100 g.

Laskenta suoritettiin kaavalla (2) Ruokaviraston elintarviketietoja koskevan oppaan mukaisesti (Ruokavirasto 2019). Tiedot, jotka käytettiin

sienikastikesäilykkeen lopullisen ravintoarvon laskemiseen, perustui Terveyden ja hyvinvoinnin laitos-Fineli-tietokannan raaka-aineiden ravintosisältötietoihin (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d). Sienikastikesäilykkeen ravintoarvot esitetty taulukossa 2.

Ravintoarvojen laskukaava:

$$\text{Ravintoarvo per } 100 \text{ g} = \left(\frac{\text{Kokonaisravintoarvo}}{\text{Kypsäpaino}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Taulukko 2. Sienikastikesäilykkeen ravintoarvot (g/100 g)

Per 100 g sienikastikkeita	
Energia	279,0 kJ
Energia	67,0 kcal
Rasva	3,3 g
-josta tyydyttyneitä	0,3 g

Hiilihydraatteja	7,0 g
-josta sokereita	3,0 g
Proteiinia	2,0 g
Suolaa	1,0 g

4.7 Vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet (HACCP)

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points, suomeksi vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet) -järjestelmä on elintarviketurvallisuuden hallintaan kehitetty menetelmä. Pää tavoitteena on tunnistaa ja hallita vaaratekijät työvaiheissa, jotka voivat uhata elintarvikkeen turvallisuutta. Ruokaviraston ohjeen mukaan HACCP-järjestelmä parantaa tuoteturvallisuutta, edistää prosessien ymmärrystä ja tuo esiin kehityskohteita esimerkiksi laite- ja hygieniakäytännöissä. Menettely ei pelkästään kohdenna omavalvontaa tehokkaammin, vaan lisää myös yrityksen omaa asiantuntemusta tuotteista ja tuotantoprosesseista. (Ruokavirasto 2023b.)

Vaarojen arviointi

Vaarojen arviointi tarkoituksena on tunnistaa mahdolliset riskit, joita voi ilmetä tuotantoprosessin aikana. Kun nämä vaarat tunnetaan etukäteen, niitä voidaan hallitusti vähentää, jotta lopputuotteesta saadaan turvallinen. (Ruokavirasto 2023c.) Sienikastikesäilykkeen valmistusprosessin vaiheisiin liittyvä vaarojen arviointi on esitetty ks. taulukko 3.

Taulukko 3. Vaarojen arviointi sienikastikesäilykkeen prosessivaiheissa

Prosessivaihe	Mahdollinen vaara	Vaaran tyyppi	Vaaran syy	Ehkäisevä toimenpide
Raaka-aineiden hankinta	Saastuneet tai huonolaatuiset raaka-aineet	Biologinen / kemiallinen	Toimittajan puutteellinen valvonta	Luotettavat toimittajat, toimittajien auditointi
Raaka-aineiden vastaanotto ja tarkastus	Kontaminoituneet tai pilaantuneet raaka-aineet	Biologinen	Heikko vastaanottotarkastus	Tarkka visuaalinen ja lämpötilatarkastus
Raaka-aineiden esikäsittely	Ristikontaminaatio	Biologinen	Likaiset välineet, huono hygienia	Hygieniaikäntö ja puhdistus
Sienikastikkeen valmistus	Riittämätön kuumennus	Biologinen	Lämpötila ei tarpeeksi korkea	Lämpötilan seuranta ja ohjeistettu kuumennusaika
Säilykepurkkien valmistelu	Pakkausmateriaalin kontaminaatio	Biologinen / fyysinen	Likaiset tai vialliset purkit	Puhdistus, silmämääräinen tarkastus
Täyttö	Kontaminaatio	Biologinen	Aseptisten käytäntöjen puute	Aseptinen täyttö, hygieniakoulutus
Sulkeminen	Vuotavat purkit	Fyysinen	Virheellinen sulkeminen	Suljentalaitteen säätö ja testaus
Sterilointi (autoklaavointi)	Clostridium botulinum	Biologinen	Liian lyhyt aika tai matala lämpötila	F ₀ -arvon laskenta ja dataloggerin käyttö
Jäähdytys	Mikrobikasvu	Biologinen	Hidas jäähdytys	Nopea jäähdytys, ajanseuranta
Laaduntarkastus	Vialliset tuotteet jäävät huomaamatta	Fyysinen / laadullinen	Puutteellinen tarkastus	Näytepurkit, visuaalinen ja aistinvarainen tarkastus
Etiketöinti ja erätietojen merkintä	Väärät tiedot	Hallinnollinen	Virhe merkinnässä	Tarkistus ja kahden henkilön tarkastus
Pakkaus ja varastointi	Pakkauksen vaurioituminen	Fyysinen	Huono käsittely	Varovainen käsittely, asianmukaiset olosuhteet
Toimitus	Lämpötilan nousu tai pakkausvaurio	Biologinen / fyysinen	Kuljetusolosuhteet huonot	Luotettava logistiikka ja lämpötilaseuranta

