



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jasmine Laitila

Autoklaavien lämpötilojen optimointi ja tehokkuuden parantaminen

Opinnäytetyö

Kevät 2022

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä: Jasmine Laitila

Työn nimi: Autoklaavien lämpötilojen optimointi ja tehokkuuden parantaminen

Ohjaaja: Matti- Pekka Pasto

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä: 4

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Atria Suomi Oy. Työn kokeellinen osuus toteutettiin Nurmossa valmisruokaosastolla. Opinnäytetyön tavoitteena oli vähentää olemassa olevia autoklaaviohjelmia, sillä yksi ohjelma sisälsi vähemmän tuotteita. Tavoitteena oli etsiä näille tuotteille uusi ohjelma ja mahdollisesti muokata ohjelman lämpökäsittelyä. Autoklaaveja käytetään valmisruoka-annosten pastörintiin ja pastörintin toteutumista tutkittiin pastörintiarvojen, eli P-arvojen avulla.

Työ aloitettiin selvittämällä, mikä ohjelma olisi mahdollinen siirtokohde. Tuotteiden lämpökäsittelyä tutkittiin lämpötilaloggereiden avulla. Lämpötilaloggereiden tiedot purettiin tietokoneelle Excel-muodossa. Tuotteiden P-arvot eivät kuitenkaan toteutuneet, joten ohjelmaa muokattiin lisäämällä lämpökäsittelyä 10 minuutilla. Muokattu ohjelma sisälsi sellaisia tuotteita, jotka voisivat kärsiä lämpökäsittelyn lisäämisestä, joten näiden laatu varmistettiin aistinvaraisesti

Muokatussa ohjelmassa tuotteiden P-arvot toteutuivat, eikä ohjelman sisältämissä tuotteissa ollut laadullisia muutoksia. Tuloksien perusteella yhdestä autoklaaviohjelmasta voitaisiin luopua, kun valmisruokaosastolla otettaisiin käyttöön muokattu autoklaaviohjelma. Muokatun ohjelman käyttöönotto nostaa tuotannon tehokkuutta, kun autoklaavien koko kapasiteetti saadaan käytettyä.

Opinnäytetyöstä on salattu autoklaavien toiminta, aistinvaraisen arvion kuvat, sekä taulukoiden osuudet, jotka sisältävät liikesalaisuuksia.

¹ Asiasanat: pastörinti, valmisruoka, lämpökäsittely, aistinvarainen arvio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Food processing and Biotechnology

Specialisation: Meat Processing and Food Technology

Author/s: Jasmine Laitila

Title of thesis: Optimizing autoclave temperatures and improving efficiency

Supervisor(s): Matti- Pekka Pasto

Year: 2022

Number of pages: 33

Number of appendices: 4

The client of this thesis was Atria Suomi Oy/Ltd. The experimental part of the work was carried out in the conventional food department in Nurmo. The goal of the thesis was to reduce the number of existing autoclave programs, as one program contains less products. The goal was to look for a new program for these products and possibly modify the heat treatment of the program. Autoclaves are used to pasteurize conventional food portions and the realization of pasteurization was studied using pasteurization values, or P-values.

The work began by figuring out which program would be a potential transfer target. The heat treatment of products was studied with the help of temperature loggers. The data of the temperature loggers was extracted to the computer in Excel format. However, the P-values of the products did not materialize, so the program was modified by extending the heat treatment time by 10 minutes. The modified program included products that could suffer from the longer heat treatment, so the quality of these products was controlled through sensory evaluation

In the modified program, the P-values of the products were realized and there were no qualitative changes. Based on the results, one autoclave program could be abandoned by introducing a modified autoclave program in the conventional food department. The introduction of a modified program will increase production efficiency when the entire capacity of autoclaves is used.

The thesis work includes encrypted autoclaves, images of sensory estimation, as well as sections of tables containing trade secrets.

¹ Keywords: pasteurization, ready food, heat treatment, sensory evaluation

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
1 JOHDANTO JA TYÖN TAVOITTEET	6
2 RUOKAMYRKYTYSTEN AIHEUTTAJAT	7
2.1 Yleistä	7
2.2 <i>Listeria monocytogenes</i>	8
2.3 <i>Clostridium botulinum</i>	10
3 VALMISRUOKIEN PROSESSOINTI	11
3.1 Valmisruoka.....	11
3.2 Aistittavat laatuominaisuudet.....	11
3.3 Pastörinti	12
3.4 Sterilointi	14
3.5 Mikrobien tuhoutuminen kuumentaaessa.....	14
3.6 Autoklaavi.....	15
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	18
5 TULOKSET	22
5.1 Loggerointien tulokset	22
5.2 Aistinvarainen arvio	26
5.3 Analysointi.....	28
6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	30
LÄHTEET	31
LIITTEET	33

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Verrokkiannos tuote C.	27
Kuva 2. Tuote C muokatussa 41 ohjelmassa.....	28
Kuvio 1. Listerioositapaukset 2000-luvun alusta	9
Kuvio 2. EBI-11 lämpötilaloggeri	14
Kuvio 3. Autoklaavivaunu	16
Kuvio 4. Työn kulku.	21
Kuvio 5. Kuvaaja ohjelmien lämpökäsittelystä.	22
Kuvio 6. Tuote B ohjelmassa 41.	23
Kuvio 7. Tuote a ohjelmassa 41.....	24
Kuvio 8. Tuote A muokatussa 41 ohjelmassa.....	25
Kuvio 9. Tuote B muokatussa 41 ohjelmassa.....	26
Taulukko 1. Autoklaaviohjelmien sisältämien tuotteiden lukumäärä.	18
Taulukko 2. Loggereiden sijainnit autoklaavissa.....	19
Taulukko 4. Loggeroitavat raaka-aineet.....	19

1 JOHDANTO JA TYÖN TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Atria Suomi Oy. Työn kokeellinen osuus toteutettiin Nurmon tuotantolaitoksella valmisruokaosastolla. Toimeksiantajan puolelta työssä oli mukana valmisruokaosaston tuotekehittäjä sekä laadunohjaaja.

Valmisruokien tuotantomäärät ovat kasvaneet viime vuosien aikana, mikä on myös luonut painetta valmisruokaosaston tuotannon toiminnalle. Tuotevalikoiman laajentumisen ja kulutuksen lisääntymisen seurauksena tuotannon tehokkuutta on nostettava. Yksi tehokkuuden nostamisen kulmakivi on tuotteiden lämpökäsittely. Suurin osa Atrian valmisruoka-annoksista pastöroidaan autoklaaveissa, jonka avulla saadaan pidennettyä tuotteiden säilyvyysaikoja. Annoksille on tehty erilaisia pastörintiohjelmaa, joihin annokset on sijoitettu koon, raaka-aineiden ja niiden ominaisuuksien mukaan.

Tämän työn tavoitteena on vähentää käytössä olevia autoklaaviohjelmaa ja näin tehostaa tuotannon toimintaa. Tarkasteltava ja mahdollisesti siirrettävä ohjelmaa sisältää vähemmän pastöroitavia tuotteita kuin muut ohjelmaa. Tavoitteena on siirtää nämä annokset toiseen ohjelmaan ja mahdollisesti muokata valittua ohjelmaa. Tarkoituksena on selvittää pastörintiarvojen eli P-arvojen avulla, toteutuuko lämpökäsittelyssä toimeksiantajan ennalta määrittelemä arvo.

Lämpökäsittelyn mahdollisessa muokkauksessa tulee ottaa huomioon, että tuotteiden laatu ja tuoteturvallisuus pysyy samana. Lämpökäsittelyn ajan lisäys varmentaa tuoteturvallisuutta, mutta voi vaikuttaa kuitenkin tuotteen laatuun negatiivisesti. Muokkaamisessa tuleekin ottaa huomioon nämä riskit. Kermaperunat, perunasose ja riisi ovat herkkiä reagoimaan lämpökäsittelyn muokkaukseen, sillä pitkät lämpökäsittelyt korkeissa lämpötiloissa voivat johtaa niiden rakenteen hajoamiseen. Näiden osalta tulee järjestää aistinvaraiset arviot, missä arvioidaan tuotteiden komponenttien rakennetta, makua ja ulkonäköä.

2 RUOKAMYRKYTYSTEN AIHEUTTAJAT

2.1 Yleistä

Valmisruoat sisältävät harmittomia mikrobeja, mutta myös patogeenisiä eli ruokamyrkytyksiä aiheuttavia (Ruokavirasto, 2019a). Näitä ovat esimerkiksi *Listeria monocytogenes* ja *Clostridium botulinum*. Mikrobit voivat päätyä tuotteisiin valmistusketjun missä vaiheessa tahansa. Oikeanlaiset olosuhteet voivat edesauttaa niiden lisääntymistä, jolloin ne saastuttavat valmisruoan ja voivat aiheuttaa syöjälle ruokamyrkytyksen. Korkean proteiinipitoisuuden omaavat raaka-aineet ovat parhaita kasvualustoja patogeeneille. Bakteerit voidaan jakaa lämmönsietokyvyn mukaan psykrotrofeiksi, mesofiileiksi ja termofiileiksi sekä hapen tarpeen mukaan aerobeiksi ja anaerobeiksi.

Patogeenisten bakteerien kasvua tuotteissa on mahdoton estää kokonaan, mutta valmistus- ja pakkausmenetelmillä on mahdollista lisätä tuotteiden säilyvyysaikaa (Björkroth, 2007a, s. 178–183). Esimerkiksi tarvittavat lämpökäsittelyt ja tuotteen lämpökäsittely suljetussa myyntipakkauksessa vähentää patogeenisten bakteerien kasvua. Elintarvikkeen pilaantuminen voi vaikuttaa tuotteen aistittaviin ominaisuuksiin, eli hajuun ja makuun, rakenteeseen ja tämän seurauksena ulkonäköön. Ruokamyrkytyksiä aiheuttavan patogeenibakteerien lisääntyminen tuotteessa ei kuitenkaan aina ole aistittavissa. Pilaantumisen aiheuttajamikrobit jaetaankin tämän perusteella kahteen eri ryhmään; pilaantumisen ja aistinvaraisia ominaisuuksia aiheuttaneisiin mikrobeihin ja tuotteessa lisääntyviin, jotka eivät aiheuta aistittavia muutoksia.

Elintarvikkeen pilaantuminen voidaan havaita aistinvaraisella arviolla sekä mikrobiologisesti laskemalla pesäkkeen muodostavat yksiköt per gramma eli PMY/g-arvot (Björkroth, 2007b, s. 181–182). Elintarvikkeesta voidaan myös määrittää pH-arvo, joka kertoo, onko tuotteessa tapahtunut maitohappokäymistä. Maitohappokäyminen alentaa elintarvikkeen pH-arvoa.

