



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Miika Raittinen

Rintafileeasaannon selvittäminen kalkkunan lämminpaloittelussa

Opinnäytetyö

Syksy 2024

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

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

Suuntautumisvaihtoehto: Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä: Miika Raittinen

Työn nimi alaotsikoineen: Rintafileesaannon selvittäminen kalkkunan lämminpaloittelussa

Ohjaaja: Matti-Pekka Pasto

Vuosi: 2024

Sivumäärä: 47

Liitteiden lukumäärä: 0

Länsi-Kalkkuna Oy on kahden suuren lihatalon HKFoods Oyj:n ja Atria Suomi Oyj:n omistama yritys, jonka tehtävä on tuottaa omistajilleen laadukasta kotimaista kalkkunaliharaaka-ainetta. Nykyisessä kalkkunan paloitteluprosessissa kokonaisia kalkkunaruhoja jäädytetään 24 tuntia teurastuksen jälkeen, jolloin raaka-aineen ensimmäinen säilyvyyspäivä menetetään jo ennen jatkojalostusta. Yritys on kiinnostunut kalkkunan lämminpaloittelusta tuotantoprosessin nopeuttamisen ja tehostamisen vuoksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää rintafileesaantoa lämminpaloittelussa, koska rintafileesaannolla on suuri merkitys yrityksen kannattavuudelle.

Työn kirjallisuusosuudessa käsiteltiin rintafileesaantoon vaikuttavia tekijöitä sekä teurastuksen jälkeisiä reaktioita lihaksessa. Työn kokeellisessa osassa tarkoituksena oli selvittää rintafileesaanto teuraslämpimien ja vesijäädytyksen jälkeisessä kalkkunapaloittelussa. Tutkimuksissa vertailtiin myös erilaisten jäädytysmenetelmien vaikutusta valumahävikkiin sekä lopulliseen rintafileesaantoon. Lihan laadullisia ominaisuuksia tutkittiin lämpötila- ja pH-seurannoilla jäähtymisen aikana.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta lämminpaloittelun olevan varteenotettava vaihtoehto kylmäpaloittelulle rintafileesaantojen osalta. Tutkimuksissa käytetyt lämminpaloiteltujen rintafileiden jäädytysmenetelmät eivät olleet optimaaliset, joka oli todettavissa jäädytettyjen rintafileiden valumahävikkimittauksissa sekä lopullisessa rintafileesaannossa.

¹ Asiasanat: kalkkuna, lämminpaloittelu, saanto, valumahävikki

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Engineer (AMK), Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Meat technology

Author/s: Miika Raittinen

Title of thesis: Survey on breast fillet yield in turkey warm cutting

Supervisor(s): Matti-Pekka Pasto

Year: 2024

Number of pages: 47

Number of appendices: 0

Länsi-Kalkkuna Oy is a company owned by two large meat companies, HKFoods Oyj and Atria Suomi Oyj. The company's mission is to produce high-quality domestic turkey raw material for its owners. In the current turkey cutting process, whole turkey carcasses are cooled for 24 hours after slaughter, in which case the first day of shelf life of the raw material is lost even before further processing. The company is interested in turkey warm cutting due to speeding up and making the production process more efficient. The aim of this thesis was to find out the yield of breast fillets in warm cutting, because the yield of breast fillets is of great importance to the profitability of the company.

In the literature part of the work discussed the factors affecting breast fillet yield, as well as post-slaughter reactions in the muscle. In the experimental part of the work, the purpose was to find out the yield of breast fillets in turkey cutting, when cutting was performed straight after the slaughtering and after water cooling. The studies also compared the effect of different cooling methods on weight loss and the final breast fillet yield. The qualitative characteristics of the meat were studied by monitoring temperature and pH during cooling.

Based on the research results, it can be concluded that warm cutting is a viable alternative to cold cutting in terms of breast fillet yields. The cooling methods of warm-cut breast fillets used in the studies were not optimal, which was evident in the weight loss measurements of the cooled breast fillets and in the final breast fillet yield.

¹ Keywords: turkey, warm cutting, yield, weight loss

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO	9
2 LÄNSI-KALKKUNA OY.....	10
2.1 Alkutuotanto	10
2.2 Teurastus	11
2.3 Jäähdytys	13
2.3.1 Vesijäähdytys.....	13
2.3.2 Ilmajäähdytys	14
2.4 Rintafileen saannon laskeminen.....	14
2.4.1 Rintafileen irrotus ruhosta	15
2.4.2 Rintafileen merkitys.....	16
2.4.3 Rintafileen koesaanto	17
3 MUUTOKSET LIHASSA TEURASTUKSEN JÄLKEEN	19
3.1 Teurastuksen jälkeiset reaktiot lihaksessa	19
3.2 Vedenpidätyskyky	20
3.3 Teurastuksen jälkeisen epänormaalien metabolian aiheuttamat laatuvirheet	20
3.3.1 Kylmäsupistuminen.....	21
3.3.2 PSE-liha.....	21
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	23
4.1 Tutkimusvalmistelut.....	23
4.2 Tutkimukset 1–3: paloittelu teurastuksen jälkeen ja jäähdytys	26
4.3 Tutkimus 4: paloittelu vesijäähdytyksen jälkeen ja ilmajäähdytys	28
5 TULOKSET	30
5.1 Jäähdytys- ja pH-seurannat	30

5.2 Rintafilee saannot ja jäähdytyshävikki.....	37
5.3 Yhteenveto	42
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	44
LÄHTEET	47

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Rintafileen irrotuksen vaiheet.	16
Kuva 2. Rintafileen jäädytyshäkki.	24
Kuva 3. Lihan pH-arvon sekä lämpötilanmittaus Testo 205 -pH-mittarilla.....	25
Kuva 4. Lämpötilaloggeri.	25
Kuva 5. Oikealla puolella tutkimuksen 1a rintafilee ja vasemmalla verrokkierän rintafilee.	33
Kuva 6. Lämminpaloittelun ruhokehikko ja kylmäpaloittelun ruhokehikko paloittelun jälkeen.	39
Kuva 7. Tutkimuksen 4a paloittelun jälkeinen ruhokehikko.	40
Kuvio 1. Kalkkunaketju.....	10
Kuvio 2. Kalkkunakukon teurastuksen vuokaavio.	12
Kuvio 3. Kalkkunan saantopuu.	15
Kuvio 4. Länsi-Kalkkuna Oy:n myyntijakauma tammikuu - lokakuu 2021.	17
Kuvio 5. Tutkimuksen 1:n prosessikaavio.	26
Kuvio 6. Tutkimuksien 2 ja 3 prosessikaavio.	27
Kuvio 7. Tutkimus 4:n prosessikaavio.....	28
Kuvio 8. Tutkimus 1a jäähtymisseuranta.	30
Kuvio 9. Tutkimus 1b jäähtymisseuranta.	31
Kuvio 10. Tutkimus 1a:n pH-arvo jäähtymisen aikana.	31
Kuvio 11. Tutkimus 1b:n pH-arvo jäähtymisen aikana.	32

Kuvio 12. Tutkimuksien 2a ja 3a jäähtymisseurannat.	33
Kuvio 13. Tutkimuksien 2b ja 3b jäähtymisseurannat.	34
Kuvio 14. Tutkimuksien 2a ja 3a pH-arvo jäähtymisen aikana.....	34
Kuvio 15. Tutkimuksien 2b ja 3b pH-arvo jäähtymisen aikana.....	35
Kuvio 16. Tutkimuksen 4a jäähtymisseuranta.....	36
Kuvio 17. Tutkimuksen 4b jäähtymisseuranta.....	36
Kuvio 18. Tutkimuksen 4a pH-arvo jäähtymisen aikana.	37
Kuvio 19. Tutkimuksen 4b pH-arvo tutkimuksen aikana.	37
Kuvio 20. Tutkimuksien 1–3 rintafileen saantoerot ennen jäähdytystä.	38
Kuvio 21. Jäähdytyksen aikana tullut valumahävikki.	41
Kuvio 22. Rintafileen saantoerot jäähdytyksen jälkeen.....	42
Taulukko 1. Tutkimuksien rintafileesaantotaulukko.....	38

Käytetyt termit ja lyhenteet

ATP	Adenosiinitrifosfaatti, solujen eri toimintoihin tarvitsemaa energiaa
Fileeputsi	Rintafileen leikkuusta syntyvä rasvaa, lihaskalvoa ja lihaa sisältävä lihalajitelma
Jäähdytyskuusi	Koukkutanko, jota käytetään kokonaisten kalkkunoiden jäähdytyksessä
Kypsymisvaihe	Lihan kypsymisvaihe on prosessi, jossa luonnolliset entsyymit hajottavat lihaskudoksia ja sidekudoksia teurastuksen jälkeen, tehden lihasta mureampaa ja maukkaampaa
Metabolia	Aineenvaihdunta
Molla	Elintarvikealalla käytetty raaka-aineen kuljetusvaunu
Rigor mortis	Kuolonkankeus
Ruho	Kokonainen kalkkuna, josta on teurastuksessa poistettu pää, höyhenet, varpaat sekä sisäelimet
Tappilinja	Kokonaisten kalkkunoiden paloittelulinja

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Länsi-Kalkkuna Oy, joka on HKFoods Oyj:n sekä Atria Suomi Oyj:n yhteisomistama yritys, jonka tehtävä on tuottaa omistajilleen laadukasta kotimaista kalkkunan liharaaka-ainetta. Länsi-Kalkkuna Oy:n tehtävänä on hoitaa kalkkunoiden alkutuotanto, teurastus ja leikkaaminen lihalajitelmiksi, joista omistajat jalostavat kalkkunatuotteita kaupan hyllylle. Lihalajitelmista yrityksen kannattavuuden kannalta tärkein osa on rintafilee, jonka osuus yrityksen myynnistä on yli kaksi kolmasosaa.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin rintafileesaantoa kalkkunoiden lämminpaloittelussa. Nykyisessä kalkkunoiden teurastus- ja paloitteluprosessissa kokonaisia kalkkunoita jäähdytetään ensin vesijäähdytyksessä noin 20 minuuttia, jonka jälkeen kalkkunat siirretään jäähdyttävään ilmajäähdytykseen neljäksi tunniksi, josta kokonaiset kalkkunat siirtyvät varastoilmajäähdytykseen noin 20 tunniksi. Nykyisessä prosessissa kalkkunat paloitellaan teurastuksen jälkeisenä päivänä, jolloin lihan säilyvyyden ensimmäinen päivä menetetään jo ennen paloittelua.

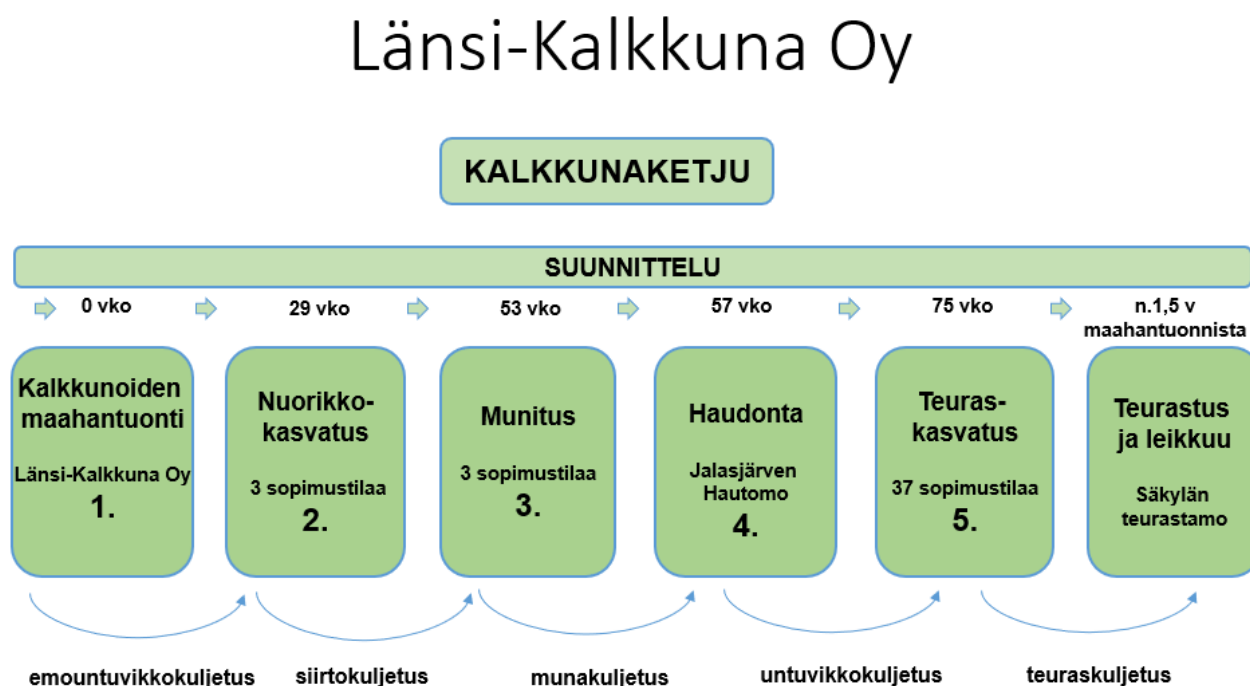
Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää rintafileesaantoa kokonaisten kalkkunoiden lämminpaloittelussa. Tutkimuksissa tutkittiin rintafileesaantoa kahdella eri tyylillä: paloittelu suoraan teurastuksen jälkeen sekä paloittelu vesijäähdytyksen jälkeen. Jotta fileesaannosta saataisiin todenmukaista tietoa, paloitellut fileet jäähdytettiin erilaisilla menetelmillä ja mitattiin valumahävikki. Lämminpaloittelun tuloksia verrattiin nykyisen paloitteluprosessin tuloksiin. Työn kirjallisuusosuudessa käsiteltiin Länsi-Kalkkuna Oy:n toimintaa, rintafileen irrotusta ja rintafileesaannon merkitystä, teurastuksen jälkeisiä reaktioita lihaksessa sekä lihan jäähdytykseen ja veden pidätyskykyyn liittyviä asioita.

2 LÄNSI-KALKKUNA OY

Länsi-Kalkkuna Oy hoitaa koko kalkkunan tuotantoketjua vanhempaissukupolven maahan- tuonnista teuraskypsien lintujen teurastukseen ja leikkaamiseen asiakkaidensa haluamiksi lihalajitelmiksi (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde 14.6.2024). Kotimaisesta kalkku- nanlihasta noin 99 % on Länsi-Kalkkuna Oy:n teurastamaa. Teuraskalkkunoiden kasvatus tapahtuu sopimustuottajien tiloilla, joista suurin osa on Satakunnan, Varsinais-Suomen sekä Etelä-Pohjanmaan alueella. Yrityksellä on kaksi toimipistettä, hautomo Jalasjärvellä sekä teurastamo ja leikkaamo Säkylässä. Yrityksessä työskentelee vuoden ajan mukaan noin 150 työntekijää.

2.1 Alkutuotanto

Länsi-Kalkkuna Oy:n omistajat määrittävät vuosittain tuotantovolyymien omiin kysyntä- ja varastoanalyysiin perustuen. Kuviossa 1 on esitetty kalkkunaketjun vaiheita ja kestoja, josta nähdään ketjun kokonaiskeston olevan todella pitkä noin puolitoista vuotta.