Kriittinen hallintapiste (Critical Control Points) arviointi

Kriittinen hallintapiste (CCP) on tuotantoprosessin vaihe, jota on valvottava, jotta elintarvikeeturvallisuutta uhkaavat vaarat voidaan ehkäistä tai vähentää hyväksyttävälle tasolle. CCP määritetään HACCP:n toisen periaatteen

mukaisesti vaarojen arvioinnin ja prosessikaavion perusteella. Kaikki vaiheet eivät ole CCP:itä, koska jotkin vaarat voidaan hallita myöhemmissä vaiheissa. CCP:lle on ominaista, että vaara voi aiheuttaa terveystarvian, se voidaan havaita tai mitata, sitä voidaan hallita ja sille voidaan asettaa kriittinen raja. Mikäli raja ylittyy, tarvitaan korjaavia toimenpiteitä. Tyypillisiä CCP-esimerkkejä ovat helposti pilaantuvien raaka-aineiden vastaanotto, lämpökäsittely, jäähdytys, säilöntäaineen lisäys ja pakkaus. (Ruokavirasto 2024.) Sienikastikesäilykkeen valmistusprosessin vaiheisiin liittyvä kriittinen hallintapiste arviointi on esitetty ks. taulukko 4.

Taulukko 4. Kriittinen hallintapiste sienikastikesäilykkeen prosessivaiheissa

Prosessivaihe	Onko vaihe Kriittinen hallintapiste (CCP)	Hallintakeino ja hallintatoimenpide
Raaka-aineiden hankinta	Ei	Laadunvalvonta tarkistetaan vastaanotossa, mutta ei ole lopullinen valvontapiste.
Raaka-aineiden vastaanotto ja tarkastus	Ei	Vaara voidaan havaita ja ehkäistä, mutta ei yksinään riitä CCP:ksi.
Raaka-aineiden esikäsittely	Ei	Hygienia vaikuttaa laatuun, mutta ei ratkaiseva turvallisuuden kannalta.
Sienikastikkeen valmistus	Ei	Lämpökäsittely ei vielä riitä Clostridium botulinum -riskin hallintaan.
Säilykepurkkien valmistelu	Ei	Materiaalien tarkastus ei ole yksinään kriittinen turvallisuuden kannalta.
Täyttö	Ei	Hygienia ja prosessin hallinta tärkeitä, mutta ei viimeinen estopiste.
Sulkeminen	Kyllä	Tiiviys on kriittistä steriloinnin onnistumiselle.
Sterilointi (autoklaavointi)	Kyllä	Tärkein CCP: botulismiriski poistuu oikealla F_0 -arvolla.
Jäähdytys	Kyllä	Estää mikrobien kasvua; vaikutus turvallisuuteen välitön.
Laaduntarkastus	Ei	Tunnistaa virheitä, mutta ei estä vaarojen toteutumista.
Etiketöinti ja erätietojen merkintä	Ei	Hallinnollinen tarkkuus tärkeää, mutta ei vaikuta mikrobiologiseen laatuun.
Pakkaus ja varastointi	Ei	Oikein steriloitu tuote säilyy, ei kriittinen riski.
Toimitus	Ei	Tuote säilyy huoneenlämmössä; kuljetus ei ole riski säilykkeelle.