Valmisruoissa on siis riski patogeenien lisääntymiselle, sillä esimerkiksi pakastettuja raaka-aineita käytetään usein valmisaterioiden komponentteina. Valmisruoat ovat myös usein hyvin proteiinipitoisia, jolloin ne ovat bakteereilla hyviä kasvualustoja.

2.2 *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes on yksi *Listeria*-sukuun kuuluva patogeeninen bakteeri, jota esiintyy maaperässä sekä ympäristössä (Ijäs & Välimäki, 2002, s. 31). Valmisruokien valmistuksen lisääntyminen ja pitkät säilyvyysajat ovat uhkana *L. monocytogenes* kasvulle tuotteissa, minkä vuoksi Ruokavirasto (2020) määrittelee lämpimänä syötävät valmisruoat yhdeksi *L. monocytogenes* mahdolliseksi kasvualustaksi. *L. monocytogenes* on elintarviketeollisuudessa yksi vaikeimmista torjuttavista ruokamyrkytysbakteereista, sillä se säilyy matalissakin lämpötiloissa pakastetuissa tuotteissa, kuten pakastevihanneksissa (Johansson, 2010, s. 56).

L. monocytogenes kasvuolosuhteet ovat laajat, sillä se pystyy lisääntymään hapellisissa eli aerobisissa sekä hapettomissa anaerobisissa olosuhteissa (Ruokavirasto, 2021). Lisäksi se pystyy lisääntymään myös $-0,4-45$ °C, minkä vuoksi elintarvikkeiden tarpeeksi suuri lämpökäsittely on tärkeää *L. monocytogenes* aiheuttamien ruokamyrkytysten ehkäisemisessä. Bakteerin tuhoaminen vaatii $+72$ °C kuumennuksen tuotteelle. Elintarvikkeiden tuotantotilat tulee pitää puhtaana ja tuotteen käsittely kuumennuksen jälkeen tulee pitää hygieenisenä ja minimissä, jotta jälkisaastumiselta voidaan välttyä (Ruokavirasto, 2020). Jälkisaastumisella tarkoitetaan, kun lämpökäsittelyn jälkeisessä käsittelyssä, esimerkiksi pakkaamisessa ja siivutuksessa tuotteeseen pääsee *L. monocytogenes*-bakteereja. Tässä työssä käsitellään suljettuna lämpökäsiteltyjä tuotteita, joten jälkisaastumisen vaaraa on hyvin pieni. Jälkisaastuminen voi olla kuitenkin mahdollista, jos esimerkiksi pakkauksen saumat vuotavat tai pakkauksessa on reikä.

Listerioosi. Listerioosi on *Listeria monocytogenes* aiheuttama tauti, joka terveellä henkilöllä aiheuttaa yleensä vain lieviä oireita (Ruokavirasto, 2020). Kuitenkin listerioosi voi olla alentuneen vastustuskyvyn omaavalle henkilölle hengenvaarallinen, sillä jopa 25 % on vaara menehtyä listerioosin aiheuttamaan tautiin. Raskaana olevilla naisilla on suuri mahdollisuus saada keskenmeno listerioosiin sairastuttuaan ja vastasyntyneillä se aiheuttaa usein aivokalvontulehduksia. Listerioosin aiheuttajaa on usein hankala selvittää, sillä taudilla on pitkät itämisajat. Aiheuttajana voivat kuitenkin olla vihannekset, kalat, valmisruoat ja maitotuotteet.

Listeria monocytogenes voi aiheuttaa tyypillisen ruokamyrkytyksen, jonka oireina on ripuli ja oksentaminen (Anttila, 2021). *L. monocytogenes* aiheuttamassa listerioosissa rajuja

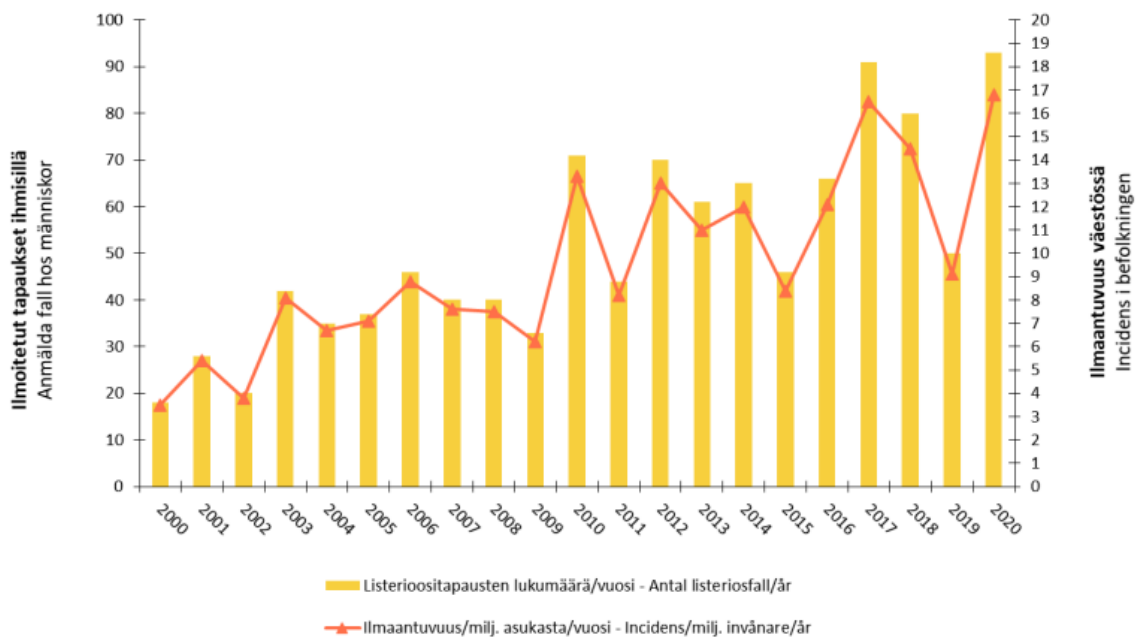
suolisto-oireita ei tyypillisesti tule, vaan oireina voi olla kuume, päänsärky, aivokalvontulehdus, verenmyrkytys ja lievä ripuli. Tämän vuoksi sairauden toteaminen on yleensä hankalaa.

Listerioosin ehkäisemiseksi Ruokavirasto (2020) suosittelee säilyttämään elintarvikkeet alle +6 °C:seen, käyttämään avatut pakkaukset mahdollisimman nopeasti, sekä ennen viimeistä käyttöpäivää. Lisäksi henkilön, jolla on alentunut vastustuskyky, tulee kuumentaa valmisruoat kiehuvaan ennen syömistä.

Ruokaviraston (2021) mukaan Suomessa tavataan listerioositapauksia 20–45 kappaletta vuosittain. Ruokavirasto on kerännyt kuvioon 1 tietoa listerioositapauksista THL:n tartuntatautirekisteristä 2000-luvun alusta saakka. Kuvioista 1 voidaan huomata listerioositapauksien määrän nousua vuodesta 2010 eteenpäin.

Listerioositapaukset ihmisillä

Listeriosfall hos människor



Kuvio 1. Listerioositapaukset 2000-luvun alusta (Ruokavirasto, 2021).

2.3 Clostridium botulinum

Clostridium botulinum on anaerobinen itiöllinen bakteeri, joka voi kasvaa tyhjiöpakatuissa elintarvikkeissa sekä säilykkeissä (Korkeala & Lindström, 2007, s. 38–42). Valmisruoat pakataan usein suojakaasuun, joten *C. botuliniumin* lisääntymisen vaara on usein pieni. Bakteereita on nykytiedon mukaan neljää eri kantaa, jotka jaetaan ryhmiin I–IV. I- ja II-ryhmän *C. botulinumia* voi esiintyä elintarvikkeissa, jolloin ne pystyvät tuottamaan botulinumneurotoksiinia, joka on voimakas luonnollinen myrkkä. Bakteerin kyky tuottaa itiöitä hankaloittaa sen tuhoamista. I-ryhmän *C. botuliniumin* itiöiden tuhoaminen vaatii yleensä lämpökäsittelyn autoklaavissa 121 °C lämpötilassa ja II-ryhmän itiöt ovat tuhottavissa pastörintilämpötiloissa.

Valmisruoissa voi päästä lisääntymään II-ryhmän *C. botulinium* patogeenibakteereja (Lindström, 2007b, s. 248–249). Tämän ryhmän bakteerin itiöitä esiintyy maaperässä ja vesistöissä, mistä ne voivat siirtyä valmisruoissa käytettyihin raaka-aineisiin. II-ryhmän *C. botulinumia* sisältävässä elintarvikkeessa ei ole aistinvaraisesti huomattavia muutoksia, minkä vuoksi sen saastuttamia elintarvikkeita on hankalaa huomata.

Botulismi. Botulismi on *Clostridium botuliniumin* muodostavan botulinumneurotoksiinin aiheuttava sairaus (Korkeala & Lindström, 2007, s. 42–44). Vakavimmillaan botulismi voi johtaa hengityselinten lamaantumiseen ja tämän seurauksena kuolemaan. Botulismi aiheuttaa erilaisia oireita, joista yksi on tyypillinen ruokamyrkytys, mihin kuuluu suolisto-oireet, pahoinvointi ja oksentaminen. Ruokamyrkytysoireiden jälkeen sairastuneelle henkilölle alkaa tulla neurologisia oireita, joihin kuuluu lihasten halvaantumisoireet, näkö-, puhe-, - ja nielemisongelmat. Botulismia voi esiintyä myös esimerkiksi haavabotulismina ja imeväisiän botulismina.

Ruokaviraston (2019b) mukaan Suomessa tavataan harvoin *C. botuliniumin* aiheuttamia ruokamyrkytyksiä. Viime vuosikymmenen aikana tartuntalähteinä ovat olleet säilötyt oliivit, savukala ja kalan mäti, jotka on luultavasti säilötty liian korkeassa lämpötilassa. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa eräiden elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta (28/2009, luku 3, 7§) on määrätty, että tuoreet kalastustuotteet sekä suojakaasu- ja tyhjiöpakatut kalajalosteet tulee säilyttää 0–3 °C.