Kuvio 1. Kalkkunaketju (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 6.4.2022).

Länsi-Kalkkuna Oy:n hallitus määrittää vuosittain tavoitellun teurasmäärän eli volyymin, jonka perusteella alkutuotanto suunnittelee tarvittavan untuvikkomäärän, joka tulisi tuottaa vuoden aikana (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 14.6.2024). Alkutuotanto tilaa lintuaineksen jalostajalta emoparviuntuvikot, jotka maahantuodaan Euroopasta. Nuorikkokasvatustiloilla emokalkkunoita kasvatetaan sukukypsiksi. Kun sukukypsyys on saavutettu, emoparvi siirretään munintatiloille. Munintatiloilta saadaan päivittäin tietoa, kuinka paljon munia on tullut, jota seurataan ja varmistetaan, että munien tuotannossa pysytään aikataulussa eli vuoden tavoiteltu teurasmäärä on mahdollista toteuttaa.

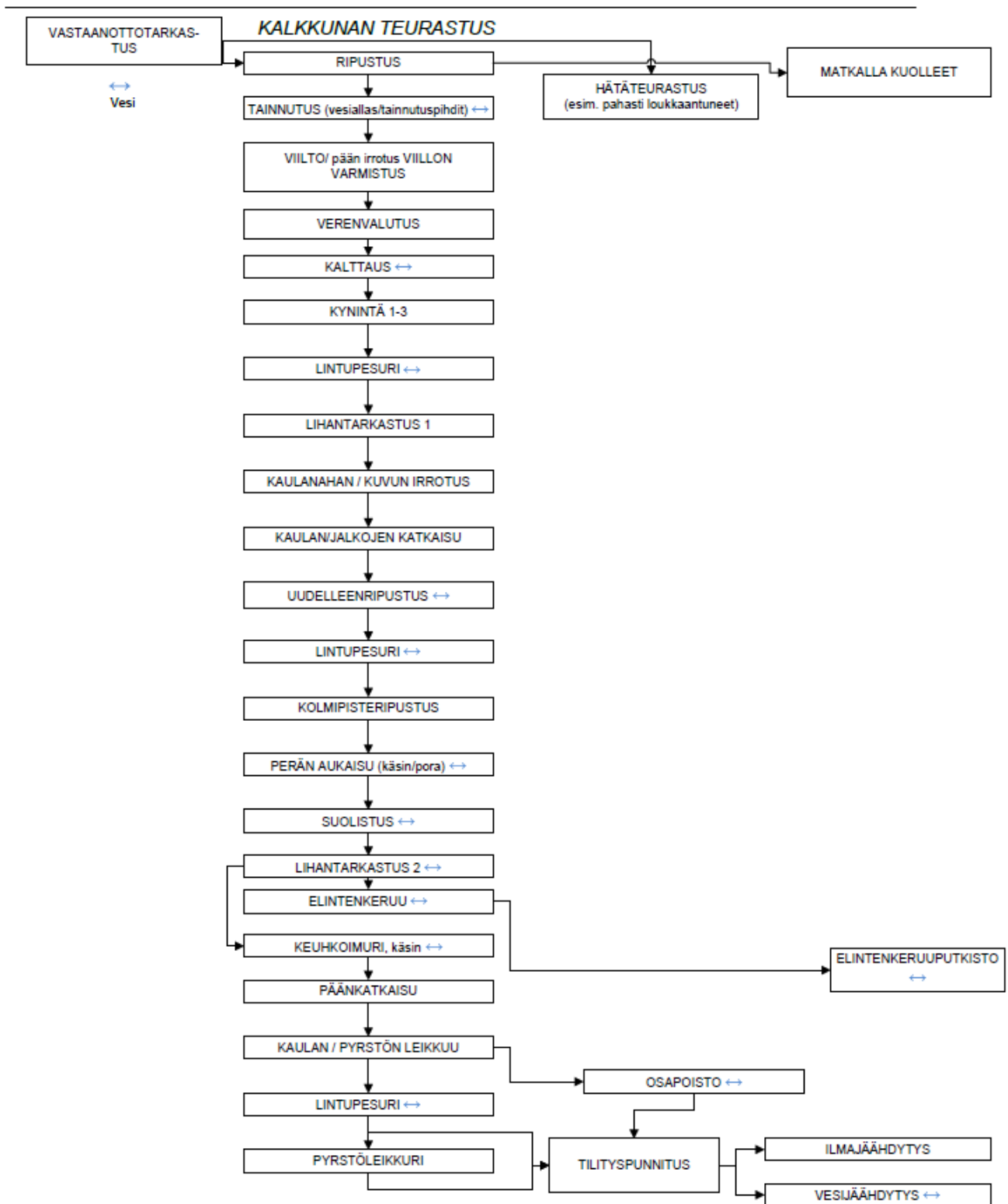
Munintatiloilta munat toimitetaan Jalasjärven hautomolle, jossa munia haudotaan koneissa noin 57 viikkoa. Haudontavaiheessa munien kehittymistä tarkastetaan ja varmistetaan läpivalaisukoneen avulla, tasaisin väliajoin. Suunnittelija on edellisen vuoden syksyllä jo määrittänyt mihin teuraskasvatustiloille ja kuinka paljon kuoriutuneita untuvikkoja tulee toimittaa viikoittain. Hautomo ilmoittaa toteutuneen untuvikkotoimitusmäärän suunnittelijalle, joka lisää määrän järjestelmään.

Teuraskasvattaminen tapahtuu 37 sopimustuottajan toimesta. Länsi-Kalkkuna Oy:llä on kaksi työntekijää tuottajien tukena, jotka kiertävät kasvatustiloilla ja tarjoavat tukea ongelmatilanteissa (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 14.6.2024). Kasvattajilla ja Länsi-Kalkkuna Oy:llä on yhteinen järjestelmä, johon teuraskasvattajat lisäävät tietoa kasvatuksen aikana. Kalkkunan kasvamiselle on annettu tavoitekasvupaino jalostajan toimesta ja painon seuraaminen ja sen lisääminen järjestelmään on tärkeä tieto suunnittelun kannalta. Myös poistuma kasvatustilalla on tärkeä tieto, jonka suunnittelija saa järjestelmän kautta kasvattajalta, sillä lopullinen teuraaksi tuleva lintumäärä täytyy tietää, kun tuleva lihamäärä ilmoitetaan asiakkaille.

2.2 Teurastus

Kalkkunakanat teurastetaan reilun kolmen kuukauden ikäisinä ja kalkkunakukot noin neljän kuukauden ikäisinä (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 14.6.2024). Teurasikäisinä kalkkunakanojen keskipaino on noin 7 kiloa ja kalkkunakukoilla noin 13 kiloa. Kuviossa 2 on esitetty kalkkunakukon teurastusprosessia vuokaaviona. Prosessin vaiheet, joissa käytetään vettä siirtämiseen, puhdistamiseen tai jäähdyttämiseen, on merkitty

sinisellä nuolella. Teurastusprosessi alkaa elävien kalkkunoiden vastaanottotarkastuksella, jossa elävien lintujen kuntoa tarkastetaan visuaalisesti.



Kuvio 2. Kalkkunakukon teurastuksen vuokaavio (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 6.11.2024).

Vastaanottotarkastuksen jälkeen linnut viedään vuorollansa ripustuslinjalle. Teurastusprosessi tapahtuu pitkälti koneellisesti suolistamiseen asti kaulan viiltoa lukuun ottamatta. Kun linnusta on poistettu veri ja höyhenet, tehdään ensimmäinen lihantarkastus linnun ulkopuolelta. Lihantarkastuksesta vastaa Ruokaviraston tarkastuseläinlääkäri, jota avustaa koulutautuneet lihantarkastajat teurastuslinjalla. Lihantarkastuksen jälkeen linnun kupu ja osa rintanahasta poistetaan. Rintanahan kuorimisen seurauksena osa rintafilettä ei ole enää nahan suojassa. Suolistuksessa lintujen sisältä poistetaan sisäelimet ja suolet, joiden perusteella lihantarkastajat hyväksyvät lihan elintarvikekelpoiseksi ja ruho siirretään punnituksen jälkeen leikkaamon puolelle jäähdytykseen. Tämän opinnäytetyön kalkkunan lämpinpaloitteletutkimukset toteutetaan tilityspunnituksen jälkeen, kun nykyisessä prosessissa ruhot jatkaisivat ennen paloittelua jäähdytykseen.

2.3 Jäähdytys

Eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasäätöasetuksessa (EY) N:o 853/2004 todetaan, että tarkastuksen ja sisäelinten poistamisen jälkeen teurastetut eläimet on puhdistettava ja jäähdytettävä enintään 4 °C:n lämpötilaan niin pian kuin mahdollista. Edellisestä poiketen ruho voidaan leikata lämpimänä, jos leikkaamo on samassa paikassa kuin teurastustilat edellyttäen, että liha siirretään suoraan teurastustiloista leikkaamoon (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 853/2004).

2.3.1 Vesijäähdytys

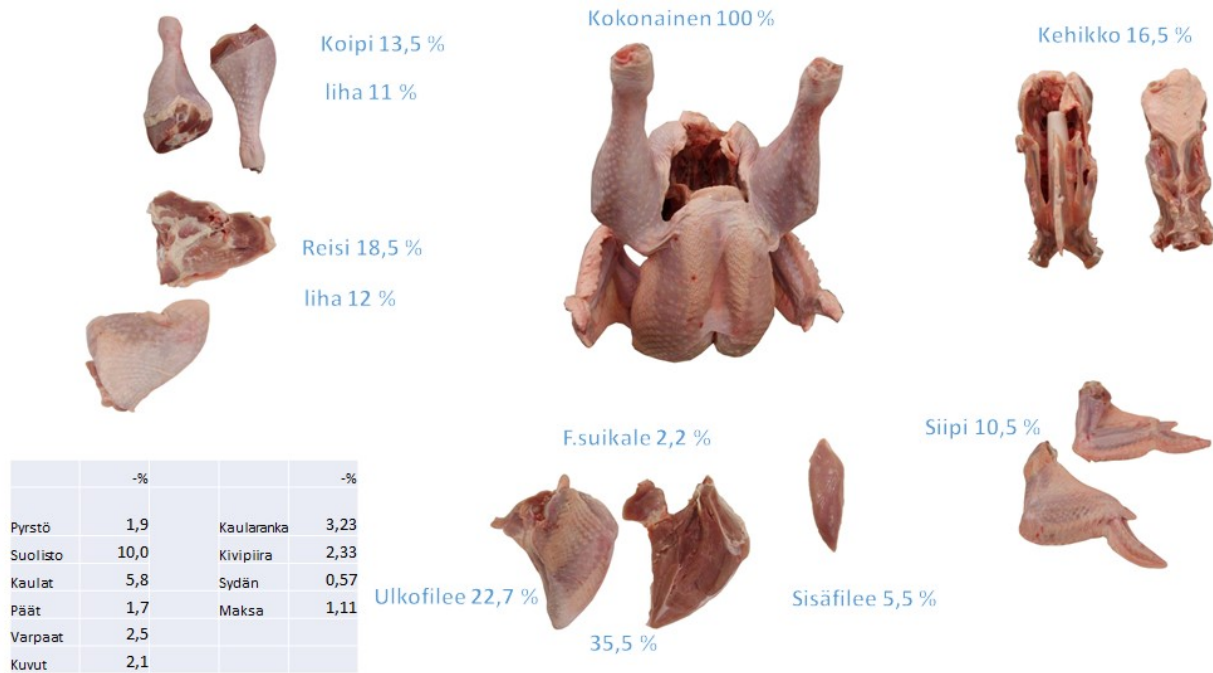
Teurastuksen jälkeen kalkkunaruhuja jäähdytetään kahdessa vesialtaassa noin 20 minuutin ajan. Vesialtaissa kalkkunaruhot kulkevat eteenpäin suuren ruuvin avulla. Altaiden täytövesi on jäähdytettyä noin kaksiasteista vettä, jotta veden lämpötila ei nouse teuraslämpimien kalkkunaruhojen vuoksi, pitää altaiden vedenkierron olla jatkuvaa. Vesijäähdytyksen tarkoituksena on jäähdyttää ruhoa sekä kerryttää ruhoon nestettä vähentämään ilmajäähdytyksen aikana tapahtuvaa painohävikkiä.

2.3.2 Ilmajäähdytys

Vesijäähdytyksen jälkeen kalkkunat ripustetaan jäähdytyskuusiin, jotka kulkevat ilmajäähdyttämöhuoneeseen rakennettuja ratoja pitkin. Ilmajäähdytyksessä kylmää ilmaa kierrätetään ruhojen ympärillä ja sisällä (Mead, 2004, s. 99–100). Ilman kierrättäminen nopeuttaa ruhon jäähtymistä. Haitta puolena ilmajäähdytyksessä on, että lihasta haihtuu nestettä, mikä johtaa saannon heikkenemiseen. Virtasen (2003, s. 66) tekemässä tutkimuksessa todettiin kokonaisten kalkkunaruhojen menettävän painostaan noin yhden prosenttiyksikön verran 24 tunnin jäähdytyksen jälkeen. Länsi-Kalkkuna Oy:llä ilmajäähdyttämöjä on kaksi kappaletta, ensimmäisessä jäähdyttävässä ilmajäähdyttämössä kovassa puhalluksessa kokonaiset kalkkunaruhot ovat 4 tuntia vesijäähdytyksen jälkeen, jonka jälkeen ruhot siirretään varastointi ilmajäähdyttämöön, jossa lämpötila on sama noin 2 °C:tta kuin ensimmäisessä ilmajäähdyttämössä, mutta ilman kovaa puhallusta.

2.4 Rintafileen saannon laskeminen

Teurastuksessa linnusta poistetaan kaikki elintarvikkeeksi kelpaamattomat osat, kuten pää, varpaat, höyhenet, suolet ja sisäelimet (pl. maksa ja sydän, jotka kerätään elintarvikkeeksi). Teurastuksen jälkeen lintu punnitaan ja saadaan linnun teuraspaino. Teuraspaino on noin 70 % linnun elopainosta. Teuraspainosta isoin osa kalkkunasta on rintafileetä noin 35,5 %, vaihdellen onko kyseessä kalkkunakana vai kalkkunakukko. Toiseksi suurin osuus kalkkunan lihasta on jalat, jotka jaetaan reisi- ja koipiosiin, niiden yhteenlaskettu osuus kokoruhosta on noin 32 %. Kuviossa 3 on esitettyä kokonaisesta kalkkunasta leikattavien lajitelmien osuudet.