Kriittisten rajojen arviointi

Jokaiselle kriittiselle hallintavaiheelle määritellään ohjearvot ja rajat, joiden avulla varmistetaan vaarojen hallinta. Kriittiset rajat ovat mitattavia minimi- tai maksimiarvoja (esim. lämpötila, aika), jotka erottavat hyväksyttävän ja ei-hyväksyttävän tilanteen. Rajat voivat perustua viranomaismääräyksiin tai tutkimustietoon. (Ruokavirasto 2023d.) Sienikastikesäilykkeen valmistusprosessin vaiheisiin liittyvä kriittisten rajojen arviointiin esitetty ks. taulukko 5.

Taulukko 5. Kriittinen raja sienikastikesäilykkeen prosessivaiheissa

Prosessivaihe	Mahdollinen vaara	Kriittinen raja
Sulkeminen	Puutteellinen sulkeminen	Kansi kiinnittynyt tiiviisti, varmistetaan visuaalisesti ja kevyesti koskettamalla kantta.
Sterilointi (autoklaavointi)	Riittämätön lämpökäsittely – Clostridium botulinum	Sterilointilämpötila 121,1 °C, riittävä F ₀ -arvo tuoteturvallisuuden varmistamiseksi.
Jäähdytys	Liian hidaskäähdytys – bakteerien kasvu	Alle 40 °C 2 tunnin kuluessa

4.8 Hiilijalanjälki analyysi

Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen, palvelun tai toiminnan aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärää koko elinkaaren ajalta. Se ilmaistaan yleensä hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e), ja siihen sisältyvät kaikki tuotantoketjun vaiheet, kuten raaka-aineiden hankinta, valmistus, kuljetus, käyttö ja hävitys. (Lappeteläinen 2019.) Hiilijalanjäljen avulla voidaan arvioida ja vertailla erilaisten tuotteiden tai prosessien ilmastovaikutuksia. Elintarviketeollisuudessa sen laskenta tukee kestävämpien valintojen tekemistä ja ympäristökuormituksen vähentämistä.

Vegaanisen sienikastikesäilykkeen ympäristövaikutusten selvittämiseksi analysointiin elintarvikeprossesille hiilijalanjälkilaskurin avulla.

Hiilijalanjälkilaskuri elintarvikeprossille käytettiin IKE-hiilijalanjälkilaskurilla (SeAMK 2025).

Vegaanisen sienikastikesäilykkeen hiilijalanjälki laskenta perustui seuraaviin osa-alueisiin: raaka-aineet, pakkausmateriaalit, jätteet, energiankulutus ja logistiikka. Laskemisen mukaan vegaanisen sienikastikesäilykkeen hiilijalanjälki on 0,49 kg CO₂ per tuotettu kilogramma. Sienikastikesäilykkeen valmistukseen päästöistä 57,39 % syntyi raaka-ainesta, 20,38 % pakkausmateriaalista, jätteet 2,21 %, energia 5,95 % ja logistiikka 14,07 % (ks. taulukko 6).

Taulukko 6. Sienikastikesäilykkeen hiilijalanjälkilaskennan tulokset (SeAMK 2025)

Yhteenveto tuotteen hiilijalanjäljestä:	Fossiiliset päästöt		100,00 %
	kg CO₂	kg CO₂ / kg tuotetta	%-osuus
Raaka-aineet	0,60	0,28	57,39 %
Pakkausmateriaalit	0,21	0,10	20,38 %
Jätteet	0,02	0,01	2,21 %
Energia	0,06	0,03	5,95 %
Logistiikka	0,15	0,07	14,07 %
Kaikki päästöt yhteensä	1,04	0,49	100 %
Sivuvirroille kohdennetut päästöt	0,00	0,00	0,00 %
Tuotteen päästöt annetuilla määrillä:	1,04	0,49	100,00 %

5 Tulokset

Tässä luvussa esitellään kehitetyn vegaanisen sienikastikesäilykkeen keskeiset tulokset. Tuote kehitettiin useiden testierien ja aistinvaraisten arviointien perusteella. Lopputuotteessa yhdistyvät hyvä säilyvyys, miellyttävä maku ja vastuullinen tuotantoprosessi. Tulokset sisältävät tuotteen visuaalisen esittelyn, ravintoarvot, valmistusprosessikaavion sekä HACCP- ja hiilijalanjälkianalyysin yhteenvedot.