3 VALMISRUOKIEN PROSESSOINTI

3.1 Valmisruoka

Valmisruokien valmistus ja kulutus on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana huomattavasti (Lindström, 2007b, s. 246). Tuotekehitys on mennyt ravitsevampaan ja maukkaampaan suuntaan. Tämän seurauksena useat valmisruoka-annokset sisältävätkin sellaisia raaka-aineita, että ne täyttävät ravitsevan annoksen määritelmät. Valmisruokia kutsutaan Suomessa valmisruoka-termin lisäksi eineksiksi ja valmisaterioiksi. Englannin kielessä käytetään esimerkiksi ”ready-to-eat foods” ja ”ready meals” termejä. Valmisruoiksi luokitellaan valmiit mikroateriat, keitot, salaattit, piirakat, kastikkeet, kiusaukset ja pataruoat (Ijäs & Välimäki, 2010, s. 99). Tässä työssä käsitellään valmisaterioita, jotka pakataan lopulliseen myyntipakkaukseen ennen lämpökäsittelyä. Lämpökäsittelyn jälkeen tuotteella ei ole jälkisaastumisen vaaraa.

Valmisruoissa on yleensä pitkät säilyvyysajat, mikä perustuu puhtaisiin raaka-aineisiin, lämpökäsittelyyn, nopeaan jäähdytykseen ja kylmäsäilytykseen (Lindström, 2007b, s. 246–247). Erilaisten raaka-aineiden laaja käyttö tuo valmisruoille monia mikrobiologisia vaaroja. Näitä pyritään hallitsemaan erilaisilla lisäaineilla, suolan määrällä, lämpökäsittelyillä ja jäähdytyksellä. Lisäaineiden käyttöä on kuitenkin viimevuosien aikana vähennetty, mikä tuo esiin lämpökäsittelyn ja jäähdytyksen tärkeyden.

3.2 Aistittavat laatuominaisuudet

Elintarvikkeiden aistittavaa laatua mitattaessa otetaan huomioon maku, ulkonäkö, rakenne ja haju (Forsman-Hugg ym. 2006, s. 17). Laatu koostuu myös elintarvikkeen turvallisuudesta, ravitsemuksesta ja käyttömukavuudesta. Aistinvarainen laatu on kytköksissä elintarvikkeen mikrobiologiseen turvallisuuteen, sillä elintarvikkeen syömäkelpoisuus voidaan arvioida sen aistittavien ominaisuuksien avulla. On kuitenkin huomattava, että elintarvikkeen pilaantuminen ei aina aiheuta aistittavia muutoksia.

Laatua voidaan arvioida elintarvikkeista aistinvaraisella arviolla, millä tarkoitetaan tuotteen ominaisuuksien arviointia ihmisten aistien avulla (Ritvanen, 2021). Arvioitavia ominaisuuksia voi olla esimerkiksi ulkonäkö, rakenne, maku ja haju. Aistinvaraisessa arvioinnissa tulee

keskittyä arvioituihin ominaisuuksiin, eikä esimerkiksi arvioijan makumieltymykset saa vaikuttaa arviointituloksiin.

3.3 Pastörinti

Pastörinti on yleisin käytetty lämpökäsittelyn muoto valmisruokateollisuudessa (Lindström, 2007b, s. 247). Käsittelyssä tuotteen sisälämpötilaa pyritään nostamaan 60–90 °C ennalta määritellyksi ajaksi. Aika määräytyy tuotteen raaka-aineiden ominaisuuksien, pakkauksen materiaalin ja koon mukaan. Pastörinti tuhoaa ruokamyrkytyksiä aiheuttavia patogeenejä, mutta ei bakteerien itiöitä. Tämän vuoksi lyhyt pastörinti ei ole tarpeeksi suuri lämpökäsittely esimerkiksi *Clostridium botuliniumin* ryhmän itiöiden tuhoamiseen.

Pastörintinnissa lämpö johdetaan joko tuotteen pakkauksen kautta tai suoraan tuotteeseen (Lindström 2007b, s. 247). Pastöroidun tuotteen ominaisuuksien perusteella lämpökäsittely tehdään joko paistamalla tai keittämällä. Paisto voidaan toteuttaa esimerkiksi jatkuvatoimisessa uunissa, jolloin tuotteen sisälämpötila on yleensä 170–220 °C. Keittämällä pastörinti voidaan tehdä painekeitolla, avokeitolla ja putkikeitolla, jolloin tuotteen lämmityksessä käytetään hyödyksi vesihöyryä. Painekeitto tapahtuu autoklaavissa, jossa paineen lisäämisellä voidaan nostaa veden kiehumispistettä. Tällä menetelmällä tuotteen sisälämpötila on mahdollista nostaa jopa 120 °C. Veden kiehumispisteen nostaminen on kuitenkin yleisempää steriloinnissa kuin pastörintinnissa. Paineen lisäämisellä voidaan kuitenkin nopeuttaa pastörintintia, kun pastöroitavan tuotteen lämpötilaa saadaan nostettua nopeammin. Autoklaavien toiminnasta lisää luvussa 4.

Pastörintinnin jälkeen tuote tulee jäähdyttää nopeasti ja säilyttää kylmässä, jotta pitkät säilyvyysajat toteutuvat (Lindström, 2007, s. 247b). Jäähdytyksessä voidaan käyttää hyödyksi kylmää ilmavirtaa sekä vettä. Tuote jäähdytetään joko suoraan tai pakkauksen kautta. Ruokavirasto (2019c) määrittää, että elintarvike tulee jäähdyttää +6 °C:seen neljän tunnin kuluttua kypsennyksestä. Liian hidas jäähdytys voi aiheuttaa lämpökäsittelyssä säilyneiden bakteerien itiöiden kasvun. Nopea jäähdytys vaikuttaa tuotteen laatuun, säilyvyyteen, sekä tuoteturvallisuuteen.

P-arvo. Pastörintinnin tehokkuutta mitataan laskemalla lämpökäsittelylle tuotteille P-arvot. P-arvojen laskemiseen käytetään hyödyksi lämpötilaloggereita, jotka mittaavat tuotteista lämpötiloja. Tässä työssä käytettiin lämpökäsittelyn lähtökohtana P-arvoa. Atria Suomi Oy:llä

perusohjeena on tavoitella lämpökäsittelyä 90 °C asteessa 10 minuutin ajan, mutta lämpökäsittelyn todennus tehdään P-arvojen avulla. Toimeksiantaja on määrittänyt P-arvon tavoitteeksi ■■■, z-arvoksi ■■■ °C ja vertailulämpötilaksi ■■■ °C. Z-arvolla tarkoitetaan bakteeripopulaation suhteellista lämmönkestävyyttä, mikä vaihtelee eri bakteerien välillä (Lindström, 2007a, s. 303–304). Loggerit on myös ohjelmoitu toimeksiantajan ohjeiden mukaan mittaamaan lämpötilan minuutin välein. P-arvo lasketaan jokaiselle kuluneelle minuutille lämpökäsittelyssä seuraavan kaavan 1 mukaisesti:

$$P = 10^{(T - T_{ref})/z} * t$$

(1)

Missä

P = pastörintiarvo

T = mitattu lämpötila

T_{ref} = vertailulämpötila

z = käytetty z-arvo

t = aika (minuutti)

Tuotteen pastöroitumisarvo saadaan, kun lasketaan jokaisen minuutin P-arvojen summa. Tässä työssä käytettiin Excel taulukkoa hyödyksi P-arvojen laskemisessa. Loggereiden tiedot sijoitettiin kaavioon, joka laskee kaavan mukaisesti loggeroitujen tuotteiden P-arvot sekä piirsi kaavion lasketuista arvoista.

Tässä työssä käytettiin kuvion 2 mukaisia EBI-11 lämpötilaloggereita. Käytössä oli myös pidempi piikkisiä, joita käytettiin jauhelihapuiikkojen ja -pihvien loggeroimiseen. Loggerit sijoitettiin tuotteiden komponentteihin niin, että loggerin kärki oli mitattavan tuotteen keskellä.

Loggerit mittaavat lämpötilatietoja kärjen päästä minuutin välein, kunnes tiedot puretaan tiedonsiirtolaitteen IF300 avulla tietokoneelle. Tiedonsiirtolaitteen lukuun tarvitaan Winlog.pro-ohjelma, joka piirtää kaaviot lämpötilan ja ajan funktiosta. Tarkat tiedot lämpökäsittelystä on mahdollista ladata Excelin muodossa.



Kuvio 2. EBI-11 lämpötilaloggeri (Teknocalor, i.a).

3.4 Sterilointi

Sterilointia käytetään yleisimmin vain säilykkeiden valmistuksessa (Saarela, 2010, s. 298–300). Sterilointi tapahtuu autoklaavissa, jolloin tuotteen lämpötila saadaan tarpeeksi korkealle paineen lisäyksen avulla. Kuten pastöroinnissakin, lämpökäsittelyn aika määräytyy tuotteen ja pakkauksen mukaan ja lämpökäsittelyn jälkeen tuote on jäähdytettävä nopeasti. Sterilointi tuhoaa tuotteen kaikki ruokamyrkytyksiä aiheuttavat bakteerit sekä niiden itiöt. Tämän ansiosta säilykkeitä voidaan säilöä pitkiäkin aikoja huonelämpötilassa.

3.5 Mikrobin tuhoutuminen kuumentaessa

Patogeeniset pilaajamikrobit tuhoutuvat yleisesti pastörintikäsitelystä, kun lämpötila nousee 60–70 °C (Lindström, 2007a, s.299). Näiden patogeenien lämpökuolemisspiste (engl. thermal death point) on alhainen. Lämpökuolemisspisteellä tarkoitetaan alhaisinta lämpötilaa, jolloin patogeenien tuhoutuminen on mahdollista. Pastörintikäsitelystä prosessointilämpötilat ovat usein 60–95 °C välillä, joten pastörinti tuhoaa *Listeria monocytogenes* tuotteista. *L.*

monocytogenes tuhoutuu, kun tuotetta lämpökäsitellään 72 °C kahden minuutin ajan (ECFF, 2006, s. 13).

II-ryhmän *Clostridium botulinum* itiöt kestävät hyvin pitkiäkin aikoja 60–70 °C:een lämpötiloja, minkä vuoksi se tarvitsee tuhoutuakseen kovan lämpökäsittelyn (Lindström, 2007b, s. 248). Tämän ryhmän patogeenit on kuitenkin mahdollista tuhota myös pastörintikäsitelyssä. European Chilled Food Federation (ECFF) (2006, s. 14) on määrittänyt, että II-ryhmän *Clostridium botulinum* tuhoamiseksi valmisruoat tulee käsitellä 90 °C kymmenen minuutin ajan.