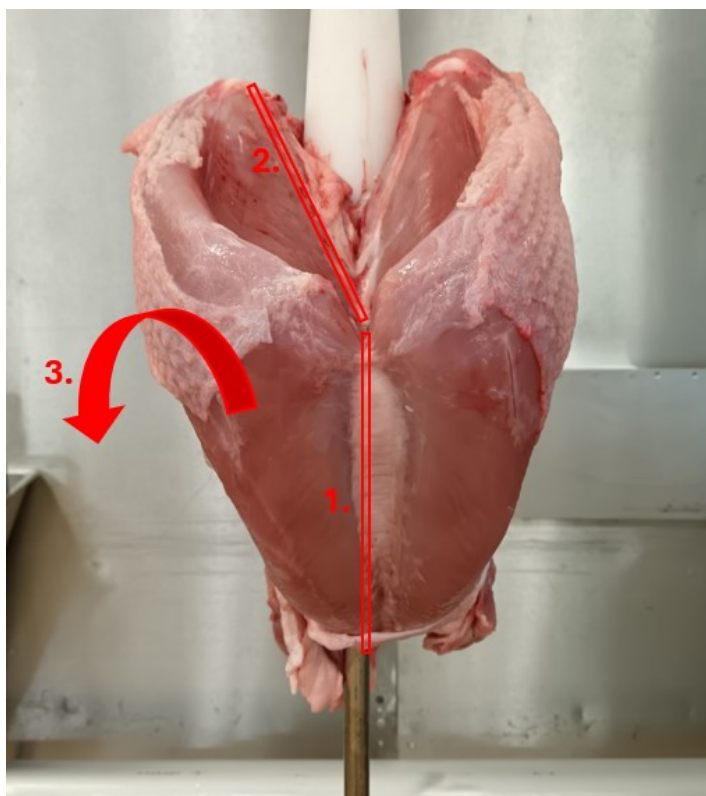


Kuvio 3. Kalkkunan saantopuu (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 17.9.2019).

Kuvion 3 vasemmassa alareunassa teurastuksessa poistettavien osien prosentuaaliset osuudet kalkkunan elopainosta. Elintarvikkeeksi näistä kerätään sydän, maksa, kaularanka sekä pyrstö.

2.4.1 Rintafileen irrotus ruhosta

Kokonaiset kalkkunat paloitellaan osiin liikkuvilla vaihetyölinjoilla, joita kutsutaan tappilinjoiksi. Ensimmäisellä tappilinjalla ruhokehikko on ylösalaisin, jolloin ruhosta on helpompi leikata irti jalat ja siivet. Tämän jälkeen ruhokehikko siirtyy toiselle tappilinjalle, jonka välissä ruhokehikko käännetään rintafilee ylöspäin. Rintafileen irrotuksen vaiheet ruhokehikosta voidaan jakaa kolmeen osaan (Kuva 1).



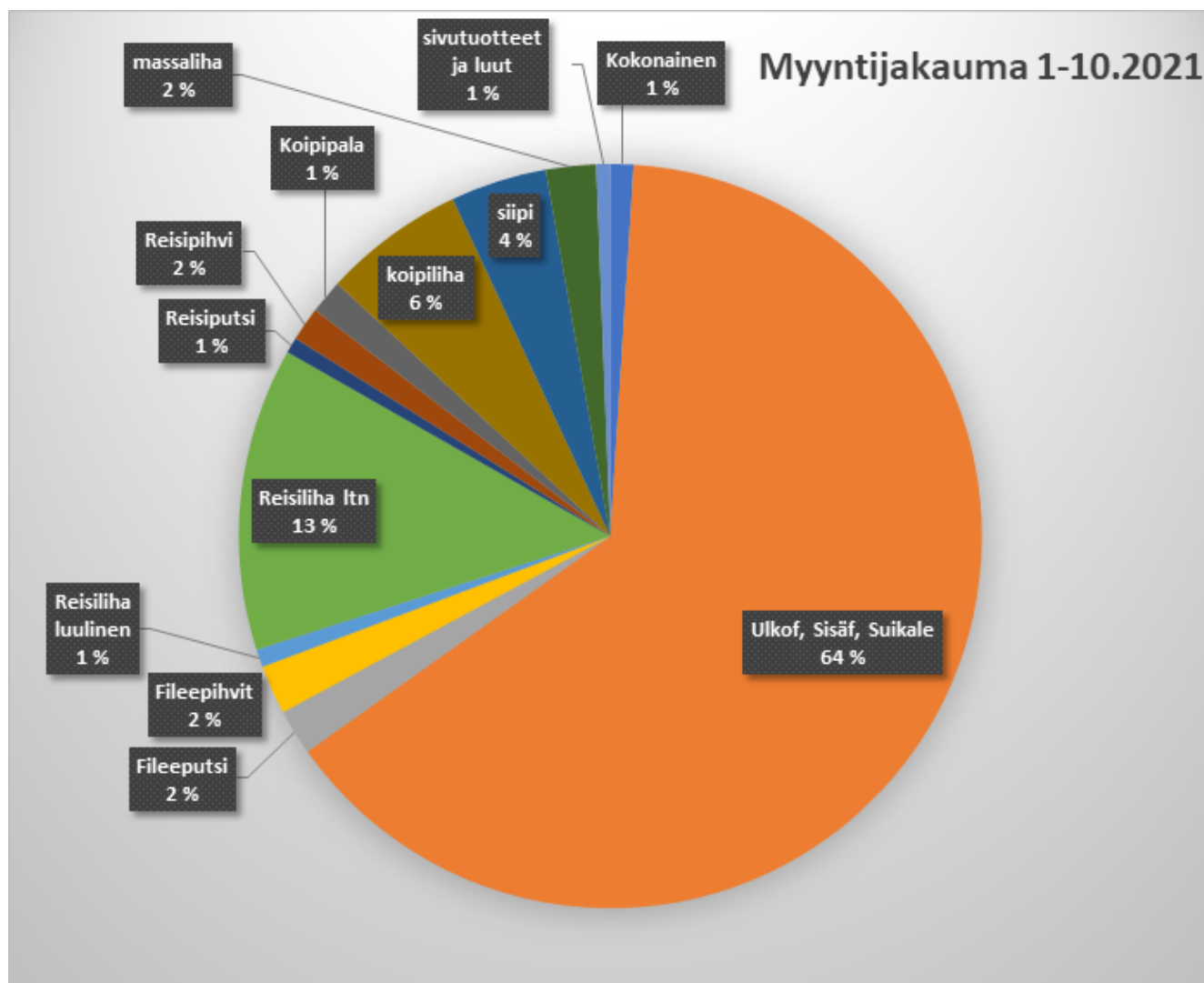
Kuva 1. Rintafileen irrotuksen vaiheet (Raittinen, 2024).

Ensimmäinen ns. pitkäviilto rintafileen irrotuksessa tehdään rintalastan kohdalta, jossa tavoite on leikata rintafilee irti rintalastasta tarkasti jättämättä lihaa kehikkoon kiinni. Toinen viilto tehdään onnenluun mukaisesti rintalastasta kohti siipiniveltä. Kahden viillon jälkeen rintafilee osittain roikkuu ollen kiinni ruhokehikossa enää kylkiluiden alueelta. Kolmannessa vaiheessa tehdään pieni viilto kylkiluiden alueelle ja revitään rintafilee irti ruhosta painamalla filettä alaspäin. Kun ensimmäiset viillot on tehty tarkasti kehikkoa myöden, ei ruhokehikkoon jää juurikaan lihaa.

2.4.2 Rintafileen merkitys

Kalkkunan rintafilee on vähärasvaista ja runsas proteiinista lihaa. 100 grammassa kalkkunan rintafilettä on 25,6 grammaa proteiinia ja vain 2 grammaa rasvaa (Fineli, i.a.). Se on kalkkunan suosituin lajitelma ja sen merkitys Länsi-Kalkkuna Oy:lle on saanto-osuuttaan isompi. Kuviossa 4 on esitetty Länsi-Kalkkuna Oy:n myyntijakaumaa vuodelta 2021. Tammi-kuu – lokakuu välisenä aikana Länsi-Kalkkuna Oy:n myynnistä 64 % koostui rintafilee- osista. Kun lukuun lisätään vielä fileepihvit ja fileeputsi, jotka ovat molemmat myös

rintafileen osista tehtyjä tuotteita, on osuus myynnistä jo yli kaksi kolmasosaa. Vaikka rintafileen osuus teuraspainoisesta kalkkunasta on vain 35,5 %.



Kuvio 4. Länsi-Kalkkuna Oy:n myyntijakauma tammikuu - lokakuu 2021 (Länsi-Kalkkuna Oy, sisäinen tietolähde, 18.11.2021).

2.4.3 Rintafileen koesaanto

Tuotannon onnistumista mitataan erilaisilla mittareilla Länsi-Kalkkuna Oy:llä päivittäin. Yksi tärkeimmistä tuotannon mittareista on rintafileesaanto. Kalkkunakanoilla ja kalkkunakoilla rintafileen osuus kokonaisesta ruhosta eroaa toisistaan, myös linnun ikä teurastukseen tullessaan vaikuttaa rintafileen osuuteen. Kasvatuksen aikaisilla tapahtumilla on myös vaikutusta eri osien kasvuun, joten jokainen teurastukseen tuleva kalkkunaerä on yksilöllinen. Jotta tuotannon onnistumista jokaisen erän paloittelussa voidaan tarkasti mitata,

leikataan jokaisesta kalkkunaerästä rintafileen koesaanto. Koesaannossa 20 kappaleesta ruhoja rintafileet irrotetaan paikallaan olevasta ruhosta, niin että kaikki mahdollinen rintaosan liha irrotetaan. Näin saadaan niin sanottu maksimaalinen rintafileesaanto leikattavasta kalkkunaerästä. Rintafileen irrotus tuotantolinjoilla tapahtuu liikkuvilla vaihetyölinjoilla, joten ei voida odottaa toteutuneen rintafileesaannon olevan sama kuin leikattavan erän rintafileen koesaanto. Yrityksen tavoitteena on, että toteutunut rintafileesaanto on alle 1 %:n pienempi kuin rintafileen koesaanto.

3 MUUTOKSET LIHASSA TEURASTUKSEN JÄLKEEN

3.1 Teurastuksen jälkeiset reaktiot lihaksessa

Teurastusprosessissa verenlaskun jälkeen eläimen aerobinen eli happea tarvitseva energiantuotanto pysähtyy ja lihaskudoksessa tapahtuu kemiallisia muutoksia (Feiner, 2006, s. 39–41). Eläimen eläessä aerobisessa energiantuotannossa muodostuu pyruvaatti glykolyysin prosessissa, jossa glukoosi hajotetaan solussa energiaksi. Pyruvaatin avulla solu voi tuottaa ATP:tä joko anaerobisesti tai siirtää sen edelleen soluhengitykseen aerobisissa olosuhteissa. Eläimen ollessa elossa lihassolut tarvitsevat ATP:tä, jotta aktiini- ja myosiinifilamentit voivat liukua toistensa ohi, mikä mahdollistaa lihasten supistumisen ja rentoutumisen (Puolanne, 2019, s. 34).

Teurastuksen jälkeen aerobinen energiantuotanto pysähtyy, mutta homeostasiksen vuoksi lihassy pyrkii fysiologiseen tasapainoon niin anaerobinen glykolyysi alkaa käyttämään elimistön ATP:tä, jonka seurauksena glukoosista saatu pyruvaatti reduktoituu pääosin maitohapoksi (Feiner, 2006, s. 39–41). Maitohapon vaikutuksesta lihaksen pH alkaa laskea 1,5–1,7 yksikköä 7,0–7,2:sta noin 5,5:een (Puolanne, 2019, s. 35). pH:n laskunopeuteen vaikuttaa monet tekijät, kuten laji sekä ennen ja jälkeen teurastuksen tapahtuvat käsittelyolosuhteet. Laskunopeus vaihtelee eri eläinlajeilla, siipikarjalla laskunopeus on nopeampaa kuin esimerkiksi naudalla ja lampaalla (Toldrá, 2017, s. 167). Teurastuksen jälkeinen anaerobinen glykolyysi päättyy, kunnes glykogeenivarasto on käytetty loppuun tai kun pH-arvo laskee liian alas glykolyysin jatkuessa (Feiner, 2006, s. 39–41). Samalla kun teurastuksen jälkeinen glykolyysi jatkuu, ATP:n pitoisuus lihaskudoksessa laskee, joka yhdessä pH-arvon laskun kanssa vaikuttaa lihassyyn aktiini- ja myosiinifilamentteihin niin etteivät ne enää hajoa vaan pysyvät yhdessä muodostaakseen aktomyosiinisidoksen, mikä tarkoittaa rigor mortis ilmiön eli kuolonkankeuden alkamista ja lämpimän lihan vaikutuksen menetystä. Ennen rigor mortiksen alkamista lihakset ovat joustavia ja venyviä, mutta sen muodostumisvaiheessa lihas menettää venyvyytensä (Rahman, 2020, s. 128). Rigor mortiksen alkamisen kesto teurastuksen jälkeen vaihtelee eri eläinlajeilla, siipikarjasta broilerilla rigor mortis alkaa 0,5–1 tunnin jälkeen teurastuksesta ja sialla rigor mortis alkaa 3–6 tunnin päästä teurastuksesta (Puolanne, 2019, s. 35). Rigor mortiksen päättyessä pH-arvo on

laskenut 5,5:een, jolloin lihaksessa vapautuu murenevuudesta vastuussa olevat entsyymit ja lihas siirtyy kypsymisvaiheeseen (Feiner, 2006, s. 39–41).

3.2 Vedenpidätyskyky

Vedenpidätyskyky on olennainen lihalaadun ominaisuus, joka vaikuttaa muun muassa lihan mehukkuuteen ja sen nestehävikkiin käsittelyjen, kuten jäähdätyksen ja kypsennyksen aikana (Toldrá, 2017, s. 176–177). Lihassa on noin 75 % vettä, josta suurin osa noin 55–60 % on immobilisoitunutta vettä (Puolanne, 2019, s. 37). Noin 12 % lihaksessa olevassa vedestä on sitoutunutta vettä ja loppu 3–8 % on vapaata vettä, joka valuu lihaksesta melko helposti pois. Suurin osa lihaksessa olevasta vedestä on sitoutuneena tiheässä myofibrilliverkostossa, mutta osa sijaitsee myös lihassolujen ja -kimppujen välitiloissa (Toldrá, 2017, s. 176–177). Teurastuksen jälkeisessä vaiheessa lihaksen ATP-tason lasku ja sarkomeerin supistuminen vähentävät vedenpidätyskapasiteettia, kun vettä siirtyy myofibrillien ulkopuolelle ja lihassolujen välisiin rakoihin. Myofibrillien proteiinirakenteet myös denaturoituvat pH:n laskiessa, mikä vähentää veden sitoutumispintojen määrää ja johtaa tiiviimpään myofilamenttipakkaukseen. Vedenpidätyskykyyn vaikuttavat merkittävästi myös teurastuksen jälkeisen metabolian nopeus ja pH:n lasku. Hidas metabolia ja korkea lopullinen pH säilyttävät lihan vedenpidätyskyvyn lähellä elävän lihaksen ominaisuuksia, kun taas nopea pH:n lasku lämpimässä lihassa edistää proteiinien denaturoitumista, mikä heikentää veden sitoutumista ja lisää nestehukkaa.

3.3 Teurastuksen jälkeisen epänormaalin metabolian aiheuttamat laatuvirheet

Lihaksen epänormaali teurastuksen jälkeinen metabolia voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia lihan laatuun ja voi syntyä laatuvirheitä, kuten PSE-lihaa (Pale, Soft, Exudative) ja kylmäsüpistumista (Toldrá, 2017, s. 171). Nämä laatuvirheet syntyvät, kun lihaksen pH-arvo ja lämpötila eivät laske normaalilla tavalla kuoleman jälkeisen aineenvaihdunnan aikana. Epänormaali teurastuksen jälkeinen metabolia johtuu pitkälti eläimen stressitasosta, geeniperimästä ja teurastuksen jälkeisistä käsittelyolosuhteista.