Valmiin tuotteen visuaalinen ilme: vegaaninen sienikastikesäilyke

Kuvassa 15 on esitetty lopullinen tuotekuva valmiista vegaaninen sienikastikesäilykkeestä. Tuote on pakattu 200 ml:n lasipurkkiin, jossa on metallikansi. Ulkonäöltään sienikastikesäilyke on ruskehtavan kermanainen, sisältäen tasaisesti leikattuja sienipaloja ja selkeän rakenteen.



Kuva 15. Valmis vegaaninen sienikastikesäilyke purkissa

Resepti kehitys

Sisältää luottamuksellista tietoa.

Testierien valmistusprosessi

Sisältää luottamuksellista tietoa.

Sienikastikesäilyke valmistusprosessikaavio

Kuvassa 6 on esitetty vegaaninen sienikastikesäilyke valmistusprosessin vaiheittainen kulku raaka-aineiden hankinnasta valmiin tuotteen toimitukseen. Prosessi sisältää 13 vaihetta ja noudattaa HACCP-periaatteita.

Aistinvarainen arviointi tulokset

Aistinvarainen arviointi suoritettiin viiden päivän kuluttua steriloinnista. Arvioinnissa osallistui 16 henkilöä. Tuotteen ulkonäkö, tuoksu, maku ja rakenne arvioitiin asteikolla 1–5. Arvioijista 56 % piti tuotetta houkuttelevana ulkonäöltään, 63 % miellyttävänä tuoksultaan, 75 % täyteläisenä maultaan ja 63 % miellyttävänä sienenpalojen rakenneltaan. Suurin osa arvioijista (81 %) ilmoitti ostavansa tuotteen, jos se olisi myynnissä kaupassa. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkejä arvioijien antamista positiivisista kommentteista sienikastikkeesta.

Sienikastikesäilyke ravintoarvot

Sienikastikesäilyke sisältää vain 67 kcal energiaa per 100 g, mikä tekee siitä kevyen vaihtoehdon. Rasvapitoisuus on alhainen (3,3 g), ja tyydyttyneiden rasvojen osuus vain 0,3 g. Hiilihydraatteja on 7,0 g, joista sokereita 3,0 g. Proteiinia tuotteessa on 2,0 g ja suolaa 1,0 g. Nämä arvot osoittavat, että tuote

on vähärasvainen ja kohtuullisesti hiilihydraatteja ja suolaa sisältävä vaihtoehto, joka sopii erinomaisesti osaksi terveellistä ja tasapainoista vegaanista ruokavaliota.

HACCP-arviointi tulokset

HACCP-järjestelmä laadittiin koko valmistusprosessin kattavaksi. Kriittiset hallintapisteet (CCP) tunnistettiin kannen sulkemisessa, steriloinnissa ja jäädytyksessä. Kriittisille pisteille määritettiin rajat: sterilointilämpötila 121,1 °C ja F_0 -arvo ≥ 3 . HACCP-dokumentaatio sisälsi myös tarkastuslistat, mittausdatan (dataloggeri), sekä korjaavat toimenpiteet poikkeustilanteisiin.

Hiilijalanjälkianalyysi tulokset

Tuotteen hiilijalanjälki arvioitiin yksinkertaistetulla laskentamallilla, jossa huomioitiin raaka-aineiden, pakkauksen, jätteiden, energian ja logistiikan osuus. Sienikastikesäilykkeen hiilijalanjälki on 0,49 kg CO₂ per tuotettu kilogramma, suurin päästövaikutus syntyi 57,39 % raaka-aineiden ja 20,38 % pakkauksen osuudesta.

6 Pohdinta

Tuotekehitystyön lopputulos vastasi pääosin sille asetettuja tavoitteita, vaikka prosessi osoittautui monivaiheiseksi ja vaativaksi. Tuotteen onnistunut toteutus edellytti toistuvia testieräitä, tarkkaa seurantaakin sekä aistinvaraista arviointia. Jokainen kehitysvaihe vaati huolellista päätöksentekoa, erityisesti sterilointivaiheen vaikutukset makuun ja rakenteeseen nousivat merkittävään rooliin.

Kehityksen aikana havaittiin, että jopa pienet muutokset reseptissä tai lämpötilaparametreissa vaikuttivat ratkaisevasti lopputulokseen. Suurimmat haasteet liittyivät tuotteen maun ja rakenteen säilyttämiseen steriloinnin jälkeen. Lämpökäsittely vaikutti sekä sienten suutuntumaan että kastikkeen koostumukseen. Lopulliseen tulokseen pääseminen vaati useita säätökierroksia.