3.6 Autoklaavi

Autoklaavi on eräänlainen vesitäytteinen painekattila, jota käytetään elintarviketeollisuudessa sterilointiin ja pastörintiin lisäämään käsiteltyjen tuotteiden säilyvyysaikoja (Saarela, 2010, s. 298–299). Autoklaavit voidaan jakaa horisontaalisiin eli vaakasuuntaisiin, sekä vertikaalisiin eli pystysuuntaisiin. Horisontaalisissa autoklaaveissa käytetään vaunuja, joissa on ritiläpeltejä. Lämpökäsiteltävät tuotteet asetetaan pelleille ja autoklaavi täytetään edestäpäin. Vertikaaliset autoklaavit täytetään ylhäältä päin ja niissä käytetään usein metallisia häkkeitä. Ne jaotellaan myös yli- tai alipaineautoklaaveihin niissä käytetyn paineen perusteella. Tämä jaottelu on tehty sillä perusteella, onko tavoitteena saada käytetty vesi kiehumaan korkeammassa vai matalammassa lämpötilassa normaaliin ilmanpaineeseen verrattuna.

Atria Valmisruoka Oy:n ateriätehtaan osastolla käytetään horisontaalisia panosautoklaaveja tuotteiden pastörintiin. Autoklaaviin mahtuu kuvion 3 mukaisia vaunuja viisi kerralla. Vaunuissa on 5–9 ritilähyllyä, joihin suljetut annosrasiat laitetaan lämpökäsittelyn ajaksi. Lämpökäsiteltävän tuotteen perusteella autoklaaviin valitaan ohjelma MPI – ohjelmistosta (Thomeko, 1991). MPI- ohjelmisto määrittää lämpötilan ja paineen valitun ohjelman mukaan. Ohjelman kulkua voidaan seurata MPI-ohjelmiston näytöltä koko lämpökäsittelyn ajan. Ohjelmisto myös piirtää jokaisesta lämpökäsittelystä kaavion sekä luettelon, missä jokaisen vaiheen lämpötila ja aika ovat nähtävissä.



Kuvio 3. Autoklaavivaunu (Steriflow, i.a).

Toiminta. Sisältää liikesalaisuuksia.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Atria Suomi Oy:n Nurmon valmisruokaosastolla käytössä olevat autoklaavit hidastavat tuotannon toimintaa, kun autoklaavien kapasiteettia ei pystytä täysin käyttämään. Ohjelma numero 42 sisältää tuotteet A ja B. Taulukossa 1 on esitetty käytössä olevien ohjelmien sisältävien tuotteiden lukumäärä. Tuotteiden valmistusmäärät riippuvat myynnin suuruudesta, minkä vuoksi tuotteita saatetaan valmistaa vähemmän kuin autoklaaviin mahtuisi. Tämän seurauksena autoklaaviohjelma joudutaan laittamaan vajaana päälle. Neljällä muulla ohjelmalla saadaan ajettua täysiä autoklaaveja, sillä ne sisältävät enemmän tuotteita, kuten taulukosta 1 voidaan havaita.

Taulukko 1. Autoklaaviohjelmien sisältämien tuotteiden lukumäärä.

Jokaiseen viiteen vaunuun sijoitettiin vähintään yksi loggeri rasiaa kohden, riippuen saatavilla olevien loggereiden lukumäärästä. Vaunut numeroitiin niin, että perimmäinen vaunu oli numero 5 ja lähimpänä ovea oleva numero 1. Loggerit sijoitettiin jokaisella tutkimuskerralla taulukon 2 mukaisella tavalla. Taulukossa 2 vaakasuuntaiset sarakkeet esittävät autoklaavin hyllyjä. Ensimmäisessä, kolmannessa ja viidennessä vaunussa loggerit sijoitettiin keskimmaiselle hyllylle. Toisessa ja neljännessä vaunussa toiseksi alimmalle hyllylle. Hyllyissä rasiat sijoitettiin keskelle. Aikaisempien ateriatehtaalla tehtyjen loggerointien perusteella on huomattu, että neljännen vaunun toiseksi alin hylly on autoklaavien heikoin kohta. Tämän vuoksi työssä tarkasteltiin erityisesti neljännen vaunun P-arvoja ja niiden toteutumisella työssä voitiin edetä.

Taulukko 2. Loggereiden sijainnit autoklaavissa.

1. vaunu	2. vaunu	3. vaunu	4. vaunu	5. vaunu
x		x		x
	x		x	

Työ aloitettiin selvittämällä, mitkä tuotteiden raaka-aineista tulee loggeroida. Nämä määriteltiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Määrittelyssä tuli ottaa huomioon raaka-aineiden koko, aikaisemmat lämpökäsittelyt sekä mikrobiologiset riskit. Taulukossa 3 on esitetty loggeroitavat raaka-aineet, joita ovat jauhelihatuotteet sekä porkkanaviipaleet. Porkkanaviipaleet lisätään annoksiin jäisenä, minkä vuoksi niiden P-arvoja pidettiin tärkeimpänä, mutta työn edetessä jauhelihatuotteiden P-arvot tuli myös ottaa huomioon. Sillä vaikka ne lisätään annoksiin kypsänä, niiden aikaisemmista kypsennyskäsittelyistä ei ollut validia tutkimustietoa, jota olisi voitu hyödyntää tässä työssä. Molemmissa tuotteissa oli lisäksi perunoita, sekä kastiketta, mutta näiden raaka-aineiden loggerointia ei nähty tarpeelliseksi, sillä ne ovat saaneet kuumennuskäsittelyn ennen pakkaamista. Loggerit sijoitettiin tuotannossa annoksiin ennen niiden sulkemista, minkä jälkeen ne asetettiin vaunun hyllyille oikeille pakoille odottamaan lämpökäsittelyä. Vaunut merkattiin tarkasti sekä rasioihin kirjoitettiin vaunun ja hyllyn numero, jotta loggerilliset annokset oli erotettavissa muista annoksista.

Taulukko 3. Loggeroitavat raaka-aineet.

Tuote	Loggeroitavat raaka-aineet
A	Jauhelihapuikko
B	Porkkanaviipale, jauhelihapihvi

Mittaukset suoritettiin valmisruokaosaston ateriatehtaalla, ja loggerointien aikataulut riippuivat tuotantosuunnitelmasta, sillä joillain tuotteilla on tuotannossa tietyt valmistuspäivät. Ennen loggerointeja tarkasteltiin ohjelman 42 tämänhetkistä lämpökäsittelyä sekä verrattiin sitä muihin ohjelmiin. Jokaiselle ohjelmalle on tehty sykliuuttelo, missä näkyy tavoitelämpötila, -paine, ja -aika. Näitä tarkastellessa huomattiin, että ohjelman 41 lämpökäsittely on lähimpänä ohjelmaa 42. Erona on kolmannen lämpökäsittelyvaiheen pituus sekä pakotettu jäähdytys 2,

jotka ovat molemmat 10 minuuttia lyhyempiä. Tämä ohjelma valittiin mahdolliseksi siirtokohteeksi. Lämpökäsittelyt varmistettiin kuitenkin vielä loggeroinnin ja P-arvojen perusteella.

Työn kokeellisen osuuden kulku on kuvattu kuviossa 4. Työ aloitettiin selvittämällä kuvion 4 mukaisesti ohjelman 42 ja 41 tämänhetkisen lämpökäsittelyn tilanne. Ohjelmasta 42 loggeroitiin siirrettävät tuotteet sekä lisäksi ohjelmasta 41 loggeroitiin kaksi tuotetta. Tarkoituksena oli verrata lämpökäsittelyä ja tuotteiden P-arvoja toisiinsa. Tämän jälkeen tuote b loggeroitiin ohjelmassa 41 ja erityisesti porkkanan P-arvoja tarkkailtiin. Loggerointeja suoritettiin kolme eri kertaa, jotta tulokset olivat luotettavia. Lisäksi tuote a loggeroitiin kertaalleen ohjelmassa 41.

Ohjelmaa 41 kuitenkin päätettiin muokata lisäämällä keittoaikaa eli lämpökäsittelyn lämpövaihetta 10 minuuttia. Molemmat siirrettävät tuotteet loggeroitiin muokatussa ohjelmassa kolmesti ja näissä otettiin huomioon myös jauhelihatuotteet.

Muokkauksen jälkeen tuli varmistaa, että ohjelman 41 muut tuotteet eivät kärsi lämpökäsittelyn lisäyksestä. Toimeksiantajan puolesta tuotekehittäjä kävi tuotteiden raaka-aineet läpi ja totesi kermaperunoiden olevan herkimpiä muutoksille. Hän arvioi, että lämpökäsittelyn lisäys voisi aiheuttaa kermaperunoille rakenteellisia muutoksia. Tämän seurauksena järjestettiin maisto, missä arvioitiin aistinvaraisesti muokatussa ohjelmassa sekä verrokkina normaalin ohjelman kermaperunat. Maistossa oli mukana valmisruoan tuotekehittäjiä sekä tuotekehityspäällikkö. Kermaperunoiden koostumus arvioitiin myös tuotteen viimeisenä käyttöpäivänä.

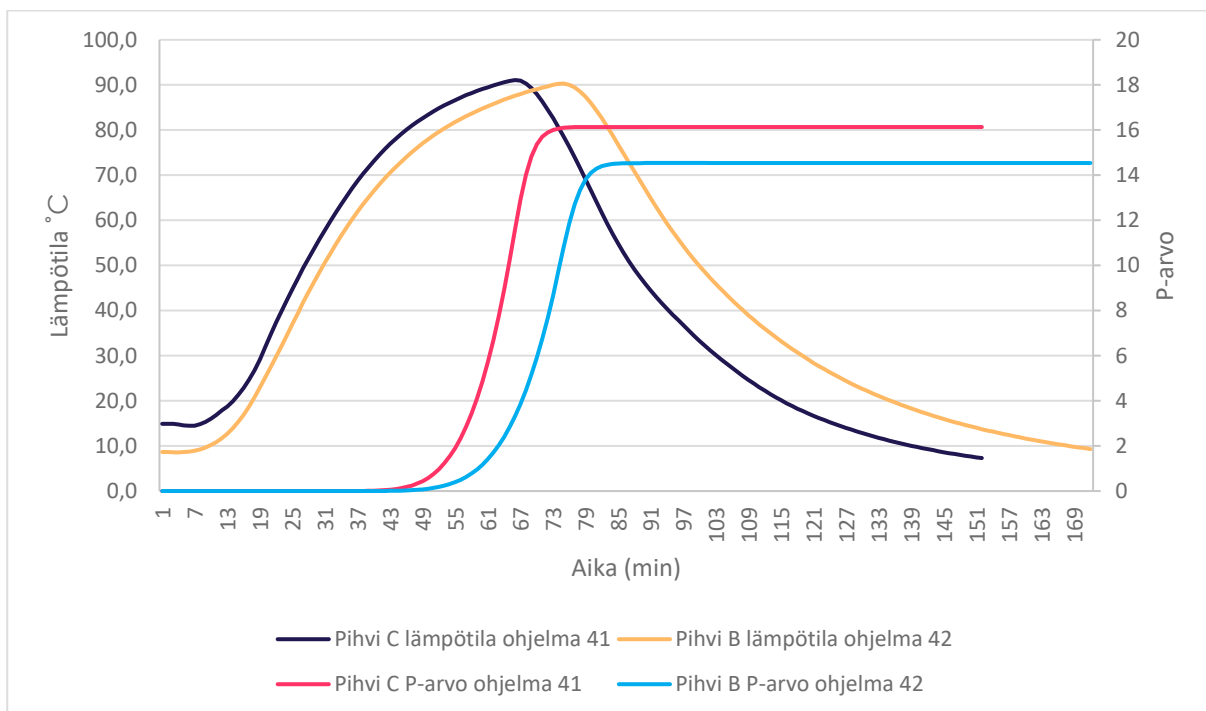


Kuvio 4. Työn kulku.