3.3.1 Kylmäsupistuminen

Kylmäsupistuminen on ilmiö, joka esiintyy ennen rigor mortista ja johtaa lihan laadun heikkenemiseen (Hui, 2012, s. 73). Kylmäsupistuminen on seurausta siitä, että lämmin ruho tai liha jäädytetään liian nopeasti teurastuksen jälkeen (Feiner, 2006, s. 55). Korkean pH-arvon ja alhaisen lämpötilan yhdistelmä lihaskudoksessa vahingoittaa sarkoplasmaa, eikä lihaksen supistuminen ja rentoutuminen toimi enää samalla tavalla kuin elävässä lihaksessa. Kylmäsupistumista ei tapahdu, kun lihan pH-arvo on 6,0 tai sen alapuolella. Feiner (mts. 56) toteaa, että lihalla voidaan yleisesti noudattaa ns. 10–10-sääntöä, mikä tarkoittaa, että ruhon lämpötilan ei tulisi laskea alle 10 °C:n 10 tunnin sisällä teurastuksesta. Tämä nyrkkisääntö koskee kokonaisia ruhoja. Kun ruhot paloittellaan lämpimänä ennen jäädytystä, luuttoman lihan lämpötilan ei tulisi laskea alle 16 °C:n 10 tunnin sisällä. Luullinen liha vastustaa lihassyiden supistumista, ja koska tätä vastavoimaa ei ole luuttomassa lihassa, sen jäädyttäminen täytyy tehdä hitaammassa tahdissa. Säännössä viitataan rigor mortiksen alkamiseen lihassa, on kuitenkin huomioitava, että rigor mortiksen alkamisen ajankohta vaihtelee eri eläinlajeilla. Virtasen (2003, s. 61) tutkimuksessa todetaan kalkkunan rintafleiden rigor mortiksen alkavan viiden tunnin jälkeen teurastuksesta. Elintarviketeollisuudessa, varsinkin naudan teurastuksessa, on käytetty jo pitkään sähköstimulaatiota kiihdyttämään rigor mortiksen muodostumista ja vähentämään kylmäsupistumisen riskiä (Puolanne, 2019, s. 50). Sähköstimulaatio nopeuttaa pH-arvon laskua ja mahdollistaa täten lihan irrottamisen aikaisemmassa vaiheessa ja estää kylmäsupistumisen. Siipikarjan osalta sähköstimulaation hyödyntämisestä ei löydy tutkimustietoa ja se onkin suositumpaa esimerkiksi naudan teurastuksessa pitkäkestoisen rigor mortiksen muodostumisen vuoksi.

3.3.2 PSE-liha

PSE-liha (Pale, Soft, Exudative) on pääasiassa sianlihassa, mutta myös siipikarjassa esiintyvä lihan laatuvirhe, jonka seurauksena liha muuttuu vaaleaksi, vetiseksi ja pehmeäksi. Tämä tila syntyy tyypillisesti kahden tekijän yhteisvaikutuksesta: nopeasta pH-arvon laskusta ja lihaskudoksen korkeasta lämpötilasta pian teurastuksen jälkeen (Feiner, 2006, s. 47). Lihas proteiinit denaturoituvat osittain, mikä vähentää lihaskudoksen kykyä sitoa vettä (vedenpidätyskyky), jolloin liha näyttää kostean pehmeältä. Vaalea väri johtuu vähentyneestä myofibrillien määrästä lihaskudoksessa, mikä lisää valon sirontaa pinnalla ja

estää myoglobiinin normaalia valon absorptiota. Lisäksi denaturoitunut myoglobiini ei enää edistä värin kehittymistä kypsytyksen aikana, mikä vaikuttaa negatiivisesti PSE-lihan käytökelpoisuuteen erityisesti jalostettujen lihatuotteiden valmistuksessa. PSE-liha voi aiheuttaa merkittäviä taloudellisia tappioita, sillä se esiintyy usein arvokkaimmissa lihan osissa, kuten siipikarjassa rintafileissä (Feiner, 2006, s. 48).

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Lämminpaloittelututkimuksia toteutettiin yhteensä neljä erilaista tutkimusta ja jokainen tutkimus toteutettiin kaksi kertaa toistettavuuden vuoksi. Tutkimuksien tarkoituksena oli selvittää teurastettujen kalkkunoiden paloittelun rintafilee-saanto lämminpaloittelussa ennen jäädytystä ja jäähdytyshävikin jälkeen. Lisäksi tutkimuksissa vertailtiin eri jäähdytysmenetelmien vaikutusta valumahävikkiin. Tutkimuksien mitattavia parametrejä olivat rintafilee-saanto, tutkimuserän koesaanto, saantoero, jäähdytyshävikki sekä lopullinen rintafilee-saanto jäähdytyksen jälkeen. Lämminpaloittelun jälkeisiä ruhokehikoita arvioitiin myös visuaalisesti verraten kylmäpaloittelun ruhokehikoihin seuraten kehikkoon jääneen lihan määrää. Tuloksissa ensimmäinen tutkimus ja toistettavuustutkimus on nimetty a- ja b-kirjaimilla tutkimusnumeron perässä.

Tutkimuksissa irrotettujen rintafileiden laatua seurattiin pH- ja lämpötilamittauksin. Tutkimuksissa käytetyistä kalkkunaeristä leikattiin nykyisen prosessin omaisesti rintafileiden koesaanto, johon lämminpaloittelututkimuksien rintafilee-saantoa pystyttiin vertaamaan.

Tutkimuksien jälkeen lämminpaloitteluihin osallistuneiden lihanleikkaajien kanssa pidettiin palautekeskustelu, jossa lihanleikkaajat toivat esille tekemiään huomioita. Kaikkia lihanleikkaajien tekemiä huomioita ei ole listattu tähän opinnäytetyöhön, vain opinnäytetyön tuloksiin liittyviä huomioita on esitetty luvuissa 5 ja 6.

4.1 Tutkimusvalmistelut

Tutkimuksissa haluttiin käyttää mahdollisimman paljon nykyisen leikkuuprosessin osia, jotta tulokset olisivat mahdollisimman luotettavia. Lämminpaloittelut suoritettiin samalla tuotantolinjalla, jossa jäähdytetyt ruhot paloitellaan. Kalkkunan paloittelulinja vaatii toimiakseen 20 lihanleikkaajaa, joten työntekijöille piti kouluttaa tutkimussuunnitelma ennen toteutusta. Lihanleikkaajilla ei ollut aikaisempaa kokemusta kalkkunoiden paloittelusta teurastamossa.

Tutkimuksissa paloiteltujen kalkkunaruhojen siirtäminen ohi normaalin jäähdytysprosessin vaati myös teurastuksen prosessihoitajan ja esihenkilön osallistumista. Teurastamon

puolella tutkimuskalkkunoiden paino mitattiin ja otettiin sivuun linjalta. Tämän jälkeen tutkimuskalkkunat siirrettiin mollissa leikkaamon puolelle lämminpaloitteluun.

Lämminpaloittelussa irrotetut rintafileet jäähdytettiin ilmajäähdyttämöissä, joissa kokonaiset kalkkunaruhot jäähtyvät roikkuvissa kuusissa. Rintafileiden jäähdytystä varten ilmajäähdyttämöihin vietiin jäähdytyshäkkejä, joissa rintafileiden jäähdyttäminen oli mahdollista toteuttaa. Kuvassa 2 ensimmäisen tutkimuksen rintafileet ovat jäähdytyshäkissä jäähdytyksessä.



Kuva 2. Rintafileiden jäähdytyshäkki (Raittinen, 2024).

Tutkittujen rintafileiden ja verrokkikalkkunoiden pH-mittaus toteutettiin yrityksen Testo 205 -pH-mittarilla (Kuva 3), joka soveltuu pH-arvon mittauksiin erityisen hyvin puolikiinteissä väliaineissa, kuten lihassa. Testo 205 -pH-mittarissa on myös lämpötilan mittausmahdollisuus. Jokaisen tutkimuspäivän aluksi pH-mittari kalibroitiin laitteen ohjeistuksen mukaisesti pH 4- ja pH 7-puskuliuoksilla.



Kuva 3. Lihan pH-arvon sekä lämpötilanmittaus Testo 205 -pH-mittarilla (Raittinen, 2024).

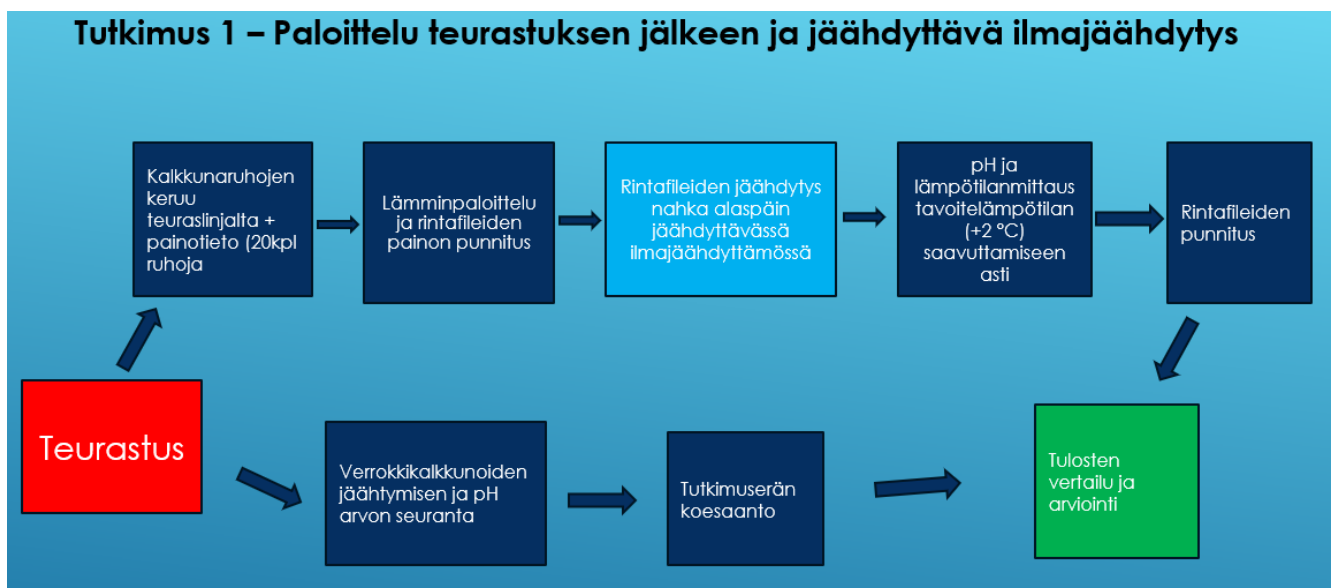
Lämpötilan mittaus verrokkikalkkunoista suoritettiin lämpötilaloggerilla (Kuva 4). Lämpötilaloggeria ohjelmoidaan EV Standard -ohjelmalla, jossa voidaan säätää esimerkiksi lämpötilanmittausstiheys. Tutkimuksissa verrokkikalkkunan lämpötilaa mitattiin noin 24 tuntia 15 minuutin välein. Lämpötilanmittausdata purettiin loggerista EV Standard -ohjelmalla.



Kuva 4. Lämpötilaloggeri (Raittinen, 2024).

4.2 Tutkimukset 1–3: paloittelu teurastuksen jälkeen ja jäähdytys

Lämminpaloittelututkimuksissa 1–3 prosessi oli jäähdytykseen asti samanlainen. Jokaisessa tutkimuksessa kerättiin 20 kappaletta kalkkunaruhoja ohi nykyisen leikkaamoprosessin. Ensimmäisissä kolmessa tutkimuksessa testikalkkunat kerättiin teurastamolla heti teurastusprosessin jälkeen sivuun ennen vesijäähdytyksen alkamista, neljännessä tutkimuksessa testikalkkunat kerättiin vasta vesijäähdytyksen jälkeen. Testikalkkunoiden paino mitattiin teurastamolla ja testikalkkunat siirrettiin mollissa leikkaamon puolelle. Leikkaamossa paloittelulinjat olivat valmiina aloittamaan teuraslämpimien kalkkunoiden paloittelun. Kuviossa 5 on kuvattuna ensimmäisen tutkimuksen prosessia. Paloittelun jälkeen irrotetut rintafileet punnittiin mollissa lähetysvaa’alla, jonka jälkeen rintafileet toimitettiin jäähdyttävään ilmajäähdyttämöön jäähdytyshäkkiin pH- ja lämpötilaseurantaan.

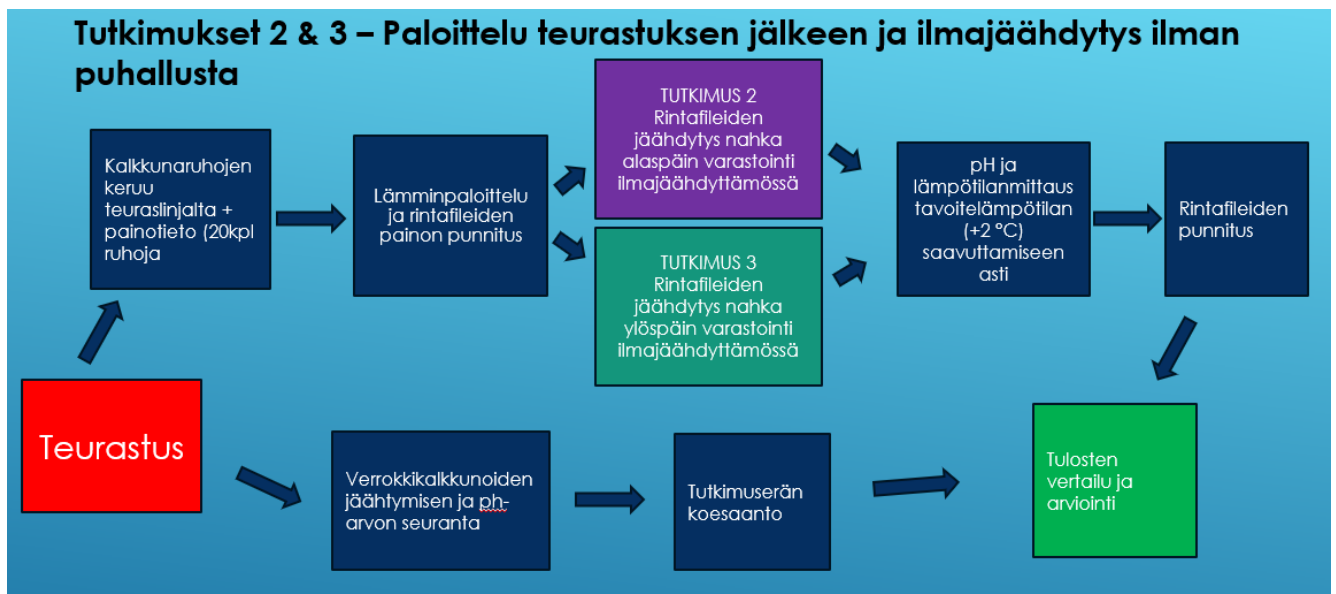


Kuvio 5. Tutkimuksen 1:n prosessikaavio.