Maustamisen hienosäätö oli myös tärkeässä roolissa. Se vaikutti suoraan tuotteen tasapainoiseen makuprofiiliin ja hyväksyttävyyteen. Kehitystyö vahvisti, että tarkkuus yksityiskohdissa on ratkaisevaa onnistuneen lopputuotteen kannalta.

Tulevaisuuden kehitystyössä voisi olla perusteltua selvittää villisienten käyttömahdollisuuksia pääraaka-aineena. Koska villisienet eivät tarvitse viljelyä tai keinotekoisia ylläpitoa, niiden hyödyntäminen voisi parantaa tuotteen ympäristöystävällisyyttä. Samalla voitaisiin tutkia uusia makuvaihtoehtoja ja edelleen vahvistaa tuotteen kuluttajaystävällisyyttä ilman, että elintarviketurvallisuudesta tingitään.

7 Johtopäätökset

Tuotekehitysprosessin tuloksena syntyi vegaaninen sienikastikesäilyke, joka on maultaan miellyttävä, ulkonäöltään houkutteleva, mikrobiologisesti turvallinen, säilyy pitkään huoneenlämmössä ja on ympäristöystävällinen. Kehitysprosessi osoitti, että sienet soveltuvat erinomaisesti kasvipohjaisten säilykkeiden raaka-aineeksi niiden ravintoarvojen ja luontaisen vähärasvaisuuden ansiosta.

Valmistettu tuote saavutti toivotun maun ja rakenteen useiden testierien ja aistinvaraisten arviointien perusteella. Arvioijilta saadun palautteen mukaan tuotetta pidettiin erittäin onnistuneena. Suurin osa arvioijista ilmoitti olevansa halukkaita ostamaan tuotetta, mikä viittaa sen kaupalliseen potentiaaliin.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että työ onnistui tavoitteissaan. Sen lopputuloksena syntyi valmis tuotekonsepti, jota voitaisiin viedä eteenpäin esimerkiksi pienimuotoiseen tuotantoon tai jatkokehitykseen. Opinnäytetyö tarjoaa myös arvokasta tietoa kasvipohjaisten säilykkeiden kehitysprosessista, steriloinnin hallinnasta sekä elintarvikkeiden sensorisesta arvioinnista. Se voi toimia lähtökohtana vastaaville kehitysprojekteille tulevaisuudessa.

Lähteet

Arktiset Aromit ry n.d. Sienet ravintosisältö. Viitattu 14.4.2025.

<https://www.arktisetaromit.fi/fi/sienet/ravintosisalto/>.

CFR 2025. § 113.40 Equipment and procedures. Viitattu 14.4.2025.

<https://www.ecfr.gov/current/title-21/section-113.40>.

Elintarvikelaki 297/2021. Elintarvikelaki. Viitattu 14.4.2025.

<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2021/297>.

Elki, N. 2017. Autoklaavien validointi ja optimointi. Insinööri (AMK). Bio- ja elintarviketekniikka. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.4.2025.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127040/Elki_Niina.pdf

FAO 2019. Reducing food loss and waste at scale. Viitattu 10.4.2025.

<https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2019/en/>.

Fuller, G.W. 2011. *New food product development: from concept to marketplace*. Boca Raton: CRC Press.

Hanover Research 2024. 5 Techniques to Generate New Product Ideas. Viitattu

14.4.2025. <https://www.hanoverresearch.com/insights-blog/corporate/5-techniques-to-generate-new-product-ideas/>.

Järvinen, J. 2016. Sterilointiprosessin veden virtausnopeuden vaikutus f-arvojen kehittymiseen. Opinnäytetyö (AMK). Bio -ja elintarviketekniikka. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 10.4.2025.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/114982/jani2.pdf>

Kumpulainen, J; Mäkelä, K. & Alarinta, J. 2024. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja C. Oppimateriaaleja 15. Tuotekehitystaituri, osa 1: Teknologia- ja tuotekehitys elintarvikealalla. Viitattu 14.4.2025.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/871189/SeAMK_C15.pdf

Lappeteläinen, H. 2019. Katso, löytyykö sinun ruokaympyrästäsi nämä viisi pahinta saastuttajaa. YLE. Viitattu 6.5.2025. <https://yle.fi/a/3-10603217>.