5 TULOKSET

5.1 Loggerointien tulokset

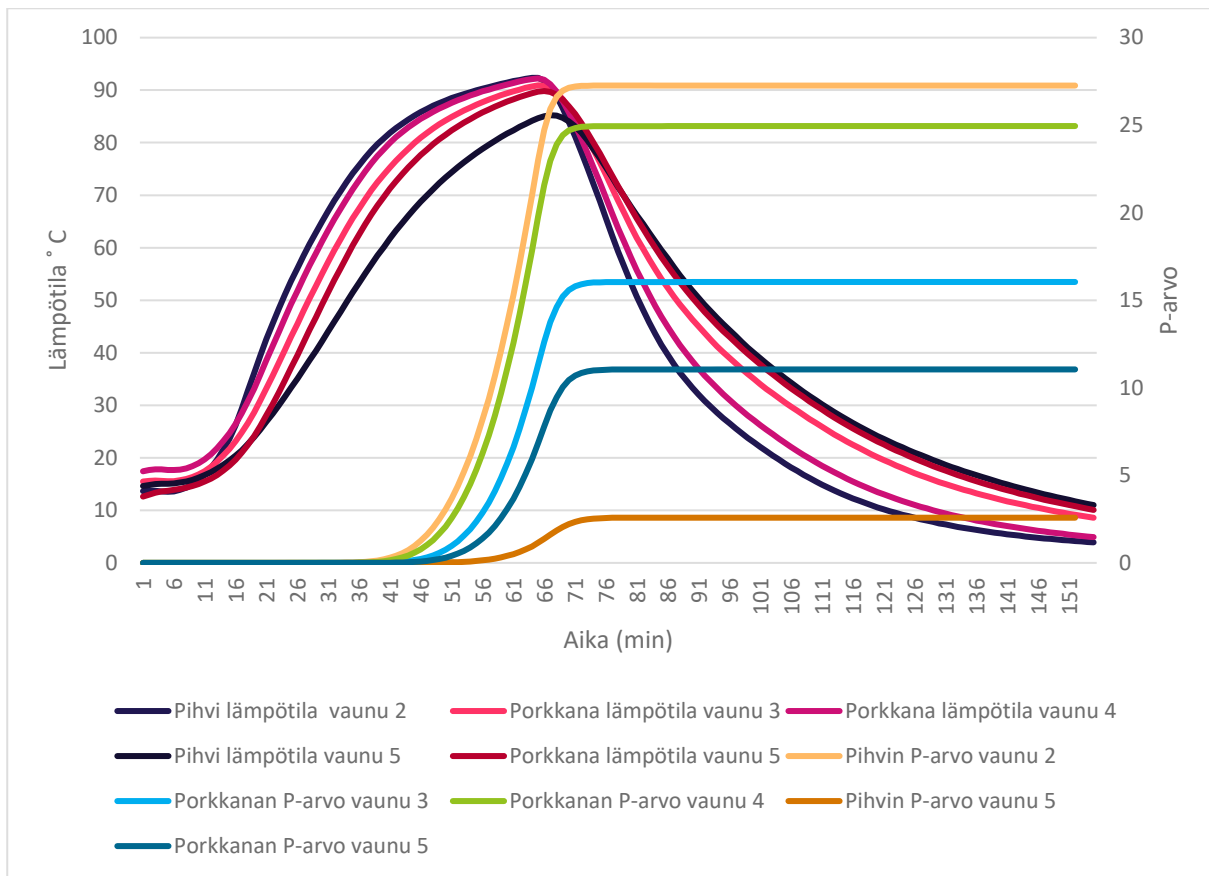
Loggerointeja suoritettiin useita kertoja ja kaikkien tulokset kerättiin Exceliin. Kuviossa 5 on vertailtu ohjelman 42 ja 41 lämpökäsittelyä ja annoksien jauhelihipihvien P-arvoja. Kuviossa on esitetty tuotteiden lämpötilat celsiusasteina ja P-arvot ajan kuluessa. Lämpötilat luetaan vasemmanpuolisesta akselista ja P-arvot oikeanpuoleisesta. Kuviosta voidaan huomata, että ohjelmassa 41 pihvin C lämpötila nousee nopeammin, mutta lämpökäsittely on selvästi lyhyempi. Tuotteiden lopullisissa P-arvoissa ei ole juurikaan eroa, mutta pihvi C saavuttaa P-arvon hieman nopeammin. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että pihvi B on kookkaampi kuin pihvi C, joten se lämpenee hitaammin. Tulokset vahvistivat ohjelman 42 tuotteiden siirron ohjelmaan 41.



Kuvio 5. Kuvaaja ohjelmien lämpökäsittelystä.

Ohjelman 42 tuotteet loggeroitiin ohjelman 41 lämpökäsittelyssä. Tässä vaiheessa työtä huomioon otettiin vain porkkanoiden P-arvot, mutta myös jauhelihatuotteita loggeroitiin. Kuviossa 6 on esitetty yhden loggeroinnin tulokset, eli pihvin ja porkkanoiden lämpötila, - sekä P-arvo-käyrät. Kuviosta voidaan huomata, että vaunujen väliset erot ovat melko suuria. Neljännen ja viidennen vaunun P-arvot jäivät matalimmiksi, neljännen vaunun porkkanaa

lukuun ottamatta. Porkkanoiden P-arvot saavuttavat toimeksiantajan määrittämän tavoiteluvun. Kuviosta on kuitenkin huomattavissa, että viidennen vaunun pihvin arvot jäävät alle tavoitteen.

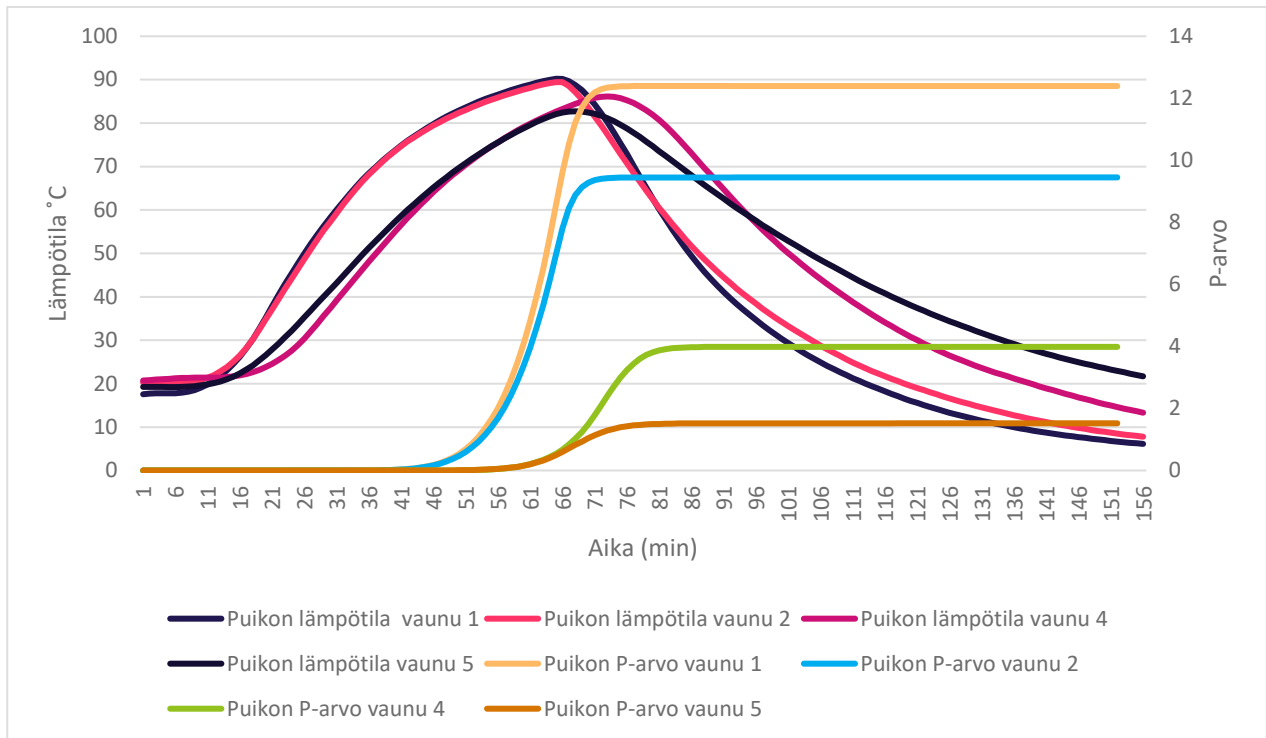


Kuvio 6. Tuote B ohjelmassa 41.

Tuote B loggeroitiin lisäksi kaksi kertaa, mutta loggerit sijoitettiin vain porkkanoihin. Näiden loggerointien tulokset olivat samankaltaisia kuin kuviossa 5. Kaikkien loggeroitujen porkkanoiden P-arvot saavuttivat tavoiteltavan luvun.

Kuviossa 7 on esitetty tuote A:n loggeroinnin tulokset ohjelmassa 41. Tälle annokselle loggerointi tehtiin vain kerran. Kuviosta voidaan huomata, että P-arvot jäivät jauhelihapuikoilla liian matalaksi vaunuissa 4 ja 5. Näissä vaunuissa myös lämpökäsittelyn korkein lämpötilä jäi matalammaksi muihin verrattuna. Viidennen vaunun jäähtyminen oli myös hidasta ja loppulämpötilä jäi korkeaksi. Tuotteet jatkavat kuitenkin jäähtymistä lämpökäsittelyn jälkeen,

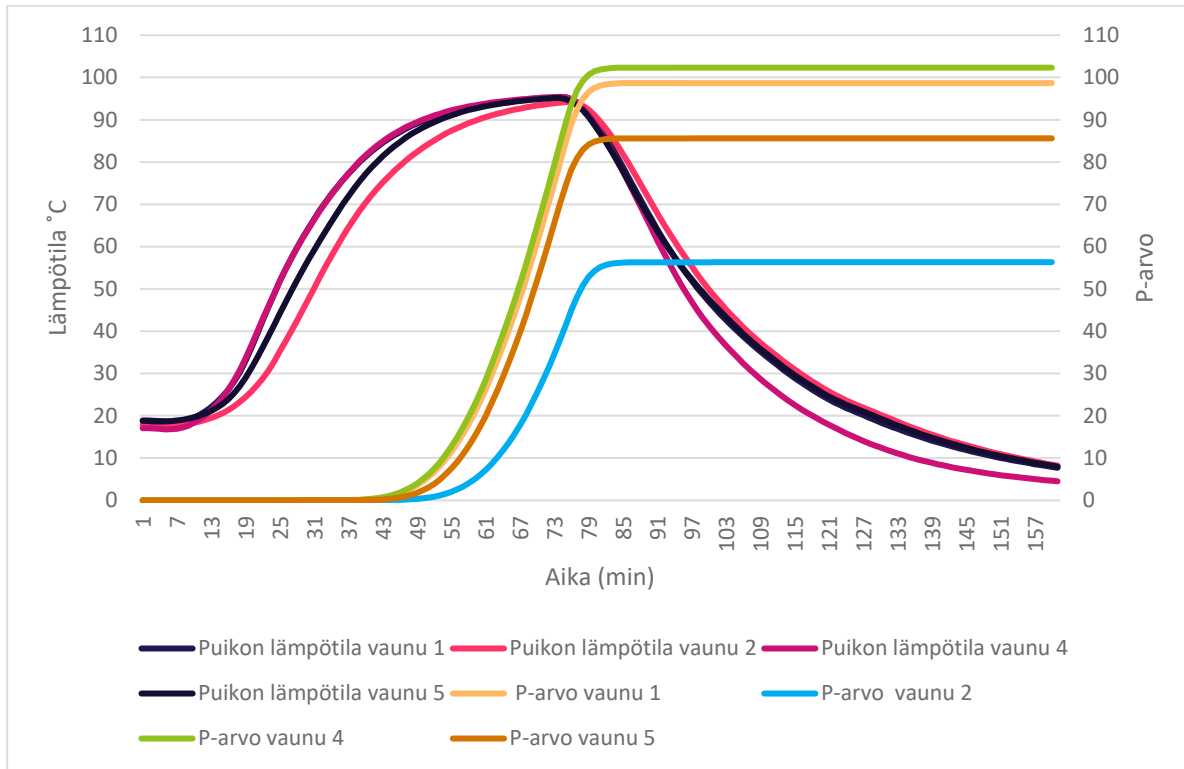
sillä niitä säilytetään +4 °C. Jäähdytymisen tulee tapahtua neljän tunnin kuluessa alle +6 °C, minkä vuoksi jäähdytystä ei oteta tässä taulukossa huomioon.



Kuvio 7. Tuote a ohjelmassa 41.

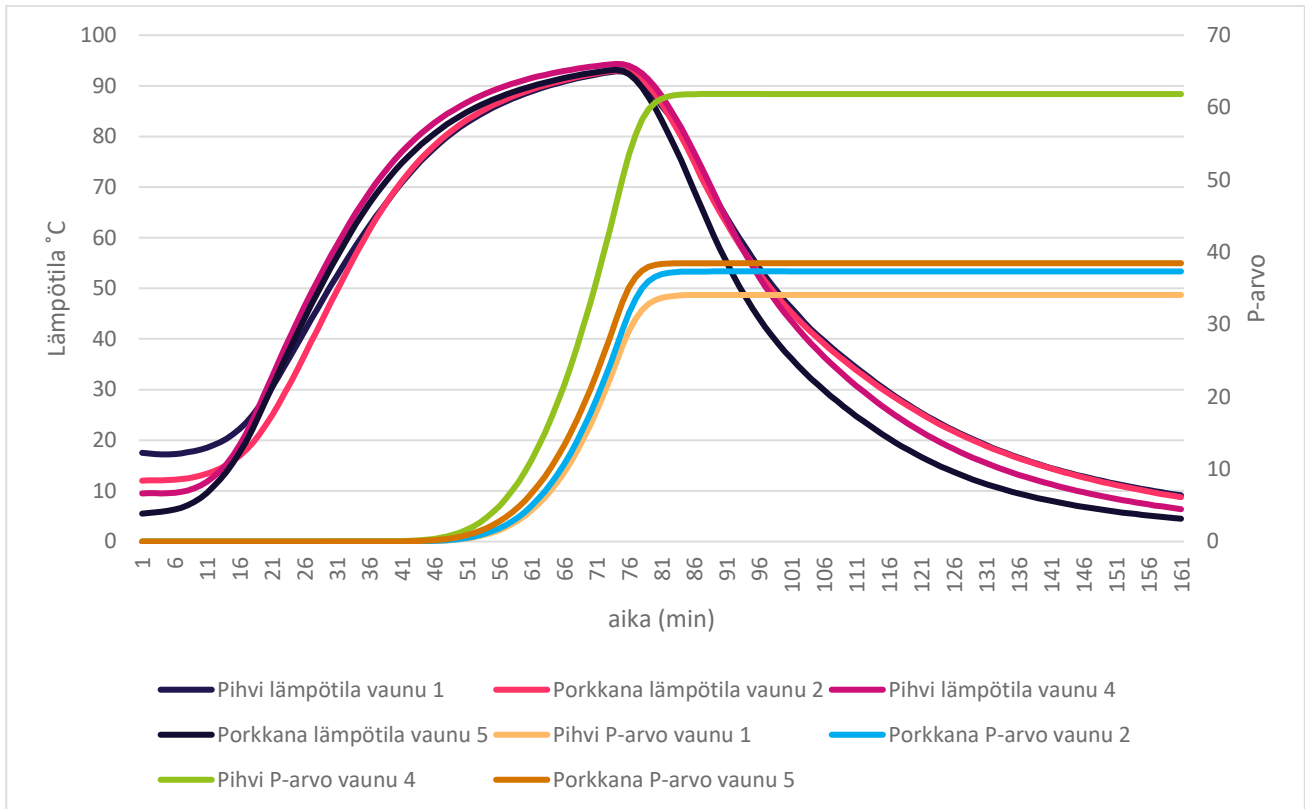
Näiden loggerointien tuloksien perusteella tuotteet olisi voitu siirtää ohjelmaan 41 sillä porkkanoiden P-arvot täyttivät tavoitteet. Tässä vaiheessa kuitenkin huomattiin, että jauhelihatuotteiden aikaisemmasta lämpökäsittelystä ei ollut aikaisempaa hyödynnettävää tutkimustietoa. Tämän seurauksena ohjelmaa 41 päädyttiin muokkaamaan, jotta jauhelihatuotteiden P-arvot saavuttaisivat tavoitteet.

Ohjelmasta 41 tehtiin testiohjelma, jota käytettiin vain loggeroinnin yhteydessä. Siirrettävät tuotteet loggeroitiin kolme kertaa testiohjelmassa. Kuviossa 8 on esitetty tuote a:n ensimmäisen loggeroinnin tulokset. Kuvioista voidaan huomata, että P-arvot saavuttivat tällä ohjelmalla tavoitteet. Lämpötilakäyrät ovat selvästi tasaisemmat ja maksimilämpötilat ovat korkeammat kuin kuviossa 7. Tuote A:n muiden loggerointien tulokset olivat hyvin samankaltaisia kuin kuviossa 8. Näiden kahden loggeroinnin tulokset ovat nähtävillä liitteissä 1 ja 2.



Kuvio 8. Tuote A muokatussa 41 ohjelmassa.

Kuviossa 9 on esitetty yhden tuote B:n loggeroinnin tulokset muokatussa 41 ohjelmassa. Kuviossa on huomattavissa, että lämpökäsittely on selvästi tasaisempaa raaka-aineiden välillä kuin normaalissa 41 ohjelmassa. P-arvot toteutuvat pihveillä sekä porkkanoilla. Tulokset vahvistivat pihvin lämpökäsittelyn riittävyyden, sillä normaalissa ohjelmassa tulokset jäivät liian alhaisiksi. Kahden muun loggeroinnin tulokset olivat kuvion 9:n kaltaisia, vaikka lähtölämpötilat poikkesivat toisistaan. Lähtölämpötiloihin vaikuttaa se, kuinka kauan loggeroidut annokset odottavat osastolla ennen lämpökäsittelyä. Muokatun 41 ohjelman loggerointien muut tulokset ovat liitteissä 3 ja 4.



Kuvio 9. Tuote B muokatussa 41 ohjelmassa.

5.2 Aistinvarainen arvio

Tuotteelle C tehtiin aistinvarainen arvio sen sisältävien kermaperunoiden vuoksi. Kermaperunoiden rakenteen oletettiin olevan herkin lämpökäsittelyn lisäykselle. Kermaperunoiden laatu voi vaihdella annoksien välilläkin, vaikka ne ovat saaneet saman lämpökäsittelyn ja valmistus on tehty määrättyllä tavalla. Annoksessa olevan kerman määrään vaikuttaa se, onko kermaperunoiden annostelu tehty tuotannossa lähellä tuotevaihtoa. Tällöin kermaa voi päästä annokseen enemmän suhteessa perunoihin. Annoksen arvioinnille järjestettiin maisto, missä verrattiin annoksia normaalista ja muokatusta 41 ohjelmasta. Annokset lämmitettiin pakkauksen ohjeen mukaan ennen arviointia.

Verrokkina oleva normaalin lämpökäsittelyn saanut annos oli valmistettu kaksi päivää ennen maistoa. Kuvassa 1 on esitetty verrokkina olevat annokset. Kuvasta on huomattavissa, että vasemmanpuoleiset kermaperunat ovat hieman kuivemmat. Tämä johtuu luultavasti annostelun ajankohdasta. Tuotekehittäjät eivät kuitenkaan huomanneet makuvirheitä tai

suurempia rakenteellisia muutoksia, joten nämä annokset hyväksyttiin verrokiksi muokatun ohjelman kermaperunoille.

Kuva 1. Verrokkiannos tuote C.

Verrokkiannoksien arvioinnin jälkeen suoritettiin arviot muokatussa ohjelmassa lämpökäsitellyille kuvassa 2 esitetyille annoksille. Annokset oli valmistettu päivää ennen aistinvaraista arviota. Annoksien välillä on huomattavissa samankaltaista eroa kermaperunoiden välillä kuin verrokkiannoksissakin. Ulkonäöltään annokset eivät kuitenkaan poikenneet verrokista. Rakenteita verrattiin ensin käsin painamalla haarukka perunoista läpi, minkä jälkeen perunoita maistettiin. Rakenne oli samanlainen kuin verrokissa, eikä maussa ollut muutoksia.

Kuva 2. Tuote C muokatussa 41 ohjelmassa.

5.3 Analysointi

Viimeisien kuuden loggerointien tuloksien mukaan ohjelmasta 42 voitaisiin luopua ja siirtää tuotteet muokattuun 41 ohjelmaan. P-arvot olivat kuitenkin todella korkeita muokatussa ohjelmassa, joten lisättyä keittoaikaa voitaisiin luultavasti lyhentää 10 minuutista viiteen minuuttiin. Keittoajan lisäys ei vaikuttanut tuotteiden jäähtymiseen, vaan kaikki jäähtyivät neljässä tunnissa alle +6 °C asteeseen, vaikka tätä ei tuloksien kuvaajista ollutkaan nähtävissä.

L. monocytogenes vaatii tuhoutuakseen +72 °C lämpötilan kahden minuutin ajan. Muokatun ohjelman tuloksista voidaan huomata, että jokaisen loggerin lämpötila ylittää +90 °C. Tämän perusteella voidaan todeta, että *Listeria monocytogenes* vaaraa ei ole. Tuoteturvallisuus voidaan todentaa myös P-arvoilla, jotka ovat huomattavasti yli vaaditun.

Tuloksista voidaan huomata, että lämpökäsittely on tarpeeksi suuri, joten tuotteessa mahdollisesti olevan II-ryhmän *Clostridium botulinum* vaaraa ei ole. Lämpötilat pysyvät yli 10 minuutin ajan 90 °C, mikä tuhoaa II-ryhmän *Clostridium botulinum* itiöt.

Muokatussa ohjelmassa lämpökäsitellyissä tuotteissa ei ole huomattavissa autoklaavin heikointa kohtaa. Neljännen ja viidennen vaunun P-arvot ovat korkeampia kuin ensimmäisten vaunujen. Tähän vaikuttaa luultavasti lämpökäsittelyn pituuden lisäys, minkä aikana lämpö jakautuu tasaisemmin vaunuihin, hyllyillä oleviin annoksiin. P-arvojen erot vaunujen välillä voi myös johtua loggerin sijainnista. Loggerit pyritään laittamaan mahdollisimman keskelle tuotetta, mutta vaunujen siirtäminen autoklaaviin saattaa liikuttaa loggeria tuotteen sisällä.

Aistinvaraisten arvioiden perusteella ohjelman 41 tuotteet eivät kärsi lämpökäsittelyn lisäyksestä, sillä kermaperunoissa ei huomattu aistinvaraisesti muutoksia. Tuotteen laatu oli pysynyt hyvänä myös viimeiseen käyttöpäivään saakka. Tämän seurauksena muokattu 41 ohjelma voitaisiin ottaa käyttöön ohjelman muillekin tuotteille.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Loggerointeja tehtiin useasti pitkän aikavälin ajalla. Tutkimuksen toteutuksen haasteena oli tuotannon aikataulu sillä se saattaa muuttua hyvinkin nopeasti. Toteutuksessa tuli informoida valmisruokaosaston työntekijöitä, työnjohtajia, sekä valmisruoan laadunohjaajaa ja varmistaa että kaikki tarvittavat raaka-aineet ja mittausvälineet ovat saatavissa. Työn toteutuksen puoleksavälissä tuli myös huomio, että jauhelihatuotteiden lämpökäsittelyistä ei ole aikaisempaa validia tutkimustietoa. Tämän seurauksena niiden lämpötilat ja P-arvot tuli ottaa työssä huomioon, mikä muutti hieman tutkimussuunnitelmaa.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet toteutuivat. Ohjelman 42 tuotteille löytyi uusi ohjelma, muokattu versio ohjelmasta 41 jossa lämpökäsittelyn kriteerit täyttyivät. Tuotteita ei voitu siirtää suoraan ohjelmaan 41 sillä P-arvot jäivät jauhelihatuotteilla alle tavoitteen. Tällöin annosten tuoteturvallisuutta ei voitu todentaa. Muokatun 41 ohjelman käyttöönotto tuotannossa parantaisi sen tehokkuutta, sillä autoklaavien käyttö helpottuisi, kun yhden ohjelman sisällä olisi useampi tuote. Tuotteiden siirto saman ohjelman alle luo mahdollisuuden käyttää autoklaavien koko kapasiteettiä, joten niitä ei tarvitsisi laittaa päälle vajaana. Tämä toisi mahdollisuuksia lisätä jo olemassa olevien tuotteiden määrää tuotannossa.

Työn tulokset toivat myös lisätietoa toimeksiantajalle autoklaavien lämpökäsittelystä, sillä tietoja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa. Jauhelihatuotteiden aikaisemman kypsennyskäsittelyn ja P-arvojen varmennus mahdollistaisi ohjelman 42 tuotteiden siirron muokkaamattomaan 41 ohjelmaan. Tämä tehostaisi vielä lisää tuotannon tehokkuutta, sillä muokattu ohjelma on noin 10 minuuttia pidempi kuin muokkaamaton.

LÄHTEET

- Anttila, V.-J. (2021). *Listerioosi*. Lääkärikirja Duodecim: Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00581>
- Björkroth, J. (2007a). Elintarvikkeiden pilaantuminen: Elintarvikkeiden pilaantuminen tieteellisenä käsitteenä. Teoksessa H. Korkeala (toim.), *Elintarvikehygienia: ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia* (s. 178). WSOY Oppimateriaalit.
- Björkroth, J. (2007b). Elintarvikkeiden pilaantuminen: Elintarvikkeen pilaantumisen osoittaminen. Teoksessa H. Korkeala (toim.), *Elintarvikehygienia: ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia* (s. 181–182). WSOY Oppimateriaalit.
- EFCC. (2006). *European Chilled Food Federation: Recommendations for the production of prepackaged chilled food*. https://www.ecff.net/wp-content/uploads/2018/10/ECFF_Recommendations_2nd_ed_18_12_06.pdf
- Forsman-Hugg, S., Paananen, J., Isoniemi, M., Pesonen, I., Mäkelä, J., Jakosuo, K., & Kurppa, S. (2006). *Laatu- ja vastuunäkemyksiä elintarvikeketjussa*. MTT Taloustutkimus. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met83.pdf>
- Ijäs, T., & Välimäki, M.-L. (2002). *Elintarvikehygienia ja- lainsäädäntö*. Otava.
- Ijäs, T., & Välimäki, M.-L. (2010). *Tunne elintarviketekniikka*. Otava.
- Johansson, T. (2010). *Listeria monocytogenes*. Teoksessa S. Hallanvuo, & T. Johansson (toim.), *Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat* (s.56–66). (Eviran julkaisu 1/2010). Evira. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elintarvikkeiden_mikrobiologiset_vaarat.pdf
- Korkeala, H., & Lindström, M. (2007). Elintarvikkeiden välityksellä leviävät patogeenit: Bakteerit: *Clostridium botulinum*. Teoksessa H. Korkeala (toim.), *Elintarvikehygienia: ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia* (s.38–47). WSOY Oppimateriaalit.
- Korkeala, H., & Lundén, J. (2007). Elintarvikkeiden välityksellä leviävät patogeenit: Bakteerit: *Listeria monocytogenes*. Teoksessa H. Korkeala (toim.), *Elintarvikehygienia: ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia* (s. 54–62). WSOY Oppimateriaalit.
- Lindström, M. (2007a). Elintarvikkeiden prosessointi ja pakkaaminen ja näiden vaikutus elintarvikkeiden säilyvyyteen: Lämpötila. Teoksessa H. Korkeala (toim.), *Elintarvikehygienia: Elintarvikehygienia: ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia* (s.299–312). WSOY Oppimateriaalit.

- Lindström, M. (2007b). Eri elintarvikeryhmien mikrobiologia: Valmisruoat. Teoksessa H. Korkeala (toim.), *Elintarvikehygienia: ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia* (s.246–252). WSOY Oppimateriaalit.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus eräiden elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta 28/2009. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090028#Pidm45237815984192>
- Ritvanen, T. (2021). Aistinvaraisen arvioinnin perusteita. Ruokavirasto. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/laboratoriopalvelut/ruokaviraston-hyvaksymat-laboratoriot/laba-2021-materiaalit/ritvanen_workshop-3_aistiarvioinnin-perusteita.pdf
- Ruokavirasto. (2019 a). Yleistä mikrobeista. <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista/>
- Ruokavirasto. (2019b). *Clostridium botulinum* ja botulismin ehkäisy. <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-bakteereja/clostridium-botulinum/>
- Ruokavirasto. (2019c). Elintarvikkeiden jäähdyttäminen. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/elintarvikehygienia/hygieniset-tyotavat/elintarvikkeiden-jaahdyttaminen/>
- Ruokavirasto. (2020). *Listeria monocytogenes*. <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-bakteereja/listeria/>
- Ruokavirasto. (2021) Listerioosi. <https://www.ruokavirasto.fi/teemat/zoonoosikeskus/zoonoosit/bakteerien-aiheuttamat-taudit/listerioosi/>
- Saarela, A.-M. (2010). Säilöntämenetelmiä: Sterilointi ja autoklavointi. Teoksessa A.-M. Saarela, P. Hyvönen, S. Määttä, & A. von Wright (toim.), *Elintarvikeprosessit*. (3.p., s. 298–299). Savonia-ammattikorkeakoulu.
- Steriflow. (I.a). Dali autoclave operating. <https://www.steriflow.com/en/autoclaves-sterilization-alimentary/autoclave-sterilization-dali/>
- Steriflow. (i.a). Steriflow Sterilicer Autoclave Baskets: Stainless steel. <https://www.steriflow.com/en/accessories/baskets/>
- Teknocolor. (i.a.) Lämpötilaloggeri EBI 11-T230. <https://www.teknocalor.fi/l%C3%A4mp%C3%B6tilaloggeri-ebi-11-t230-m31613406290>
- Thomeko. (1991). Barriquand Steriflow: MPI mikroprosessori.

LIITTEET

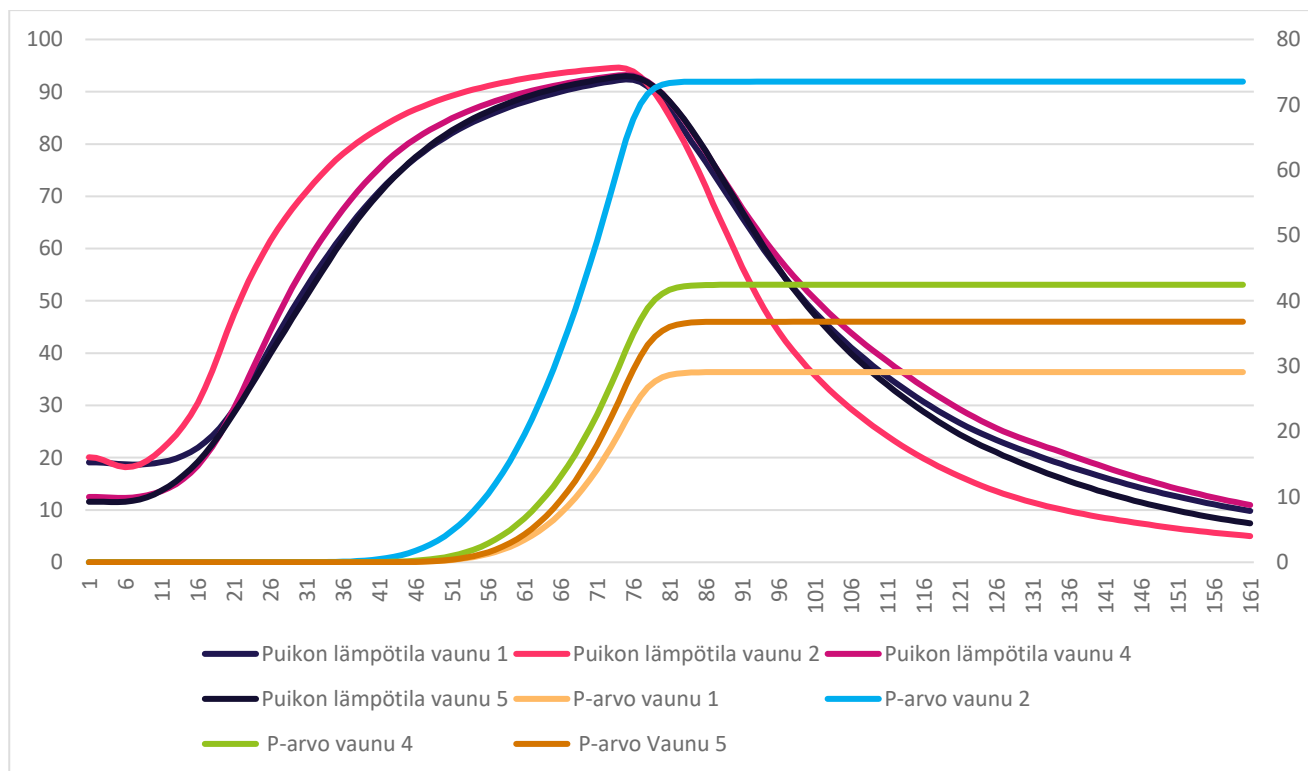
Liite 1. Tuote A muokatussa 41 ohjelmassa.

Liite 2. Tuote A muokatussa 41 ohjelmassa.

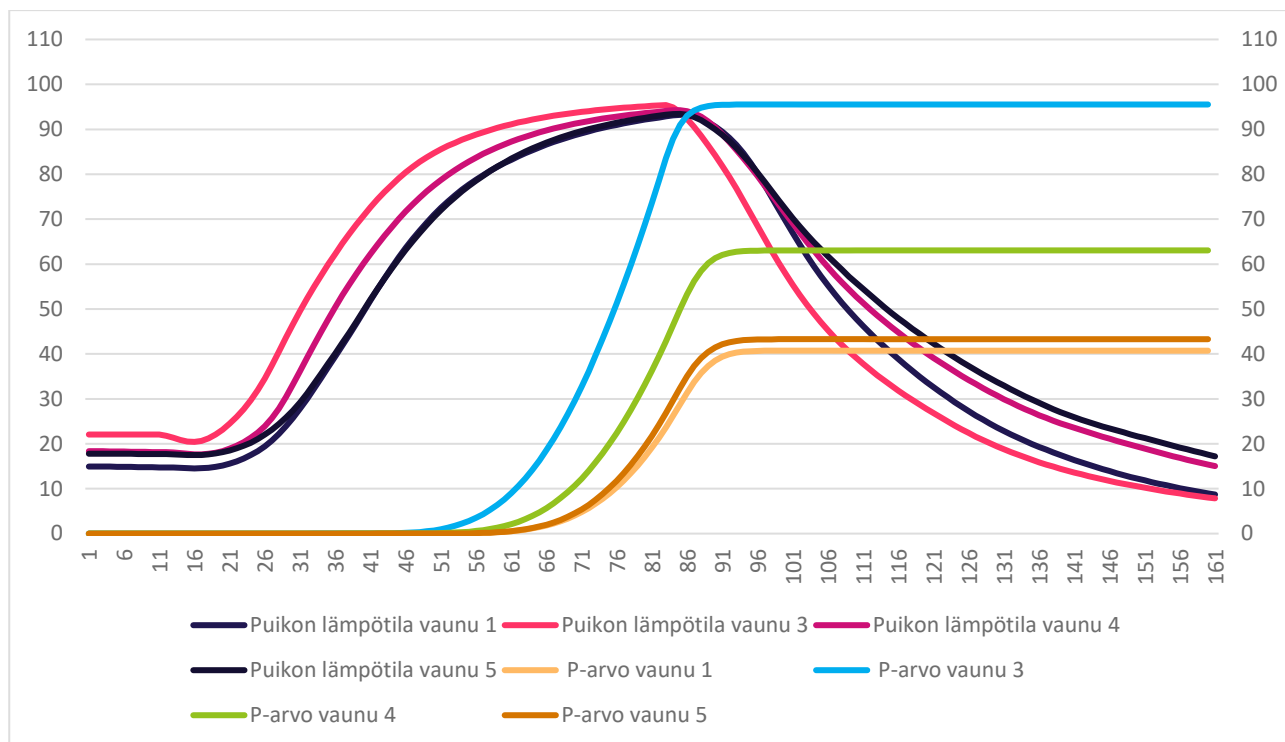
Liite 3. Tuote B muokatussa 41 ohjelmassa.

Liite 4. Tuote B muokatussa 41 ohjelmassa.

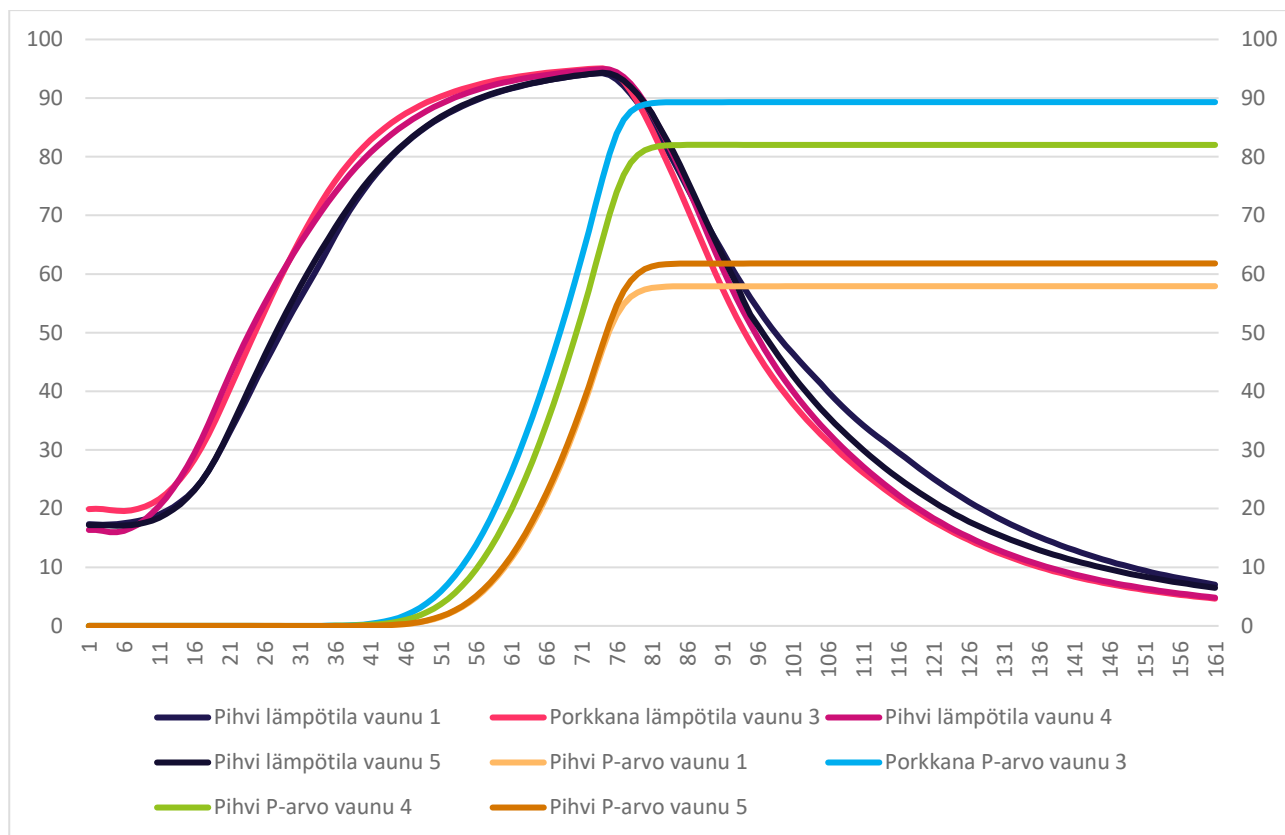
Liite 1. Tuote A muokatussa 41 ohjelmassa.



Liite 2. Tuote A muokatussa 41 ohjelmassa.



Liite 3. Tuote B muokatussa 41 ohjelmassa.



Liite 4. Tuote B muokatussa 41 ohjelmassa.