Tutkimusrintafileiden pH-arvo ja lämpötila mitattiin tunnin välein, kunnes rintafileiden lämpötila oli laskenut alle tavoitelämpötilan +2 °C. Jäähdytyksen jälkeen rintafileet punnittiin hävikkilaskemia varten ja rintafileet toimitettiin kylmävarastoon. Seuraavana päivänä rintafileistä mitattiin vielä pH-arvo. Jokaisesta tutkimuserästä seurattiin nykyisen prosessin

kalkkunoiden jäähtymistä ja pH-arvoa sekä leikattiin koesaanto yrityksen käytänteiden mukaisesti.

Toisessa tutkimuksessa lähtötilanne oli sama kuin ensimmäisessä, testilinnut kerättiin heti teurastusprosessin jälkeen sivuun ja toimitettiin leikkaamoon. Kuviossa 6 on kuvattuna toisen ja kolmannen tutkimuksen prosessia. Ero ensimmäiseen tutkimukseen oli jäähtytyksessä, kun ensimmäisessä tutkimuksessa rintafileet jäähdytettiin kovassa puhalluksessa jäähdyttävässä ilmajäähdyttämössä niin toisessa ja kolmannessa tutkimuksessa rintafileet jäähdytettiin kokonaisten kalkkunoiden varastointi ilmajäähdyttämössä, jossa ei ole kovaa puhallusta.



Kuvio 6. Tutkimuksien 2 ja 3 prosessikaavio.

Jäähdytysmenetelmää vaihtaessa saatiin tietoa, miten hitaampi jäähdytys vaikuttaa rintafileiden vedenpidätyskykyyn ja jäähdytyshävikkiin. Lämpötila- ja pH-mittaukset toteutettiin toisessa tutkimuksessa samoin kuin ensimmäisessä tunnin välein.

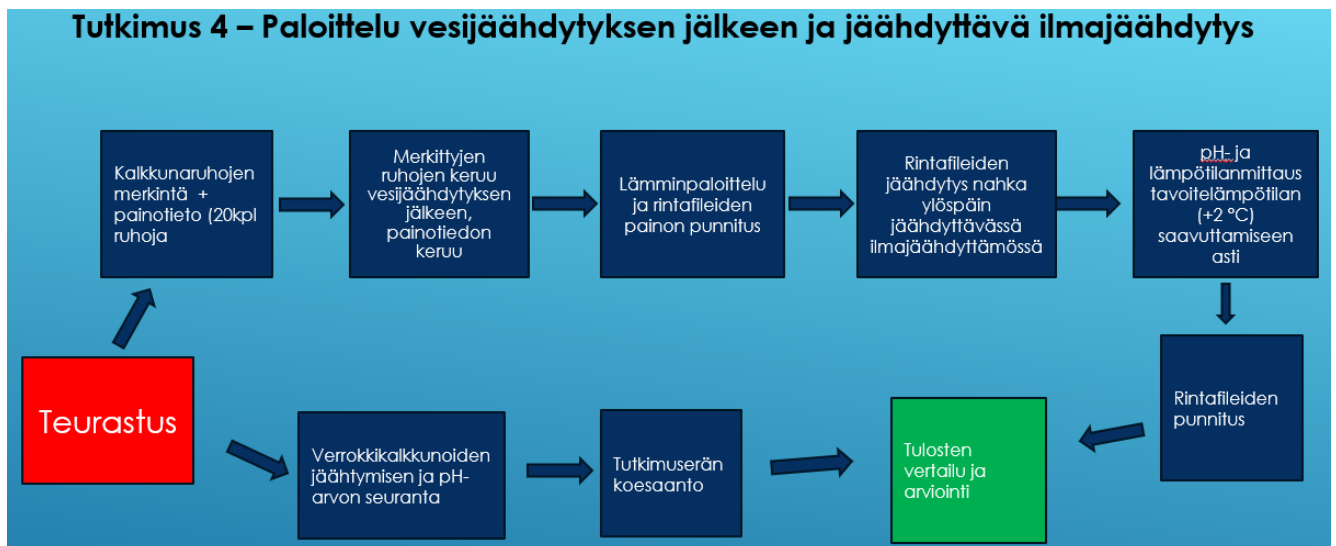
Kolmannessa tutkimuksessa lämminpaloittelu toteutettiin samalla tavalla kuin tutkimuksissa 1 ja 2. Jäähdytys toteutettiin samassa tilassa kuin tutkimuksessa 2, kokonaisten kalkkunoiden varastointi ilmajäähdyttämössä. Rintafileiden nahka poistetaan normaalissa prosessissa vasta juuri ennen rintafileen putsausvaihetta, joten lämminpaloittelututkimuksissa nahka jäi rintafileisiin jäähtytyksen ajaksi.

Kolmannessa tutkimuksessa rintafileet asetettiin jäähdytyshäkkeihin rintafileiden leikkauspinta alaspäin ja nahka ylöspäin, jolloin voitiin vertailla suojaako nahka rintafilettä kuivumiselta. Kaikki lämminpaloittelututkimukset toteutettiin kalkkunakukoilla, joista teurastusprosessissa poistetaan osa rintanahasta, joten nahka ei paloittelun jälkeen suojaakaan rintafileen ulkopintaa.

Neljästä kolmessa lämminpaloittelututkimuksesta paloittelu suoritettiin ilman vesijäähdytystä. Toimeksiantajayritys oli kiinnostunein lämminpaloittelun tuloksista ilman vesijäähdytystä Säkylän tehtaan tiloihin liittyvistä syistä.

4.3 Tutkimus 4: paloittelu vesijäähdytyksen jälkeen ja ilmajäähdytys

Vesijäähdytyksellä on kaksi tarkoitusperää nykyisessä kalkkunoiden leikkuuprosessissa. Sen tarkoitus on jäähdyttää ruhoa ennen ilmajäähdytystä sekä lisätä ruhon painoa kerryttämällä vettä, jotta jäähdytyshävikki olisi mahdollisimman pieni. Tutkimuksessa 4 lämminpaloittelua tutkittiin vesijäähdytyksen jälkeen. Kuviossa 7 on esitelty tutkimus 4:n prosessia.



Kuvio 7. Tutkimus 4:n prosessikaavio.

Neljännessä tutkimuksessa teurastetut kalkkunat jatkoivat teurasprosessin jälkeen leikkauksen puolelle nykyisen jäähdytysprosessin mukaisesti vesijäähdytysaltaisiin. Ennen altaita testikalkkunoiden paino mitattiin vaakalla ja kalkkunoiden jalkoihin laitettiin nippusiteet, jotta testikalkkunat tunnistettiin vesijäähdytyksen jälkeen. Vesialtaiden jälkeen testikalkkunat

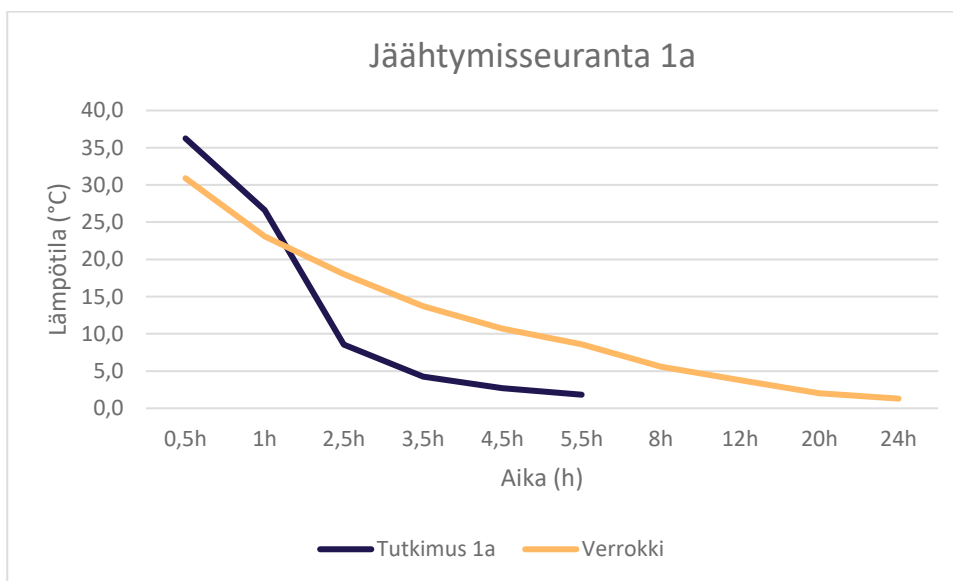
kerättiin molliin ja punnittiin uudestaan ennen paloittelua, jotta saatiin tietoon testikalkkunoiden painon lisääntyminen vesialtaissa. Paloittelun jälkeen irrotetut rintafileet jäähdytettiin samalla tavalla kuin tutkimuksessa 1, jäähdyttävässä ilmajäähdyttämössä, kunnes rintafileiden lämpötila oli jäähtynyt alle tavoitelämpötilan $+2\text{ °C}$:tta. Jäähdytyksen aikana rintafileiden lämpötilaa ja pH-arvoa mitattiin tunnin välein. Jäähdytyksen jälkeen rintafileet punnittiin ja ne vietiin kylmävarastoon, ja seuraavana päivänä rintafileistä mitattiin vielä pH-arvo.

5 TULOKSET

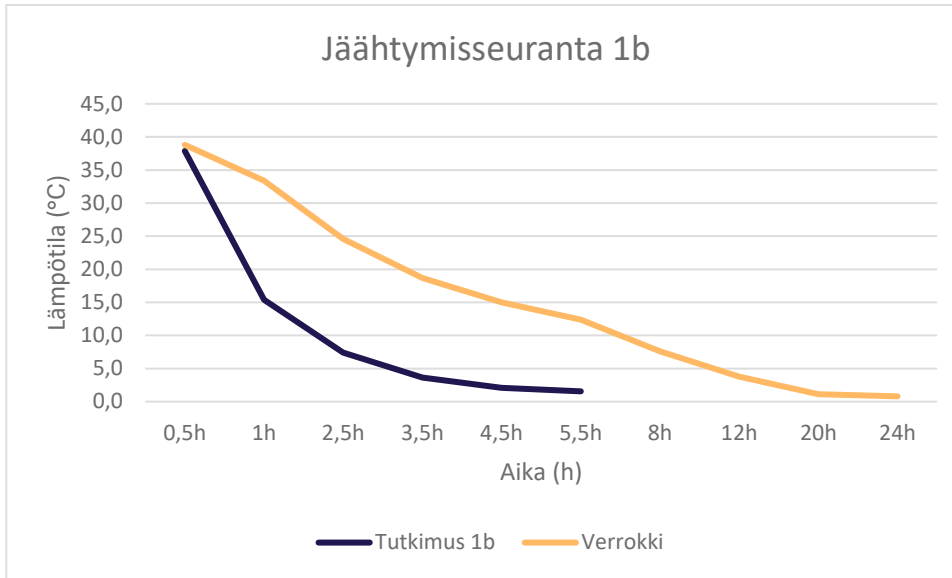
Kaikkien tutkimuksien jäähtymis- ja pH-seurannat on esitetty alaluvussa 5.1. Tutkittujen rintafileen tuloksia verrattiin nykyisen prosessin läpi kulkeviin kalkkunaruhoihin, jotka on tuloksissa merkitty nimellä verrokki. Alaluvussa 5.2 on koottu tutkimuksien rintafileen saantolaskelmat, jäähtyishävikki sekä saantoerotulokset.

5.1 Jäähtymis- ja pH-seurannat

Ensimmäisissä tutkimuksissa 1a ja 1b kalkkunat paloiteltiin suoraan teurastuksen jälkeen. Irrotettujen rintafileen jäähtytys suoritettiin jäähdyttävässä ilmajäähdyttämössä kovassa puhalluksessa tavoitelämpötilan saavuttamiseen asti. Kuvioissa 8 ja 9 on esitetty tutkimus 1a:n ja 1b:n jäähtymisseurannat. Verrokkikalkkunoiden jäähtyminen oli hidasta ja tasaista. Verrokkikalkkunat saavuttivat 10 °C:n lämpötilan 300 ja 360 minuutin välillä. Lakisääteinen 4 °C:n saavutettiin noin 12 tunnin kohdalla.

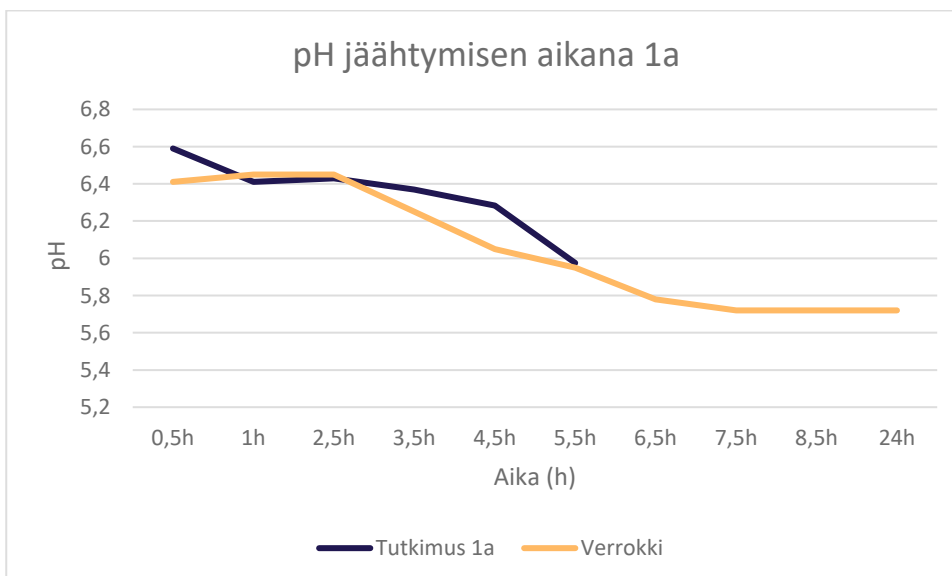


Kuvio 8. Tutkimus 1a jäähtymisseuranta.

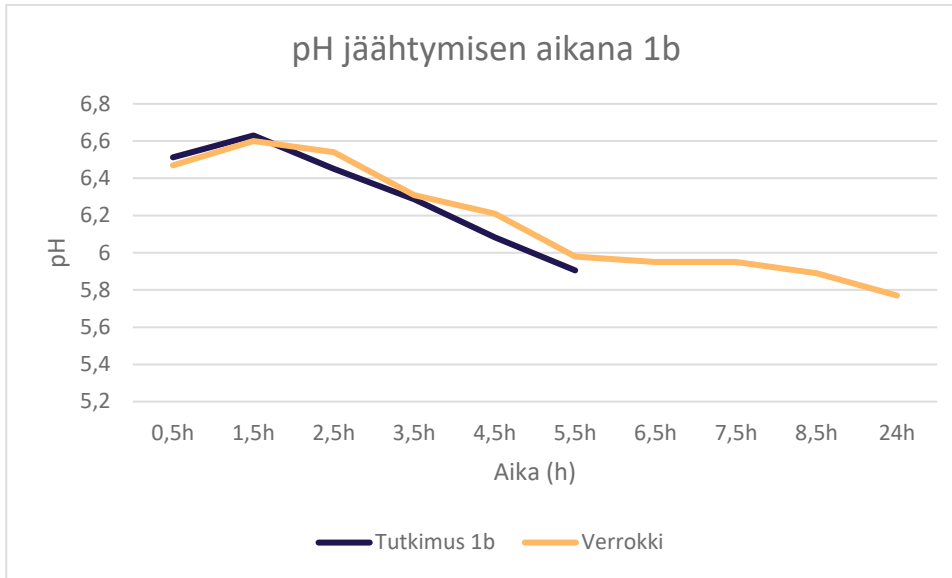


Kuvio 9. Tutkimus 1b jäätymisseuranta.

Molemmissa testeissä irrotetut rintafileet jäähdyivät nopeasti alle 150 minuutissa alle 10 °C:n. Kun tutkimuksien 1a ja 1b jäätymisseurantoja verrataan kuvioissa 10 ja 11 esitettyihin pH-arvoihin jäähtymisen aikana, huomataan pH-arvon olevan vielä korkealla testirintafileiden lämpötilan laskiessa alle 10 °C:n. Molemmissa tutkimuksissa jäätymisseuranta lopetettiin, kun rintafileiden lämpötila laski alle tavoitelämpötilan 2 °C:ta. Rintafileiden pH-arvo oli tässä vaiheessa laskenut alle 6:n.



Kuvio 10. Tutkimus 1a:n pH-arvo jäähtymisen aikana.



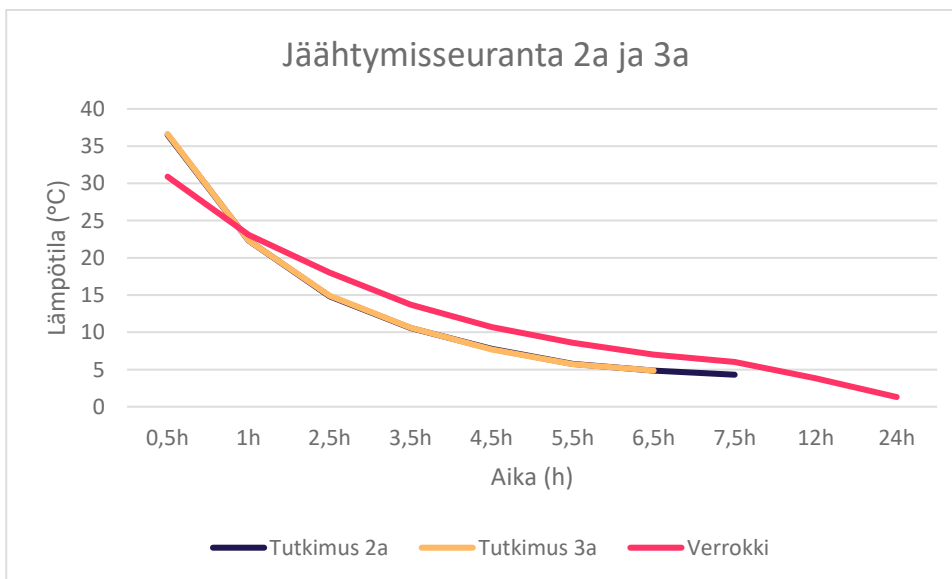
Kuvio 11. Tutkimus 1b:n pH-arvo jäähtymisen aikana.

Molemmissa tutkimuksissa rintafileeiden pH-arvo mitattiin vielä 24 tuntia teurastuksen jälkeen. Arvot oli tutkimuksessa 1a 5,73 ja tutkimuksessa 1b 5,77. Verrokkikalkkunoiden pH-arvo 24 tunnin jälkeen oli 1a:ssa 5,72 ja 1b:ssä 5,77. Rintafileeiden nopean jäähtymisen vaikutukset näkyivät myös aistinvaraisesti rintafileeissä. Kuvassa 5 vasemmalla puolella on verrokkikalkkunoista irrotettu rintafilee ja oikealla puolella tutkimuksen 1a rintafilee jäähtymisen jälkeen. Kuvasta huomaa rintafileeiden värieron, josta voidaan päätellä nopean jäähtymisen aiheuttaneen tutkimuksen 1a rintafileeissä kylmäsupistumista. Ominaista kylmäsupistuneelle lihalle on sen tummempi väri verrattuna normaaliin lihanväriin.

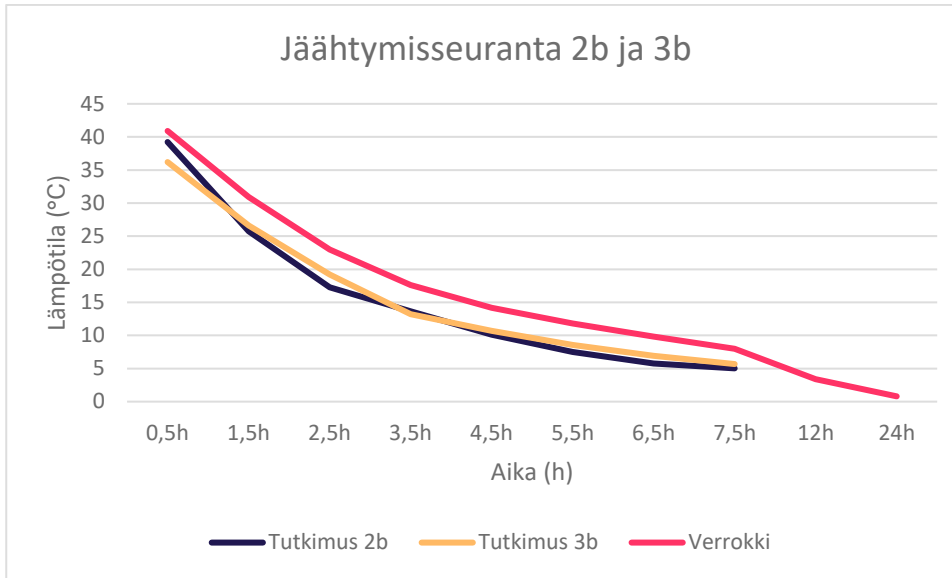


Kuva 5. Oikealla puolella tutkimuksen 1a rintafilee ja vasemmalla verrokkierän rintafilee (Raittinen, 2024).

Tutkimuksissa 2 ja 3 rintafileet irrotettiin samoin kuin ensimmäisessä tutkimuksessa, suoraan teurastuksen jälkeen. Tutkimuksissa 2 ja 3 rintafileet jäähdytettiin varastoilmajäähdytämässä, tutkimuksien eroavaisuutena rintafileet jäähdytettiin tutkimuksessa 2 rintafileiden leikkuupinta ylöspäin ja tutkimuksessa 3 rintafileiden nahkapuoli ylöspäin. Kuvioissa 12 ja 13 on esitetty tutkimuksien jäähdytysseurannat.

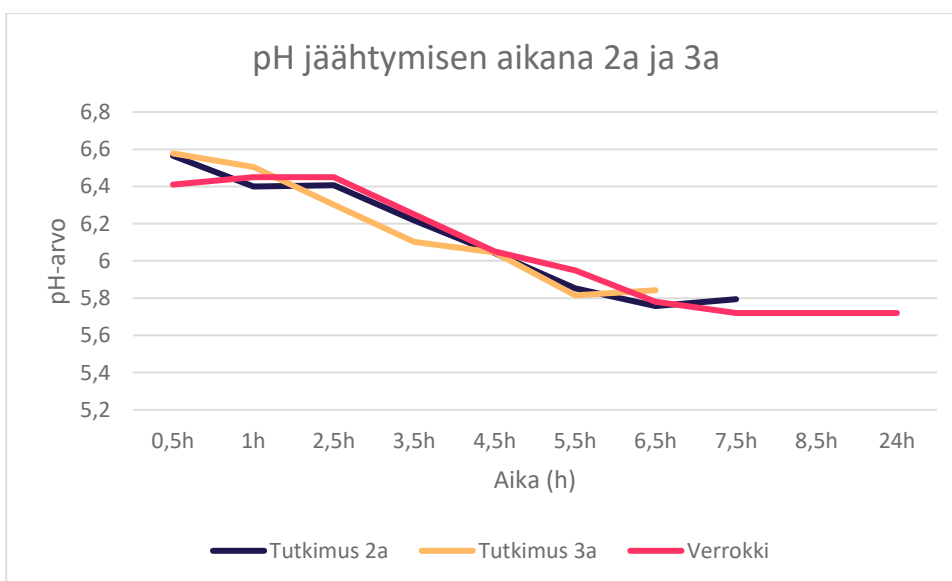


Kuvio 12. Tutkimuksien 2a ja 3a jäähdytysseurannat.

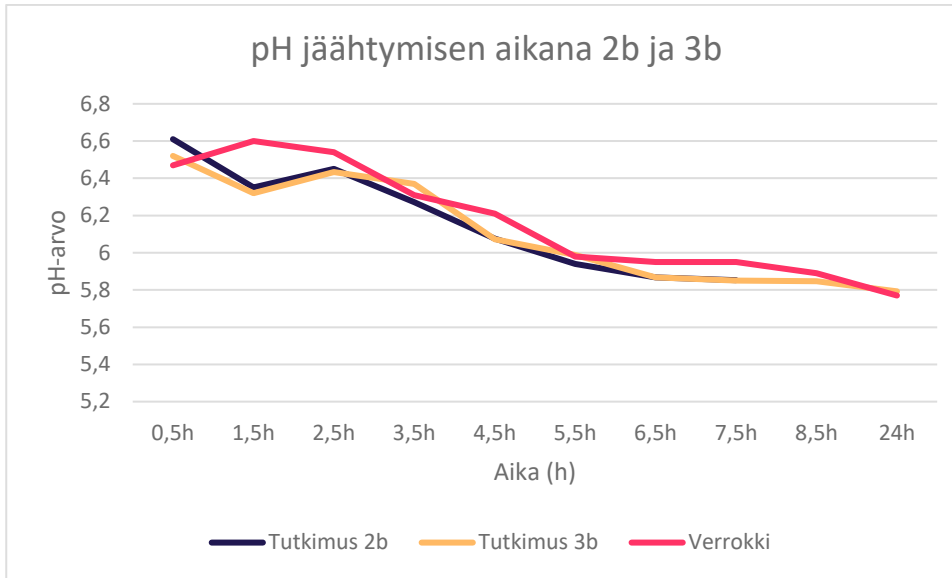


Kuvio 13. Tutkimuksien 2b ja 3b jäähtymisseurannat.

Rintafileiden jäähtyminen ei ollut varastoilmajäähdyttämässä niin nopeaa kuin tutkimuksessa 1. Tutkimuksissa 2 ja 3 rintafileet jäähtyivät lähes identtisesti, jäähtyminen alle 10 °C:n tapahtui 3,5 tunnin ja 5 tunnin välillä. Tavoitelämpötilaa 2 °C:tta ei saavutettu 7,5 tunnin aikana, jolloin lämpötilamittauksia tehtiin tunnin välein. 24 tunnin jäähdytyksen jälkeen tavoitelämpötila rintafileissä oli saavutettu. Kuvioissa 14 ja 15 on esitetty tutkimuksien 2 ja 3 rintafileiden pH-arvon laskua jäähtymisen aikana. Rintafileiden lämpötilan ja pH-arvon suhde oli tutkimuksien 2 ja 3 hitaammassa jäähdytyksessä optimaalisempaa kuin tutkimuksessa 1.



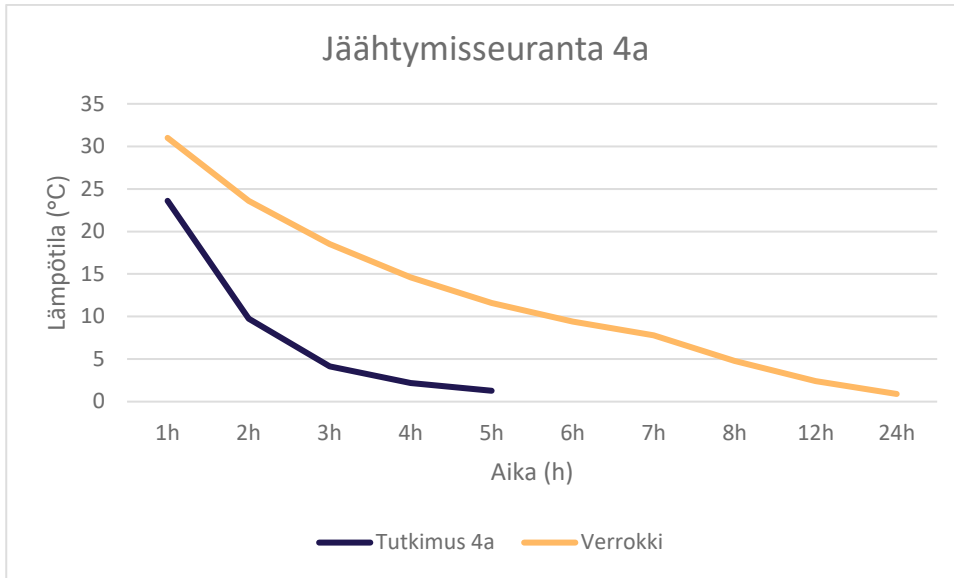
Kuvio 14. Tutkimuksien 2a ja 3a pH-arvo jäähtymisen aikana.



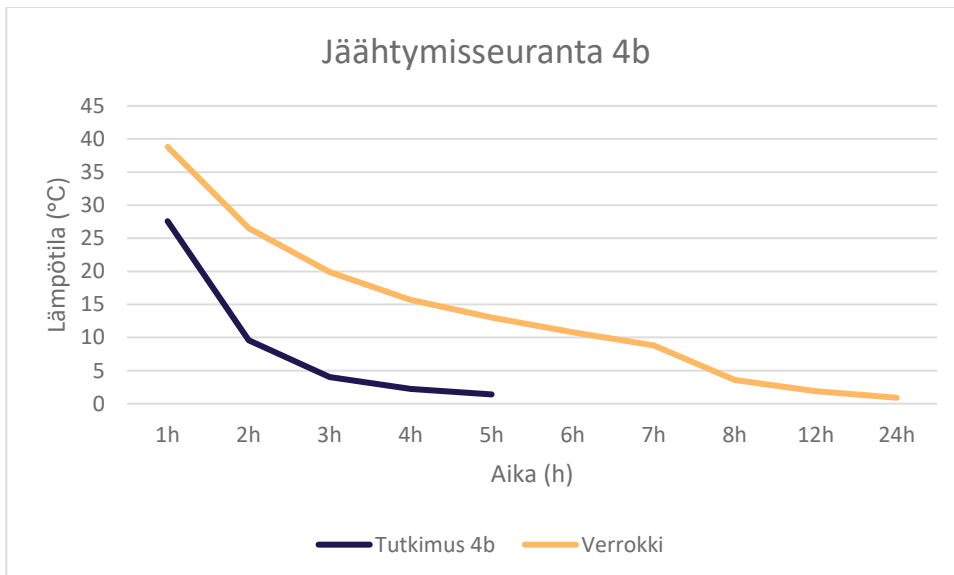
Kuvio 15. Tutkimuksien 2b ja 3b pH-arvo jäähtymisen aikana.

Hitaammalla jäähdytyksellä ei kuitenkaan päästä tavoitteeseen rintafileiden putsaamisesta ja lähettämistä samana päivänä teurastuksen kanssa, jolloin asiakkaat saisivat lihalajitelmien käyttöikänsä yhden päivän lisää nykytilanteeseen verrattuna.

Neljännessä tutkimuksessa tutkittiin kalkkunan paloittelua vesijäähdytyksen jälkeen. Vesi-jäähdytyksessä ruhon lämpötila on laskenut jo 10–15 °C:tta. Aikaa teurastuksen kaulan viillosta on kulunut tutkimusruhojen paloittelun alkaessa noin 60 minuuttia. Irrotettujen rintafileiden jäähdytys suoritettiin jäähdyttävässä ilmajäähdyttämössä samalla tavalla kuin tutkimuksessa 1. Jäähtymisseurannat irrotetuista rintafileistä ja verrokkikalkkunasta esitetty neljännestä tutkimuksesta kuvioissa 16 ja 17.

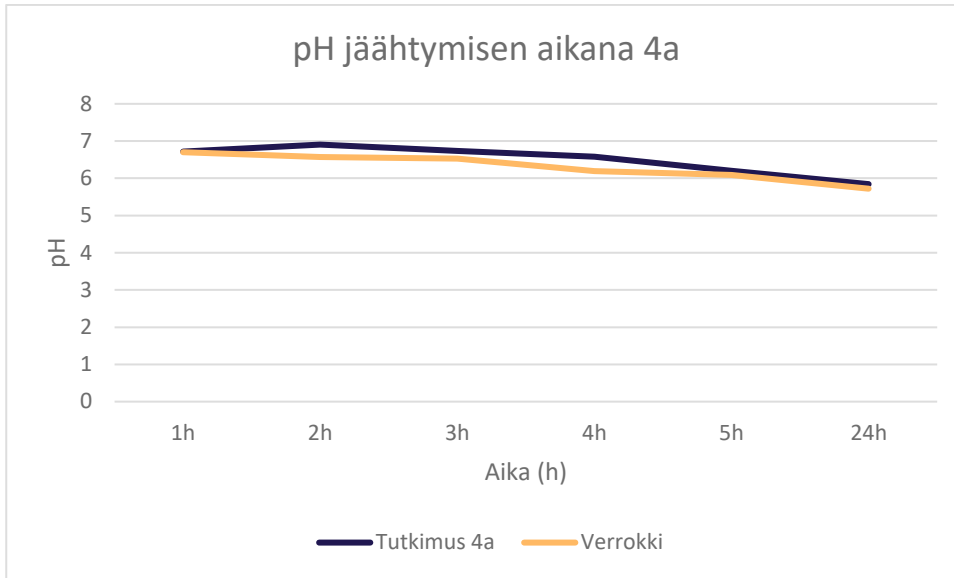


Kuvio 16. Tutkimuksen 4a jäähtymisseuranta.

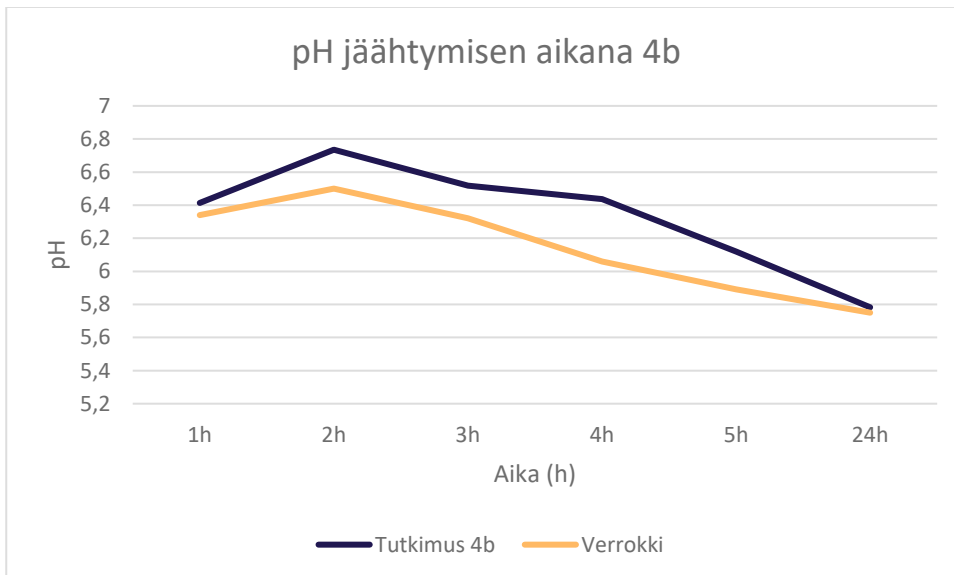


Kuvio 17. Tutkimuksen 4b jäähtymisseuranta.

Rintafileiden jäähtyminen oli hyvin nopeaa, vesijäähdytyksessä tapahtunut esijäähtyminen nopeutti irrotettujen rintafileiden jäähtymistä ilmajäähdytyksessä. Lämpötila 10 °C:tta saavutettiin noin 120 minuutin kohdalla, jolloin rintafileiden pH-arvo oli vielä hyvin korkealla. Tutkimuksien 4a ja 4b pH-arvojen lasku jäähtymisen aikana on esitetty kuvissa 18 ja 19.



Kuvio 18. Tutkimuksen 4a pH-arvo jäähtymisen aikana.



Kuvio 19. Tutkimuksen 4b pH-arvo tutkimuksen aikana.

Rintafileiden nopea jäähditys aiheutti fileiden pinnan kuivumista, joka oli aistinvaraisesti huomattavissa rintafileiden värierona verrattuna verrokkikalkkunoihin, kuten tutkimuksessa 1. Rintafileiden kuivuminen näkyi myös rintafileen saantolaskelmissa, joita käsitellään seuraavassa alaluvussa 5.2.

5.2 Rintafilee saannot ja jäähdityshävikki

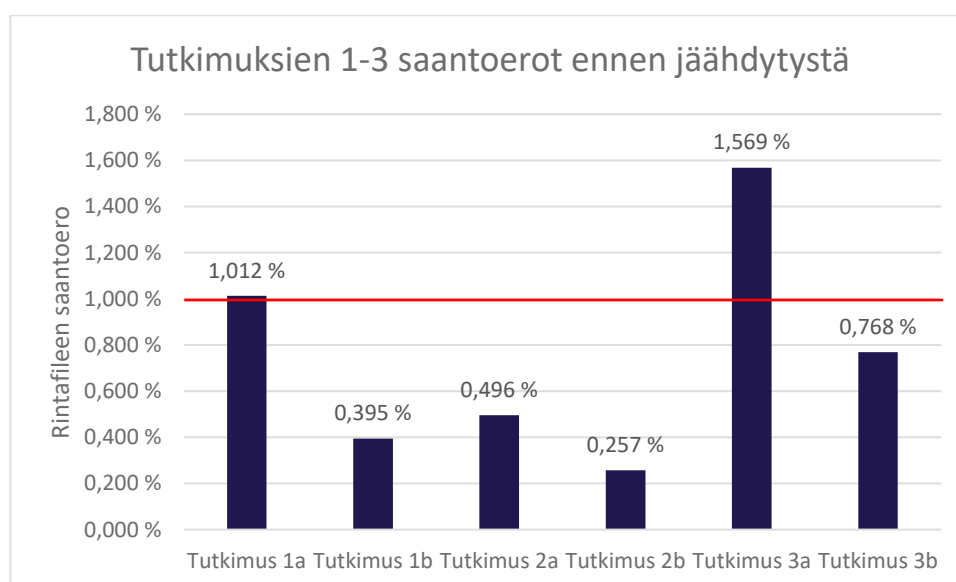
Lämminpaloittelussa irrotettujen rintafileiden saantoa mitattiin ja verrattiin saman teuras-erän nykyisen prosessin läpi kulkevien kalkkunoiden koesaantoon. Lämminpaloiteltujen

rintafileesaantoa oli syytä tutkia ennen jäähdytystä ja jäähdytyksen jälkeen, jolloin pystyttiin vertailemaan erilaisten jäähdytysmenetelmien vaikutusta jäähdytyshävikkiin. Kaikkien tutkimuksien rintafileesaannot, koesaannot ja saantoerot on koottuna taulukossa 1.

Taulukko 1. Tutkimuksien rintafileesaantotaulukko.

	Rintafileen saanto paloittelun jälkeen (%)	Rintafileen saanto jäähdytyksen jälkeen (%)	Testierän rintafileen koesaanto (%)	Rintafileen saantoero paloittelun jälkeen (%)	Rintafileen saantoero jäähdytyksen jälkeen (%)
Tutkimus 1a	35,80 %	35,02 %	36,81 %	1,01 %	1,79 %
Tutkimus 1b	36,61 %	35,87 %	37,01 %	0,40 %	1,14 %
Tutkimus 2a	36,31 %	35,73 %	36,81 %	0,50 %	1,08 %
Tutkimus 2b	36,75 %	36,16 %	37,01 %	0,26 %	0,85 %
Tutkimus 3a	35,24 %	34,66 %	36,81 %	1,57 %	2,15 %
Tutkimus 3b	36,24 %	35,57 %	37,01 %	0,77 %	1,44 %
Tutkimus 4a	36,83 %	35,66 %	36,93 %	0,10 %	1,27 %
Tutkimus 4b	36,90 %	35,38 %	36,19 %	-	0,81 %

Tutkimuksissa 1–3 lämminpaloittelu suoritettiin heti teurastuksen jälkeen. Tulokset tutkimuksissa vaihtelevat jonkun verran, on kuitenkin otettava huomioon inhimillinen tekijä lämminpaloittelussa. Lihanleikkaajat eivät olleet aikaisemmin leikanneet teuraslämpimiä kalkkunoita ja ensimmäisen tutkimuspäivän (1a,2a,3a) tuloksissa onkin eniten heittelyä. Tutkimuksien 1b, 2b ja 3b rintafileesaannot ennen jäähdytystä ovat huomattavasti parempia kuin tutkimuksien a-osioiden tulokset. Asiaa havainnollistettu kuviossa 20.



Kuvio 20. Tutkimuksien 1–3 rintafileen saantoerot ennen jäähdytystä.

Kuviossa 14 punainen viiva 1 %:n kohdalla kuvaa yrityksen asettamaa rintafileen saantoerotavoitetta (<1 %). Poikkeavimmat tulokset tulivat tutkimuksessa 1a, joka oli ensimmäinen tehdyistä tutkimuksista, sekä tutkimuksesta 3a, jossa tulos eroaa selvästi muista. Kokonaisuutena rintafileen saantoero on tutkimuksissa 1–3 hyvä ja selvästi alle yrityksen saantoerotavoitteen, ennen jäähdytystä. Lämminpaloiteltuja kehikoita tarkkailtiin tutkimuksien aikana aistinvaraisesti. Ruhokehikko paloittelun jälkeen oli hyvin puhdas kehikon kylkialueelta, vain rintalastan kohdalle jäi enemmän rintafilettä kehikkoon kiinni verrattuna kylmäpaloiteltuun ruhokehikkoon (Kuva 6).



Kuva 6. Lämminpaloittelun ruhokehikko ja kylmäpaloittelun ruhokehikko paloittelun jälkeen (Raittinen, 2024).

Tutkimuksiin osallistuneiden lihanleikkaajien kanssa pidettiin tutkimuksien jälkeen palautekeskustelu, joissa lihanleikkaajat totesivat teuraslämpimän ruhokehikon olevan liian vetelä leikkuutappeihin, joka aiheutti rintafileeseen tehtävän ensimmäisen pitkän viillon vaikeutumisista.

Tutkimuksissa 4a ja 4b paloittelu suoritettiin vesijäähdytyksen jälkeen, rintafileesaannot ja saantoero olivat luonnollisesti erittäin hyviä ennen jäähdytystä, koska vesijäähdytyksen aikana ruhoihin imeytyy vettä ja ruhon paino kasvaa. Tutkimuksessa 4a saantoero ennen

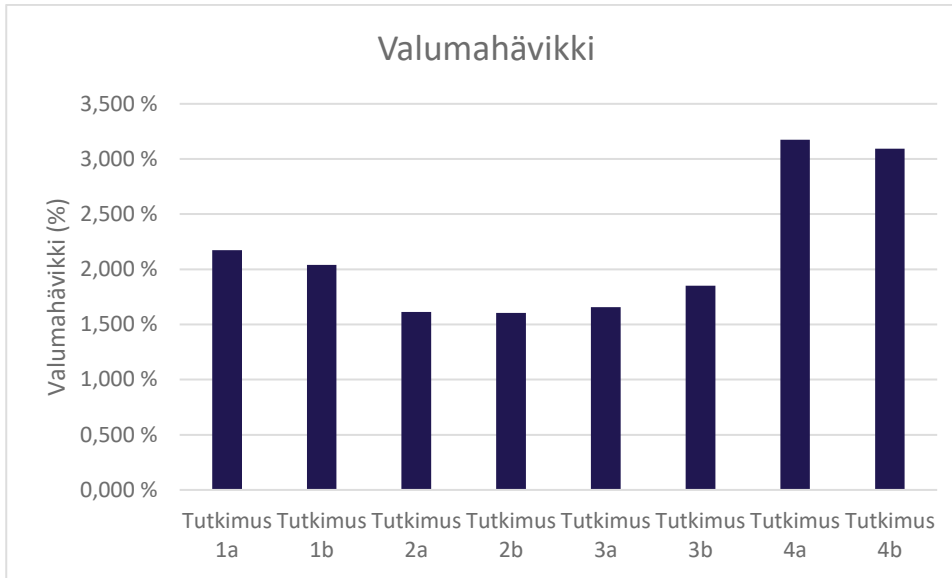
jäähdytystä oli vain 0,10 % ja tutkimuksessa 4b ei ollut saantoeroa, vaan rintafilee saanto oli parempi kuin testierän koesaanto. Tutkimusruhot punnittiin myös vesijäähdytyksen jälkeen, vaikka rintafileen saannot lasketaan teuraspainosta. Vesijäähdytyksen jälkeisestä ruhopainosta laskettuna tutkimuksen 4a saantoero ennen jäähdytystä oli 1,067 % ja tutkimuksen 4b saantoero ennen jäähdytystä oli 1,361 %. Myös tutkimuksen 4a paloittelun jälkeisestä kehikosta otetusta kuvasta 7 huomaa ruhokehikkoon jääneen paljon lihaa.



Kuva 7. Tutkimuksen 4a paloittelun jälkeinen ruhokehikko (Raittinen, 2024).

Neljännän tutkimuksen tuloksia analysoidessa onkin kiinnostava huomiota jäähdytyksen jälkeisiin tuloksiin, joissa mukaan tulee myös jäähdytyshävikki.

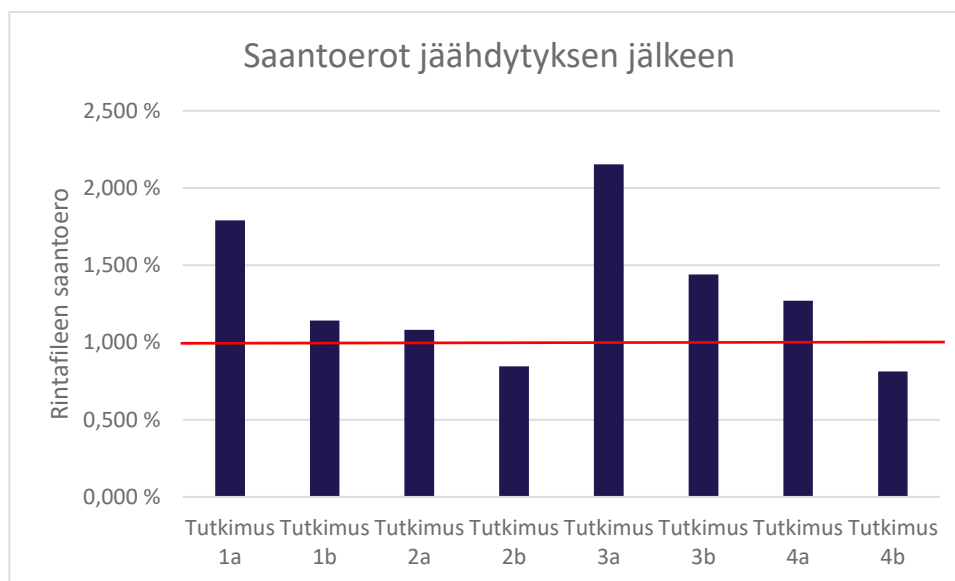
Tutkimuksissa irrotettujen rintafileeiden valumahävikki laskettiin paloittelun jälkeisen punnituksen ja jäähdytyksen jälkeen tehtyjen punnitusten perusteella. Ensimmäisessä ja neljännessä tutkimuksessa rintafileet jäähdytettiin mahdollisimman nopeasti tavoitelämpötilaan. Nopeudella haettiin mahdollisuutta putsata ja lähettää irrotetut rintafileet samana päivänä teurastuksen kanssa. Nopean jäähdytyksen tutkimuksissa valumahävikki oli kuitenkin suurempi kuin hitaamman jäähdytyksen tutkimuksissa. Kaikkien tutkimusten valumahävikit esitetty kuviossa 21.



Kuvio 21. Jäähdytyksen aikana tullut valumahävikki.

Tutkimuksissa 2 ja 3 eroavaisuutena oli rintafileen asettelu jäähdytyshäkkiin. Tutkimuksessa 2 rintafilee aseteltiin häkkiin leikkuupinta ylöspäin ja tutkimuksessa 3 rintafileet aseteltiin rintafileen nahka ylöspäin. Tutkimuksissa seurattiin nahan suojan vaikutusta rintafileen kuivumiseen. Tuloksien perusteella leikkuupinta ylöspäin vähensi valumahävikkiä jäähdytyksen aikana, ero ei kuitenkaan ole suuri. Vesijäähdytyksen jälkeen paloitelluissa rintafileissä valumahävikki oli suurin.

Jäähdytyksen jälkeisissä saantoeroissa vain kahdessa tutkimuksessa saantoero on tavoitellun 1 %:n alapuolella. Ennen jäähdytystä kahdessa tutkimuksessa saantoero oli yli tavoitteen ja toisessa vain niukasti. Tutkimuksien jäähdytyksen jälkeiset saantoerot esitetty kuviossa 22.



Kuvio 22. Rintafileen saantoerot jäähdytyksen jälkeen.

Jäähdytyshävikistä ja jäähdytyksen aikana nousseesta saantoerosta voidaan päätellä, ettei jäähdytysmenetelmät olleet irrotetuilla rintafieleille optimaaliset.

5.3 Yhteenveto

Tutkimuksien pH-arvo- ja lämpötilaseurannoista voidaan yhteenvetona nostaa kolme asiaa esille. Tutkimuksissa 1 ja 4 käytettiin nopeaa jäähdytystä, jolloin irrotetut rintafieleet jäähtyivät nopeasti alle tavoitelämpötilan 2 °C, mikä mahdollistaisi rintafieiden putsamisen ja lähettämisen samana päivänä teurastuksen kanssa. Jotta liha säilyttäisi hyvät laatuominaisuudet pH-arvon tulisi laskea alle 6:n ennen lämminpaloitellun lihan jäähtymistä alle 10 °C:n. Jäähdytys oli kuitenkin liian nopeaa hyvän lihan laadun säilyttämiseksi, joka pystyttiin huomaamaan lihan korkeista pH-arvoista jäähdytyksen aikana. Tutkimuksissa 2 ja 3 irrotetut rintafieleet jäähdytettiin hitaammalla menetelmällä, jolloin tavoitelämpötilaa ei saavutettu teuraspäivän yhteydessä. Myös tutkimuksien 2 ja 3 rintafieiden lämpötilan lasku oli aluksi nopeaa, eikä pH-arvo rintafieissä ollut laskenut alle 6 siinä vaiheessa, kun lämpötila oli jo laskenut alle 10 °C:n. Kaikkien tutkimuksien verrokkikalkkunoiden lämpötilan ja pH-arvon lasku oli tasaista.

Lämminpaloittelun rintafileen saantotuloksia tulee tarkastella suoraan paloittelun jälkeistä rintafielesaantoa sekä jäähdytyksen jälkeistä rintafielesaantoa, jolloin rintafieleistä valunut neste on poistunut lihasta. Lämminpaloittelututkimuksien tuloksia verrattiin verrokkierien

koesaantoon, jolloin tärkein mitattava parametri on tutkimuksen toteutuneen rintafileeannon ja tutkimuserän koesaannon välinen saantoero. Yrityksen tavoitellun alle 1 %:n saantoero tavoitettiin 75 %:ssa tutkimuksista, kun tarkastellaan ennen jäähdystä kerättyjä tuloksia. Jäähdytyksessä lihasta valuu ja haihtuu nestettä, joka suurentaa jäähdytyksen jälkeistä saantoeroa. Kokonaisilla kalkkunoilla tehdyissä aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu kokonaisten kalkkunoiden valumahävikki nykyisellä jäähdytysmenetelmällä olevan noin 1 %. Lämminpaloittelututkimuksien rintafileeiden valumahävikki oli kaikissa tutkimuksissa suurempi kuin 1 %. Tutkimuksien 1 ja 4 nopeassa jäähdytyksessä valumahävikki oli suurempaa kuin tutkimuksien 2 ja 3 hitaammassa jäähdytyksessä. Jäähdytyksen jälkeisissä rintafileen saantoerotuloksissa 25 %:ssa tutkimuksista tavoitettiin alle 1 %:n saantoero. Tutkimuksien tuloksia tarkastellessa on huomioitava lihanleikkaajien kokemattomuus teuraslämpimien kalkkunoiden paloittelusta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehtyjen tutkimuksien tarkoituksena oli selvittää rintafileesaanto kalkkunoiden lämminpaloittelussa suoraan teurastuksen sekä vesijäähdytyksen jälkeen. Tutkimuksien tärkein mittava parametri oli tutkimuksen toteutuneen rintafileesaannon ja tutkimuserän koosaannon välinen saantoero. Tutkimuksissa paloiteltujen rintafileiden laatua seurattiin pH-arvoja lämpötilamittauksin sekä aistinvaraisin havainnoin.

Tutkimuksien pääpaino oli teuraslämpimien kalkkunoiden paloittelussa ilman vesijäähdytystä, koska yrityksellä on halua luopua vesijäähdytyksestä sen suuren energiankulutuksen vuoksi. Tutkimuksissa 1–3 kalkkunat paloiteltiin teuraslämpiminä suoraan teurastuksen jälkeen. Paloittelu toteutettiin noin 30 minuutin kuluttua teurastamon viiltoapaikalta, jossa linnun elintoiminnot lakkaavat. Tutkimuksien 1–3 tuloksien perusteella voidaan todeta, että ennen rigor mortiksen muodostumista toteutetussa paloittelussa voidaan hyödyntää lihaksen venyvyyttä paremman saannon saavuttamiseksi. Tutkimuksiin osallistuneet lihanleikkaajat kokivat rintafileen repimisen irti kehikosta olevan helpompaa teuraslämpimästä ruhokehikosta kuin jäähdytetystä kylmäpaloittelun ruhokehikosta. Tämä näkyi myös lämminpaloiteltujen ruhokehikoiden aistinvaraisista arvioinneista, joissa havaittiin ruhokehikoihin jäävän vähemmän lihaa ruhokehikon kylkiluiden alueelle kuin kylmäpaloitelluissa ruhokehikoissa. Kalkkunan paloittelulinjat on suunniteltu jäähdytetyn kalkkunan paloitteluun, joka aiheutti vetelän teuraslämpimän ruhokehikon valumista liian alas leikkuuta-peissa. Tämä vaikeutti rintafileen irrotuksen ensimmäisen pitkän viillon tekemistä, aiheuttaen saannon menetystä. Kokonaisuutena tutkimuksien 1–3 saantoerot ennen jäähdytystä osoittavat lämminpaloittelun olevan verrannollinen kylmäpaloitteluun fileensaannon osalta.

Tutkimuksissa vertailtiin myös jäähdytysmenetelmän vaikutusta valumahävikkiin, ja sitä kautta lopulliseen rintafileen saanteroon. Tutkimuksissa vertailtiin nopeaa jäähdytystä ja hidasta jäähdytystä. Lämminpaloittelun päätavoitteena on mahdollistaa lihalajitelmien pakkaaminen ja lähetys samana päivänä teurastuspäivän kanssa, lyhyemmän jäähdytystarpeen avulla. Tutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta lihan laatuominaisuuksien ja vedenpidätyskyvyn heikkenemistä nopeassa jäähdytyksessä. Tutkimuksien 1 ja 4, joissa käytettiin nopeaa jäähdytysmenetelmää, havaittiin rintafileissä aistinvaraisesti merkkejä kylmäsupistumisesta. Rintafileiden väri oli huomattavasti tummempi kuin

verrokkikalkkunoiden rintafileet. Valumahävikki oli myös suurempaa nopean jäähdytysmenetelmän tutkimuksissa kuin hitaan jäähdytysmenetelmän tutkimuksissa. Lämminpaloittelututkimuksien pH:n mittaustulokset osoittavat rintafileiden rigor mortiksen alkavan 4–5 tuntia teurastuksen jälkeen. Tutkimuksissa 2 ja 3 käytetyssä hitaammassa jäähdytysmenetelmässä rintafileet jäähtyivät noin 3,5 tunnissa alle 10 °C:n, joten voidaan todeta, ettei hitaampikaan jäähdytysmenetelmä ollut optimaalinen rintafileiden jäähdytykseen. Valumahävikit olivat jokaisessa tutkimuksessa yli 1,5 %, jonka seurauksena vain kahdessa tutkimuksessa saantoero jäähdytyksen jälkeen oli alle tavoitellun 1 %:n.

Neljännessä tutkimuksessa kalkkunat paloiteltiin vesijäähdytyksen jälkeen. Vesijäähdytyksen tehtävä on jäähdyttää kokonaisia ruhoja sekä vähentää jäähdytyksen jälkeistä valumahävikkiä ruhoihin imeytyvän veden kautta. Tutkimukset osoittivat vesijäähdytyksellä olevan suuri merkitys rintafileesaantoihin. Saantoeroa koesaantoon verrattuna oli vain 0,1 % tutkimuksessa 4a ja tutkimuksen 4b rintafileen saanto ennen jäähdytystä oli korkeampi kuin tutkimuserän koesaanto. Lämminpaloittelun jälkeisen rintafileettömien ruhokehikoiden aistinvaraisessa tarkastelussa kuitenkin todettiin ruhokehikoihin jäävän enemmän lihaa kuin suoraan teurastuksen jälkeen paloitetuihin tai kylmäpaloiteltuihin ruhokehikoihin. Tuloksista voidaan todeta neljännen tutkimuksen hyvien tuloksien johtuvan vesijäähdytyksessä imeytyneen veden seurauksesta. Sama huomio todetaan jäähdytyksen jälkeen tehdyissä valumahävikki laskelmissa, joissa neljännen tutkimuksen tulokset ovat selkeästi huonoimmat. Valumahävikki oli molemmissa tutkimuksissa yli 3 %. Valumahävikin voidaan olettaa olevan suurempaa tutkimuksessa 4 kuin muissa tutkimuksissa vesijäähdytyksen vuoksi. Tutkimuksessa 4 rintafileiden jäähdytykseen käytettiin myös nopeampaa jäähdytysmenetelmää, jolla tuloksien perusteella oli huono vaikutus lihan vedenpidätyskykyyn. Vaikka aistinvaraisissa ruhokehikoiden tarkasteluissa kehikkoihin oli jäänyt lihaa, oli tutkimuksen 4b saantoero jäähdytyksen jälkeen tavoitellun 1 %:n alla. Kokonaisuutena neljännen tutkimukset osoittivat vesijäähdytyksen olevan tärkeässä osassa valumahävikin minimoimisessa ja rintafileesaannoissa.

Loppupäätelmänä voidaan todeta kalkkunan lämminpaloittelun olevan rintafileesaantojen perusteella varteenotettava vaihtoehto nykyiselle kylmäpaloittelumenetelmälle. Lämminpaloittelun seuraavassa selvitysvaiheessa tulisi selvittää optimaalinen jäähdytysmenetelmä paloitetuille lihalajitelmille sekä lämpimän ruhokehikon vaikutus muiden kalkkunan osien

paloitteluun. Lämminpaloiteltujen rintafleiden optimaalisessa jäähdytyksessä alkujäähdytyksen tulisi olla tarpeeksi hidasta, kunnes rigor mortis on muodostunut, jonka jälkeen liha pitäisi nopeasti jäähdyttää alle tavoitelämpötilan mahdollistaen pakkaamisen ja lähetyksen teuraspäivän yhteydessä.

LÄHTEET

- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (853/2004). Eläinperäisiä elintarvikkeita koskevista erityisistä hygieniasäännöistä. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853>
- Feiner, G. (2006). *Meat products handbook: Practical science and technology*. Woodhead Publishing.
- Fineli. (i.a.). *Kalkkunan rintafilee*. <https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/11551>
- Hui, Y.H. (2012). *Handbook of meat and meat processing* (2. p.). Taylor & Francis Group.
- Länsi-Kalkkuna. (14.6.2024). *Länsi-Kalkkuna Oy:n alkutuotanto*. Haettu 25.11.2024. Länsi-Kalkkunan verkkoasema.
- Länsi-Kalkkuna. (6.4.2022). *Kalkkunaketju*. Haettu 11.11.2024. Länsi-Kalkkunan verkkoasema.
- Länsi-Kalkkuna. (6.11.2024). *Kalkkunakukon teurastuksen vuokaavio*. Haettu 11.11.2024. Länsi-Kalkkunan laatujärjestelmä.
- Länsi-Kalkkuna. (17.9.2019). *Kalkkunan saantopuu*. Haettu 11.11.2024. Länsi-Kalkkunan verkkoasema.
- Länsi-Kalkkuna. (18.11.2021). *Länsi-Kalkkuna Oy:n myyntijakauma tammikuu – lokakuu 2021*. Haettu 11.11.2024. Länsi-Kalkkunan verkkoasema.
- Mead, G.C. (2004). *Poultry meat processing and quality*. Woodhead Publishing.
- Puolanne, E. (2019). *Elintarvikkeet ja niiden valmistus- prosessit: Liha ja lihavalmisteen*. [Luentomoniste]. SeAMK Moodle.
- Rahman, S. (2020). *Handbook of food preservation* (3. p.). Taylor & Francis Group.
- Toldrá, F. (2017). *Lawrie's meat science* (8. p.). Elsevier.
- Virtanen, K. (2003). *Kalkkunanlihan kylmäsitkistyminen*. [julkaisematon pro gradu -työ]. Helsingin Yliopisto