LibreTexts 2020. Fungal Forms, Nutrition, and Reproduction. Biology LibreTexts. Viitattu 14.4.2025.

https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/Map%3A_Raven_Biology_12th_Edition/31%3A_Fungi/31.02%3A_Fungal_Forms_Nutrition_and_Reproduction.

Luke 2025. Lakkakäävän potentiaali: puunjalostusteollisuuden sivuvirrat sieniviljelyn kasvualustoiksi. Viitattu 10.4.2025.

<https://www.luke.fi/fi/uutiset/lakkakaavan-potentiaali-puunjalostusteollisuuden-sivuvirrat-sieniviljelyn-kasvualustoiksi>.

MT 2021. Uskaltaako tätä syödä? Vanhenevista säilykkeistä syntyy herkkuja, kun tietää, mitä voi vielä käyttää. Viitattu 14.4.2025.

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ruoka/7d678fb7-1d95-5e11-ba90-1120e27673eb>.

PharmaGxP 2024. F0 Value in Steam Sterilization. Viitattu 14.4.2025.

<https://pharmagxp.com/process-engineering/f0-value-calculation/>.

Ruokavirasto 2019. Opas PK-yrityksille elintarvikkeista annettavat tiedot.

Viitattu 5.5.2025. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/opaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-opaat/opas_elintarvikkeista_annettavat_tiedot_fi.pdf.

Ruokavirasto 2023a. Ravintoarvomerkinnot. Viitattu 6.5.2025.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/pakkausmerkinnat-ja-markkinointi/pakolliset-elintarviketiedot/ravintoarvomerkinnot/>.

Ruokavirasto 2023b. HACCP-järjestelmä on osa elintarvikehuoneiston omavalvontaa. Viitattu 6.5.2025.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavyys/omavalvonta/haccp/>

Ruokavirasto 2023c. HACCP periaate 1: Vaarojen arviointi. Viitattu: 6.5.2025.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavyys/omavalvonta/haccp/haccp-periaate-1/>

Ruokavirasto 2023d. HACCP periaate 3: Kriittisten rajojen määrittäminen. Viitattu 6.5.2025.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavyys/omavalvonta/haccp/haccp-periaate-3/>.

Ruokavirasto 2024. HACCP periaate 2: Kriittisten hallintapisteiden määrittäminen. Viitattu 6.5.2025.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavyys/omavalvonta/haccp/haccp-periaate-2/>

Ruokavirasto n.d. Täyssäilykkeiden elintarviketurvallinen valmistus. Viitattu 14.4.2025.

https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/elintarvikkeet/elintarvikeala/ohjeet-ja-lainsaadanto/hygieninen-toiminta/tayssailykkeet_valmistus_fi.pdf.

Ruokavirasto n.d. Ruokasienet. Viitattu 14.4.2025.

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

Savolainen, S. & Konsti, S. 2019. Nuorten vegaaninen ruokavalio. Opinnäytetyö (AMK). Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala. Kuopio: Savonia ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.4.2025.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168083/ValmisVegaaniOppari.pdf>

SeAMK 2025. Ilmastokestävät Elintarvikeprosessit. Viitattu 5.5.2025.

<https://projektit.seamk.fi/kestavat-ruokaratkaisut/ilmastokestavat-elintarvikeprosessit/>

statista 2024. Plant-based food in the Nordics - statistics & facts. Viitattu 10.4.2025. <https://www.statista.com/topics/10698/plant-based-food-in-the-nordics/#topicOverview>.

Steritech 2024. How to calculate sterilization in industry? Viitattu: 14.4.2024.

<https://steritech.eu.com/en/comment-calculer-le-temps-de-sterilisation-dans-lindustrie/>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d. Fineli. Viitattu 5.5.2025.

<https://fineli.fi/fineli/fi/index>.

Tuorila, H; Parkkinen, K. & Tolonen, K. 2008. Aistit ammattikäyttöön. WSOY Oppimateriaalit Oy. Helsinki.

Ulkoministeriö n.d. Agenda 2030 – kestävän kehityksen tavoitteet. Viitattu 14.4.2025. <https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet>