

Mikko Piirto

# **Raaka-aineen lämpötilan vaikutus lopputuotteen laatuun**

Kypsän lihan valmistusprosessi

Opinnäytetyö

Syksy 2016

Elintarvike ja Maatalous

Bio- ja elintarviketekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja Maatalous

Koulutusohjelma: Bio- ja Elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Liha- ja Valmisruokateknologia

Tekijä: Mikko Piirto

Työn nimi: Raaka-aineen lämpötilan vaikutus lopputuotteen laatuun

Ohjaaja: Matti-Pekka Pasto

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 26

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Opinnäytetyön keskeisin tarkoitus oli laadun parantaminen ja siihen tarvittavien toimenpiteiden määrittäminen. Yksi tarkasteltava toimenpide oli raaka-aineen lämpötilan muuttaminen tuotannossa ja sen vaikutus lopputuotteen laatuun kypsän lihan tuotteissa. Tämän selvittämiseksi täytyi määrittää nykyinen tuotelaatu ja tuotannollisen tekemisen laatu. Tuotantomuutoksen toteuttaminen ja laadunvalvonta sekä tuotannollisten asetusten määrittäminen olivat osana tuotekehitysprosessia.

Tuotteet arvioitiin aistinvaraisesti yrityksen käytänteiden mukaisesti. Tuotannollisen tekemisen laatu määritettiin tuotannollisten arvojen perusteella.

Raaka-aineen lämpötilan muutoksen aiheuttamat vaikutukset tuotannolliseen laatuun koettiin riittäviksi, jotta tuotantoon tehtävä muutos voitiin toteuttaa. Lopputuotteen aistittavaan laatuun ei muutoksella todettu olevan merkittävää arvoa.

Avainsanat: liha, lämpötila, kypsentyminen, laatu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Biotechnology and Food Processing

Specialisation: Meat Processing and Food Technology

Author: Mikko Piirto

Title of thesis: The effect of temperature of raw material on the quality of a finished product

Supervisor: Matti-Pekka Pasto

Year: 2016

Number of pages: 26

Number of appendices: 0

---

The main purpose of the thesis was to determine the actions needed to improve product quality. Changing the temperature of raw material in production and to determine the effect it had on the quality of cooked products was one of them. The present quality of a product and the quality characteristics of production had to be determined. The changes were made in production and quality control by adjusting the production settings, which was a part of the quality improvement process.

The finished products were evaluated by a sensory panel in accordance with the policy of the company. The quality characteristics of production was evaluated based on the production data.

What the effect of changing the temperature of the raw material had on the quality production characteristics was evaluated to be enough so that the changes in production could be made. Furthermore, it was estimated that the effect had made very little difference to the quality of the finished product compared to the previous one.

Keywords: meat, temperature, cooking, quality

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Tavoitteet .....	6
1.2 Kehitysprosessin vaiheet .....	6
2 TUOTANTOPROSESSIN KUVAUS JA HAVAINNOT	
TUOTANNOLLISESTA TEKEMISESTÄ .....	8
2.1 Raaka-aineet.....	8
2.2 Kypsän lihan valmistusprosessi .....	9
3 LAATUTARKASTELU JA HAVAINNOT LAADUSTA.....	13
3.1 Tuotannollinen tekemisen laatu.....	13
3.2 Aistittava laatu.....	13
4 KOKEELLISEN OSUUDEN JA KEHITYSVAIHEIDEN KUVAUS...	16
4.1 Kohmeisena leikatun ja sulatetun lihan koe .....	16
4.2 Ruskistusasteiden vaikutusten tutkiminen.....	16
4.3 Kokeen toistaminen ja ruskistusasteen tarkistaminen.....	17
4.4 Ruskitusuunin säätäminen ja laadun varmistus.....	17
4.5 Sulana leikatun lihan koe .....	17
4.6 Tuotantomuutos ja laadun varmistus .....	19
4.7 Tuotantoarvojen määrittäminen ja omavalvonta .....	21
5 TULOSTEN ANALYSOINTI .....	22
6 YHTEENVETO.....	23
LÄHTEET .....	25
LIITTEET .....	26

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1 Kypsän lihan valmistusprosessi .....	10
Kuva 2 Sulana leikatun ja kohmeisena leikatun lihan palakokojen eroja .....	19
Taulukko 1 Valmistushävikit.....	20

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin insinööriharjoittelun osana yhteistyössä yrityksen toimihenkilöiden ja henkilökunnan kanssa. Opinnäytetyön tekijä on toiminut yrityksessä tuotannon työntekijänä eri osastoilla useita vuosia. Työ sisältää tuotekehitysprosessin vaiheet tuotannon laadunvarmistuksen osalta.

## 1.1 Tavoitteet

Tuotannon tavoitteena oli korvata valmistusprosessin osa-alue uudella laitteella, jonka myötä tuotanto olisi varmempaa ja tehokkaampaa. Kun olemassa olevaan prosessiin vaihdetaan laitteita, jotka ovat ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia kuin niitä edeltäneet laitteet, ovat tuotantomuutoksen aiheuttamat vaikutukset ilmeisiä.

**Laadun parantaminen** ja tuotantokapasiteetin nostaminen sekä hävikin pienentäminen olivat tärkeimpiä tavoitteita työn alkuvaiheessa. Työn edetessä painoarvo siirtyi enemmän tuotannollisen tekemisen laadun parantamiseen, tuotteen aistittavan laadun saavuttaessa hyväksyttävän tason.

**Tarvittavien toimenpiteiden määrittäminen** ja niiden toteuttaminen olivat työn haastavimpia osa-alueita.

## 1.2 Kehitysprosessin vaiheet

Prosessin hallinta ja eri osien vaikutusten selvittäminen olivat työn lähtökohta. Aloitin prosessin selvityksen raaka-aineen esikäsittelystä ja etenin aina kypsennetyn tuotteen varastojäähdytykseen asti. Tämän jälkeen tarkastelin lähemmin prosessin yksittäisiä osa-alueita ja toimintoja.

**Tuotantolaadun ja kehitettävien prosessin osien määrittäminen** työn alussa loi vertailukohdan, jonka avulla voitiin arvioida työn edistymistä. Työstä laadittiin suunnitelma, joka sisälsi suoritettut ja tulevat kokeet, kokeiden tulokset sekä aikataulun.

Työsuunnitelmaa päivitettiin työn edetessä ja siihen tehtiin muutoksia saatujen tulosten pohjalta.

Alustavat kokeet tehtiin pienillä koe-erillä, joilla haettiin vaikutuksia eri tekijöiden välillä. Tulosten analysointi suoritettiin tarkastelemalla valmiita koeversioita aistinvaraisesti. Jokaisessa arvioinnissa koeversioita verrattiin normaaliin tuotantolaatuun.

**Laitteiston oikeiden säätöjen määrittäminen** oli haasteellista muuttuvien tekijöiden suuren määrän vuoksi. Määritettyjen arvojen mukaan päivitettiin työohje, joka sisälsi jokaiselle tuotteelle omat asetukset, joiden mukaan tuotteita valmistettiin.

Alustavien kokeiden perusteella valmistettiin suuren mittakaavan koe-erä sekä normaali tuotantoerä. Molemmista eristä otettiin kaikki mahdolliset tuotantoarvot ylös ja tuotteiden laatua sekä tuotantoarvoja verrattiin toisiinsa. Tulosten perusteella valmistettiin pienet koe-erät kaikista käytössä olevista lihalajitelmista kokeiden osoittamien tuotantoarvojen mukaisesti.

**Tuotantoprosessiin tehtiin muutos** suuren mittakaavan koe-erien ja pienten koe-erien perusteella. Tuotantoprosessin muutos tehtiin vaiheittain aluksi vain osalle tuotteista. Vaikutuksia ja tuotantoarvoja seurattiin pitkällä aikavälillä ja tuloksia verrattiin aiempiin pitkän aikavälin tuotantoarvoihin. Vaikutusten arviointi vaati useiden tuotantoarvojen uudelleen määrittämistä ja seuraamista.

**Laadunvarmistus** jatkuu osana omavalvontaa normaaliin käytössä olevien käytäntöjen mukaisesti.

## 2 TUOTANTOPROSESSIN KUVAUS JA HAVAINNOT TUOTANNOLLISESTA TEKEMISESTÄ

Työssä käytetyt raaka-aineet, menetelmät sekä prosessin vaiheet perustuvat yrityksen omiin käytänteisiin ja laitteistoihin. Kaikki työvaiheet on suoritettu yrityksen tehtaassa. Prosessin vaiheista tehdyt havainnot ja kuvaukset käsittelevät aihetta yleisellä tasolla ja perustuvat osaston työntekijöiden ja tuotekehittäjän tekemiin havaintoihin. Prosessin eri vaiheita ei ole erikseen tutkittu tämän työn osalta, eikä niistä ole tehty tarkempia mittauksia. Työssä on käytetty yrityksen omia aiempia testejä prosessin vaiheiden ja laadun määrittämiseen. Näiden aiempien testien perusteella on voitu tehdä havaintoja laatuun vaikuttavista kohdista. Nämä havainnot on eritelty tässä kappaleessa. Näiden havaintojen perusteella tuotantoprosessia myös ohjataan.

### 2.1 Raaka-aineet

**Lihalajitelman luokitus** määräytyy lihan rasvaisuuden, paikan ja leikkuutavan mukaan. E-lajitelma on lajitelma putsatuin ja koostuu vähärasvaisemmista paloista. O-lajitelma on hieman rasvaisempaa ja voi sisältää myös enemmän sidekudosta. (Laatukäsikirja 2013.) Muita halvemmän luokan lajitelmiä ei tarkastelluissa tuotteissa käytetä. Tässä työssä rajataan siipikarjan lihalajitelmat tarkastelun ulkopuolelle.

Lajitelman vaikutus lopputuotteen laatuun on suuri ja erityisesti sitkeyteen voidaan vaikuttaa valitsemalla kypsennysmenetelmä ja kypsennysaika lihan ominaisuuksien mukaan. (Kerth 2013.)

**Palakoko** määräytyy kypsissä lihoissa tarkoituksen ja kysynnän mukaan. Tuotteiden palakoot vaihtelevat yleisesti suikaleesta lastuihin sekä viipaleisiin, mutta yleisimpiä tuotteita ovat kuutiot. Kuutioituja tuotteita tehdään yleisesti väliltä 16mm—24mm. Tuotteen ilmoitettu palakoko on tavoiteltu koko, jota pyritään kyseisen koon terillä leikkaamaan. (Laatukäsikirja 2013.) Toteutunut palakoko vaihtelee lihalajitel-



man, terien kunnon, halutun tuotteen palakoon, lihan lämpötilan sekä leikkurin asetusten mukaisesti. Tässä työssä suuremmat palakoot ja kokonaiset tuotteet on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

## 2.2 Kypsän lihan valmistusprosessi

**Raaka-aineen hallinta** on yksi prosessin haastavimmista alueista. Säilyvyyden takia ei voida lihaa varastoida tuoreena kovin pitkiä aikoja. Toinen määräävä tekijä on valmistuskapasiteetti. Jos valmistettavan tuotteen määrä ylittää saatavana olevan raaka-aineen määrän, tulee raaka-ainetta kerryttää varastoon etukäteen. Lihan säilyttäminen tuoreena nostaa painohävikkiä, jonka vaikutuksen suuruus on suhteessa säilytysaikaan ja varaston lämpötilaan. (Laatukäsikirja 2013.)

**Painohävikki** aiheutuu lihasnesteen irtoamisen takia ja sen rahallinen vaikutus korostuu arvokkaimmilla lajitelmilla. Arvokkaimmilla lajitelmilla lihasnesteen irtoaminen on myös suurempaa, koska lihasta ympäröivää kalvoa ja rasvakudosta on vähemmän. Lihasnesteen irtoamista voidaan hidastaa tai se voidaan hetkellisesti lähes pysäyttää kohmettamalla tai pakastamalla lihaa. (Apple & Yancey 2013.)

**Lihan käsittely** kohmettamalla tai pakastamalla lisää myös aikaa, jonka tuote säilyy varastossa. Kohmetettu liha vaatii lihan lämpötilan tasaantumisen ennen leikkaamista. Varastointilämpötila on huomattavasti kylmempi, kuin tuoreella lihalla, liiallisen sulamisen estämiseksi. Tasaantumiseen menevä aika riippuu kohmetetun lihan sisäisen lämpötilan ja pintalämpötilan eron suuruudesta, varastointilämpötilasta, lihakerroksen paksuudesta, sekä säilytysastioiden materiaalien ominaisuuksista. Pakastettu liha vaatii ainakin osittaisen sulattamisen ennen leikkaamista. Lihan sulattaminen nostaa painohävikkiä suhteessa sulatusaikaan ja temperointilaitteiston tehoon. Lihan kohmettaminen ja pakastaminen aiheuttavat myös jonkin verran muutoksia lihan rakenteeseen suhteessa käsittelyn pituuteen ja tehoon. (Kerth 2013.) Valmistusprosessi on esitetty vaiheittain kuvassa 1.



Kuva 1 Kypsän lihan valmistusprosessi

**Lihan kohmettaminen** on prosessina paljon aikaa vievä, mutta sen avulla voidaan helpottaa raaka-aineiden hallintaa. Lihan kohmettamiseen on olemassa useita vaihtoehtoja, mutta jatkuvatoimiset kohmetuslaitteistot ovat teholtaan ja ominaisuuksiltaan vaihtoehtojen kärkipäässä. Panostoimiset kohmetushuoneet saattavat toimia suuremmissa mittakaavassa hyvin, mutta ne vaativat paljon aikamäärityksiä, joiden mukaan eri lihalajitelmia kohmetetaan. Kohmetusaikaan vaikuttavat laitteiston tehon lisäksi, säilytysastioiden materiaalit ja muodot, lihapalojen koko, kohmetettava lihalajitelma sekä kohmetustilan täyttöaste. Eri lihalajitelmat vaativat eripituisen kohmetusajan ja jos samalla kertaa kohmetetaan useita eri lihalajitelmia, joiden palakoko vaihtelee, tulee kohmetusaika säätää huonoiten kohmettuvan lihalajitelman ja koon mukaan. (Laatukäsikirja 2013.) Tällöin osa lihoista jäätyy enemmän kuin toiset ja tasalaatuisuuteen samalla aikavälillä ei päästä. Lisäksi lihan jäätyksen aikana muodostuneet jääkristallit vaurioittavat lihan rakennetta ja veden erottuessa lihan biokemiallinen tasapaino sekä reaktiot solutasolla muuttuvat ja tällä on vaikutusta lihan fyysisiin ominaisuuksiin. (Leygonie, Britz & Hoffman 2012.)

**Lihan temperointi** toimii samoilla periaatteilla kuin lihan kohmettaminen. Kylmän ilman sijaan käytetään vähän lämpoisempää ilmaa niin, ettei liha pilaannu tai ala kypsyä. Myös muita temperointivaihtoehtoja on, mutta ne vaativat pakkausmateriaaleilta tai laitteistolta enemmän. Temperointia käytetään jäisen tai kohmetetun lihan sulatukseen. (Laatukäsikirja 2013).

Lihan temperointi ja jäädyttäminen vaikuttavat eniten lihassa olevaan veteen ja vettä ympäröiviin osiin. Vesi on sidottuna ja kapseloituna lihassyiden sisällä ja niiden välissä oleviin rakenteisiin. Veden jäätyessä jäljelle jääneiden aineiden (proteiinit, karbohydraatit, lipidit, vitamiinit ja mineraalit) konsentraatio kasvaa lihasnesteessä ja se vaikuttaa lihan biokemialliseen tasapainoon. Jääkristallien sulamisen nopeudella on myös vaikutusta lihan ominaisuuksiin. (Leygonie, Britz & Hoffman 2012.) Lihan biokemiallinen tasapaino ei palaudu sulattamisen jälkeen ainakaan kokonaan eivätkä biokemialliset reaktiot pysähdy jäädyttämisen aikana. Lihan laatu muuttuu jäädyttämisen ja sulattamisen seurauksena. Lihan rakenteelliset ominaisuudet vaikuttavat laadun muutoksen voimakkuuteen sekä aistinvaraisesti koettuun laatuun. (Kerth 2013.)

**Lihan kuutioiminen** vaatii käytettävän laitteiston mukaisesti raaka-aineen ominaisuuksilta paljon. Suurin osa laitteista leikkaa paremmin hieman kohmeista lihaa kuin sulaa lihaa. Leikkaamisen jälkeen lihan muoto muuttuu lihaan kohdistuvan paineen ja kohmeisella lihalla myös sulamisen vaikutuksesta. Sulaa lihaa leikatessa on leikkaavan terän oltava mahdollisimman terävä ja käytettävien teräpakkojen välien mahdollisimman pienet, ettei liha puristu väärin ulos teräpakasta. (Laatukäsikirja 2013.) Leikkaava terä voi puristaa lihaa teräpakkaa vasten leikkaamisen sijaan, jos leikkaavan terän ja teräpakkojen väli on liian suuri. Leikattu palakoko on sulalla lihalla suurempi lopputuotteessa kuin kohmetetulla lihalla, koska kohmetettu liha hajoaa pienemmiksi palasiksi sulamisen jälkeen ja menettää myös suhteessa enemmän kokoa sulaan lihaan verrattuna.

**Ruskistus** antaa lihalle värin ja vaikuttaa makuaromien muodostumiseen. (Kerth & Rowe 2013.) Kohmeinen liha ei ole yhtä helppo levittää käsin uunin kuljettimelle kuin sula liha. Kohmeinen liha on kovempaa ja sulaessaan palat jäätyvät osittain kiinni toisiinsa. Palojen irrottamiseen toisistaan tarvitaan enemmän voimaa. Jos kohmeinen liha leikataan ja levitetään ruskistusuunin kuljettimelle suoraan leikkurin kuljettimelta, eivät palat ehdi sulaa ja tarttua toisiinsa kiinni ennen levittämistä. Sula liha on herkempi käsittelylle leikkauksen jälkeen ja se menettää helpommin muotonsa paineen vaikutuksesta. Tämän takia sula liha olisi parempi levittää ruskistusuunin kuljettimelle suoraan leikkurin kuljettimelta.

**Pakkaaminen** määräpainoisiin pakkauksiin vaatii pakkauskoneen vaa’alta suurta tarkkuutta. Pakkauskone ei pysty punnitsemaan tuotteita kuin määrättyllä nopeudella suhteessa mittaamisen tarkkuuteen. (Laatukäsikirja 2013.) Kun liha on ruskistettu hyvin, sen pakkaaminen määräpainoon helpottuu. Ruskistuneet lihapalat eivät tartu toisiinsa eivätkä laitteiston pintoihin niin herkästi. Vaaka pystyy jakamaan irtotoukaiset palat tehokkaammin, jolloin määräpainoisen pakkauksen mittaustarkkuus paranee.

**Kypsennys** oikeaan lämpötilaan takaa säilyvyyden ja laadun. (Laatukäsikirja 2013.) Jatkuvatoinen kypsennysuuni on tehokkuudeltaan ja ominaisuuksiltaan panostoitusta kypsennysuunia selkeästi parempi. Erilaisten tuotteiden kypsennyslämpötilojen ja aikojen johdosta on laitteiston mitoittaminen haasteellista, kun suunnitellaan optimaalista laitteistoa kypsennysprosessiin. Panostoiminen kypsennysuuni voi olla ainoa ratkaisu ajanhallinnan kannalta pitkiä kypsennysaikoja vaativilla tuotteilla, mutta silloinkaan uunin ominaisuudet eivät ole tuotteen laadun kannalta parhaat mahdolliset.

**Jäähdytys** on tärkeää suorittaa nopeasti ja riittävän alhaiseen lämpötilaan. Jäähdytys yhdessä alhaisten varastointi- ja kuljetuslämpötilojen kanssa varmistavat tuotteen turvallisuuden asiakkaalle asti. (Laatukäsikirja 2013.)

### **3 LAATUTARKASTELU JA HAVAINNOT LAADUSTA**

Lopputuotteen laatu muodostuu tuotannollisesta tekemisestä sekä tuotteen aistittavasta laadusta. Tuotannollisen tekemisen laadun määrittäminen ja sen muutokset ohjaavat valmistusprosessia hyvin voimakkaasti. Aistittavan laadun määrittäminen ja seuranta ovat haasteellisia, koska laadun muutoksia ei välttämättä pystytä määrittämään ilman lukuisia testejä. Voidaan määrittää tuotannolliset lukuarvot, joiden avulla saadaan tuotettua laatua jollain määritetyllä vaihteluvälillä, olosuhteiden ja raaka-aineen pysyessä lähes samana. Lopputuotteen mikrobiologiseen laatuun ei tässä työssä perehdytä, mutta sen merkitys ohjaavana tekijänä on vaikutukseltaan todella suuri.

#### **3.1 Tuotannollinen tekemisen laatu**

Tuotantokapasiteetti määrittelee suurimman mahdollisen tuotemäärän valmistamisen määritetyssä ajassa. Tuotantokapasiteetti muodostuu tuotteiden läpimenosta, josta on vähennetty hävikin määrä. Hävikki muodostuu valmistettujen tuotteiden painohäviöstä ja tuotehäviöstä, jonka suuruus voi johtua raaka-aineen pilaantumisesta, vahingoittumisesta, nesteen haihtumisesta tai valumisesta sekä linjalle jääneistä tuotejäämistä. Lisäksi ylituotanto ja pakkausrikot/merkintävirheet vaikuttavat hävikkiin. Työn tehokkuus ja vaativuus määrittävät henkilökustannukset sekä prosessin käyttämän energian. (Laatukäsikirja 2013.)

#### **3.2 Aistittava laatu**

Aistittavaan laatuun vaikuttavat eniten käytetty raaka-aine ja havaintojen tekijän mieltymykset, sekä ammattitaito. Aistittavia tuotteen ominaisuuksia ovat maku, haju, rakenne, väri ja ulkomuoto. Raaka-aineen ominaisuuksiin vaikuttaa eläimen ikä, sukupuoli, rotu, ravinto, kasvatusolosuhteet, teurastusolosuhteet sekä teurastuspaino. Teurastus ja teurastuksen jälkeiset toiminnot ennen lihan raakapaloittelua ovat saavutetun laadun kannalta tärkeimpiä toimintoja. (Braden 2013.)

**Lihan sitkeys** on yksi syömisen laadun tärkeimmistä tekijöistä, koska se määrittää miten helposti liha voidaan pureskella ja niellä. Lihan sitkeyteen vaikuttavat jäähdyttäminen ja pakastaminen sekä varastointi. Lihan jäähdyttämisellä on kaksi keskeistä vaikutusta lihan sitkeyteen. Yksi vaikutus on lihasten supistuminen välittömästi teurastuksen jälkeen. Toinen vaikutus, millä voidaan vaikuttaa, on lihan käsittely niin, että sopiva sitkeyden taso voidaan saavuttaa. Sopivien olosuhteilla voidaan helposti vaikuttaa lihan sitkeyteen läpi koko varastointiajan jäähdytyksen tai pakastuksen aikana, mutta vääränlainen jäähdytys tai pakastaminen voi aiheuttaa rajua sitkistymistä ja huonoa tuotelaatua. Lihan sitkeys määräytyy kolmen tekijän mukaan – eläimen ikä, ”kylmäsupistuminen” (lihassyyn supistuminen, joka voi tapahtua jäähdytyksen aikana) ja epäsuotuisa lihan happamuus (pH). On olemassa yleinen käsitys näiden tekijöiden merkityksestä, mutta monet asiantuntijat lisäävät kypsennyksen neljänneksi, yhtä tärkeäksi, vaikuttavaksi tekijäksi. (Aidani ym. 2014.)

**Jäähdyttämisellä on suuria vaikutuksia** lihan rakenteeseen, jos liha jäähdytetään nopeasti silloin, kun liha on vielä pre-rigor -olomuodossa eli kun lihan pH ei ole vielä laskenut alle 6.2. Tässä olomuodossa lihakset sisältävät riittävän määrän supistumiseen tarvittavaa polttoainetta, adenosini trifosfaattia (ATP), pakottaen supistumisen alkavaksi, kun lämpötila laskee alle 11 asteen ja suurimman vaikutuksen tapahtuvaksi noin 3 asteen kohdilla. Pakastuksen voimakkuus vaikuttaa sitkeyden tasoon sulamisen jälkeen, mutta se ei vaikuta lopulliseen sitkeyteen. Pakastamisen tiedetään aiheuttavan rakenteellisia muutoksia jääkristallien muodostumisen seurauksena. Todennäköisesti jääkristallit ja erityisesti pienet solunsisäiset jääkristallit, joita muodostuu hyvin nopean pakastuksen voimakkuuden seurauksena, edistävät rakenteellisten muutoksien voimakkuutta todennäköisesti entsyymien vapautumisen seurauksena. (Aidani ym. 2014.)

**Tuotteeseen valitut ja määritetyt lihan osat** vaikuttavat merkittävästi siihen, mitä ominaisuuksia valmiilla tuotteella on. Leikkaustapa, käsittely ja varastointiaika tuovat tuotteeseen oman jälkensä. Kypsennysmenetelmä, -lämpötila ja -aika viimeistelevät tuotteen laadun. Jäähdytyksen teho varmistaa tuotteen säilyvyyden yhdessä hygieenisen ja riittävän lämpökäsittelyn kanssa. Paistoajan ja sisälämpötilan suhteen vaikutusta lihan sitkeyteen voidaan kuvata seuraavasti: ”Sitkeys lisääntyy lihan

sisälämpötilan kasvaessa, mutta vähenee paistoajan lisääntyessä silloin kun lihan sisälämpötila pysyy samana.” (Mortensen, Frøst, Skibsted & Risbo 2015.)

Tämän vaikutuksen hyödyntäminen kypsennyksessä vaatii tarkkaa sisälämpötilan säätöä paistolämpötilan ja kypsennysajan avulla.

**Lihan mehukkuuteen** ei pystytä samalla tavoin vaikuttamaan ja tämä voidaan kuvata seuraavasti: ”Mehukkuus vähenee lihan sisälämpötilan kasvaessa, mutta se myös vähenee paistoajan lisääntyessä silloin kun lihan sisälämpötila pysyy samana.” (Mortensen, Frøst, Skibsted & Risbo 2015.)

Lihan mehukkuus vähenee kypsennyksessä. Vähentämisen voimakkuuteen voidaan vaikuttaa hakemalla paras kombinaatio paistoajan ja lihan sisälämpötilan suhteen. Tuotteelle vaaditun pitkän säilyvyyden ja tuotantoprosessin läpimenoajan vuoksi joudutaan lihan sisälämpötila säätämään paljon korkeammaksi kuin mitä optimaalinen tuotelaatu edellyttäisi. Laitteiston valinnalla on suuri vaikutus tuotelaatuun laitteiston mahdollistaman läpimenon ja tarkan paistolämpötilan säätöominaisuuksien vuoksi.

**Aistinvarainen arviointi** suoritettiin yrityksen omien käytänteiden mukaisesti. Arviointi suoritettiin päättävien asiantuntijoiden toimesta sokkotestinä tarjoilulämpötilassa. Vertailtavana oli aina nykyinen tuotantolaatu ja koeversio. Myös kilpailijoiden tuotteita vertailtiin. Tuotteita verrattiin myös kypsentämättöminä. Tarkempia johtopäätöksiä ei arviointien perusteella voida tehdä, koska aineiston määrä ei siihen riitä ja muuttuvia osatekijöitä oli liian paljon.

## **4 KOKEELLISEN OSUUDEN JA KEHITYSVAIHEIDEN KUVAUS**

Tuotantoarvoja, sekä aistinvaraisten arviointien vastauksia ei ole esitetty tuloksissa yrityksen pyynnöstä. Kokeiden tuloksia käsitellään tekemisen näkökulmasta ja prosessin kehityskaarta mukaillen. Kokeet on otsikoitu aikajärjestyksessä ja kunkin vaiheen jälkeen päädyttiin tulosten perusteella seuraavaan vaiheeseen.

### **4.1 Kohmeisena leikatun ja sulatetun lihan koe**

Kokeen tarkoitus oli osoittaa, että sula liha toimii prosessin ruskistus-, pakkaus- ja loppukypsennysvaiheessa kohmeista lihaa paremmin tai vähintään samalla tavalla, vaikuttamatta lopputuotteen laatuun negatiivisesti. Ruskistusuniin ajettiin koe-erä kohmeisena kuutioitua lihaa, sekä samaa lihaa, joka oli sulatettu ennen ruskistusunia. Molemmista eristä kirjattiin ylös läpimeno, hävikki, sekä lämpötila eri vaiheissa. Tuotteista pidettiin aistinvarainen arviointi, jossa tuotteita verrattiin toisiinsa hajun, maun, värin, sekä rakenteen perusteella. Arviointiin osallistui yhteensä 8 henkeä. Koe-eristä arvioitiin rinnakkaiset näytteet.

Kohmeisen lihan sulattaminen leikkaamisen jälkeen ei todellisessa tuotannollisessa prosessissa onnistuisi kapasiteetin vähyyden takia. Hävikin määrä ei olisi kuitenkaan ollut määräävä tekijä tuotannollisessa mittakaavassa. Kaikki tuotannolliset mitatut arvot ja aistinvaraisten arviointien tulokset mahdollistivat seuraavan vaiheen kokeiden suorittamisen.

### **4.2 Ruskistusasteiden vaikutusten tutkiminen**

Tarkoituksena oli vertailla eri ruskistusasteiden vaikutusta lopputuotteen laatuun. Ruskistusunin läpi ajettiin näytteet kolmella eri ruskistusasteella ja usealla eri tuotteella. Lisäksi tehtiin näytteet padassa pinnat paistetussa ja sen jälkeen ruskistusunin läpi normaaleilla asetuksilla syötetystä lihasta sekä kokonaan ruskistamattomasta lihasta. Tuotteista pidettiin aistinvarainen arviointi, jossa tuotteita verrattiin toisiinsa hajun, maun, värin sekä rakenteen perusteella. Arviointiin osallistui yhteensä 8 henkeä. Koe-eristä arvioitiin rinnakkaiset näytteet.



Ruskistusuunin ominaisuuksista saatiin näiden testien kautta parempi käsitys ja huomattiin ruskistusasteen vaikuttavan lopputuotteen laatuun hyvin merkittävästi. Uunin säätöihin saatiin tarkennuksia ja voitiin suorittaa koe uudestaan tarkennetuilla arvoilla.

### **4.3 Kokeen toistaminen ja ruskistusasteen tarkistaminen**

Tarkoituksena oli toistaa ruskistusasteiden koe ja arvioida niiden vaikutusta lopputuotteen laatuun. Ruskistusuunin läpi ajettiin näytteet kolmella eri ruskistusasteella ja usealla eri tuotteella. Tuotteista pidettiin aistinvarainen arviointi, jossa tuotteita verrattiin toisiinsa hajun, maun, värin sekä rakenteen perusteella. Arviointiin osallistui yhteensä 8 henkeä. Koe-eristä arvioitiin rinnakkaiset näytteet.

Kokeen toistaminen määrittäi uunin laadulliset säätömahdollisuudet ja niiden perusteella suunniteltiin uunin ominaisuuksien hienosäätöä laitetoimittajan toimesta.

### **4.4 Ruskistusuunin säätäminen ja laadun varmistus**

Ruskistusuunia säädettiin liekin korkeuden ja voimakkuuden osalta. Lisäksi läpimenoaika nopeutettiin. Valmistettiin näytteet useista eri tuotteista muuttuneilla asetuksilla. Tuotteista pidettiin aistinvarainen arviointi, jossa tuotteiden hajua, makua, väriä sekä rakennetta arvioitiin. Arviointiin osallistui yhteensä 8 henkeä. Koe-eristä arvioitiin rinnakkaiset näytteet.

Laitetoimittajan avustuksella ruskistusuunin ominaisuuksien hienosäätö onnistui ja uunin asetusten määrittäminen helpottui merkittävästi. Aistinvaraisten tulosten perusteella oli saavutettu lopputuotteen laadun osalta haluttu taso.

### **4.5 Sulana leikatun lihan koe**

Testejä jatkettiin tavoitteena parantaa tuotannollista laatua. Vertailu sulana leikatun lihan ja kohmeisena leikatun lihan välillä oli perusteltua alustavien kokeiden perus-

teella. Tarkoituksena oli selvittää, onko raaka-aineen lämpötilalla vaikutusta lopputuotteen laatuun. Leikattiin sulaa lihaa kaikilla käytössä olevilla lihalajitelmilla yhden kuutiokoon teräpakoilla, jotka oli tarkoitettu sulan lihan leikkaamiseen. Lisäksi leikattiin kohmeista lihaa samoilla lihalajitelmilla saman kuutiokoon teräpakoilla, jotka oli tarkoitettu kohmeisen lihan leikkaamiseen. Tuotteista pidettiin aistinvarainen arviointi, jossa tuotteita verrattiin toisiinsa hajun, maun, värin sekä rakenteen perusteella. Arviointiin osallistui yhteensä 8 henkeä. Koe-eristä arvioitiin rinnakkaiset näytteet.

Koe-eriä arvioitiin myös raakana ennen ruskistusta. Kuvassa 2 on kuvattuna sulana leikatun ja kohmeisena leikatun lihan palakokojen eroja. Kaksi alinta näytettä on leikattu vähärasvaisemmasta lihalajitelmasta kuin ylemmät näytteet. Vasemmanpuoleiset näytteet on leikattu sulasta lihasta ja oikeanpuoleiset näytteet on leikattu kohmeisesta lihasta.



Kuva 2 Sulana leikatun ja kohmeisena leikatun lihan palakokojen eroja

**Leikkurin säätöjen merkitys ja teräpakkojen kunto** vaikuttivat leikkauslaatuun merkittävästi. Sulana leikatun lihan lämpötilan pienet muutokset eivät oletetusti vaikuta leikkauslaatuun silloin kun leikkurin asetukset ja säädöt ovat kunnossa. Kohmeisena leikatun lihan lämpötilan pienetkin vaihtelut vaikuttavat leikkauslaatuun, kun lihan olomuoto on lähellä sulaa lihaa tai vaihtoehtoisesti kovuudeltaan jäistä lihaa vastaavaa. Kohmeisen lihan lämpötilan ollessa lähellä optimia leikkauksen suhteen, ei leikkurin hienosäädöllä ole laadullisesti niin suurta merkitystä kuin sulaa lihaa leikatessa. Vertailtaessa sulana leikatun lihan ja kohmeisena leikatun lihan leikkauslaatua, havaittiin erojen olevan hyvin pieniä. Sulan lihan rakenne ei kestä yhtä hyvin painetta kuutiokkeen jälkeen kuin kohmeisena leikattu liha, joten sulan lihan rakenne menettää säntillisen muotonsa nopeammin.

#### 4.6 Tuotantomuutos ja laadun varmistus

Kokeiden ja mitattujen tuotantoarvojen perusteella päätettiin tehdä tuotantoon muutos vaiheittain. Sulaa lihaa leikattiin yhden kuutiokoon teräpakoilla kaikilla kyseisen

kuutiokoon tuotteilla määritetyn jakson ajan. Muihin tuotteisiin muutos astuu voimaan määritetyn ajan jälkeen, mikäli uusia ongelmia ei ilmene olosuhteiden pysyessä muuttumattomina.

Tuotannon arvoja seurattiin pidemmällä aikavälillä sekä verrattiin aiempiin pidemmän aikavälin tuotantoarvoihin. Laadun varmistus jatkui osana normaalia omavalvontaa. Valmistushävikit on esitetty taulukossa 1, jossa tuotantoarvot on muutettu. Mittaustuloksia pystyy kuitenkin keskenään vertailemaan, koska keskinäisiä suhteita ei ole muutettu.

Taulukko 1 Valmistushävikit

<b>RAAKA-AINE</b>	<b>PVM</b>	<b>RAAKA</b>	<b>KYPSENNETTY</b>	<b>HÄVIKKI</b>
Kohmeinen	12.6.2013	A kg	B kg	4,85 %
Kohmeinen	27.6.2013	A kg	B kg	9,32 %
Kohmeinen	12.6.2013	A kg	B kg	3,06 %
Kohmeinen	28.6.2013	A kg	B kg	6,62 %
Kohmeinen	24.6.2013	A kg	B kg	6,57 %
Kohmeinen	2.7.2013	A kg	B kg	6,94 %
Sula	8.7.2013	A kg	B kg	5,13 %
Sula	12.7.2013	A kg	B kg	4,29 %
Sula	12.7.2013	A kg	B kg	0,36 %
Sula	15.7.2013	A kg	B kg	6,56 %
Sula	18.7.2013	A kg	B kg	-0,64 %
Sula	18.7.2013	A kg	B kg	0,58 %
Sula	18.7.2013	A kg	B kg	6,05 %
Sula	22.7.2013	A kg	B kg	-1,26 %
Sula	25.7.2013	A kg	B kg	2,50 %
Sula	26.7.2013	A kg	B kg	5,36 %
Sula	29.7.2013	A kg	B kg	9,24 %
Sula	30.7.2013	A kg	B kg	2,28 %
Sula	1.8.2013	A kg	B kg	2,13 %
Sula	1.8.2013	A kg	B kg	1,27 %
Sula	2.8.2013	A kg	B kg	2,15 %
Sula	5.8.2013	A kg	B kg	-3,02 %
Sula	8.8.2013	A kg	B kg	3,15 %
Sula	9.8.2013	A kg	B kg	2,19 %
Sula	9.8.2013	A kg	B kg	-0,85 %
Sula	12.8.2013	A kg	B kg	2,31 %
Sula	14.8.2013	A kg	B kg	0,09 %
Sula	15.8.2013	A kg	B kg	0,16 %

Kohmeisen ja sulan lihan valmistushävikkien keskiarvojen välinen ero oli tarkasteluvälillä 3,77 % -yksikköä. Sulalla lihalla hävikin määrä oli pienempi kuin kohmeisella

lihalla. Muutama tulos oli kuitenkin poikkeava, mutta näitä yksittäisiä mittaustuloksia ei ole tarkastelusta poistettu. Poikkeamat johtuivat hyvin todennäköisesti merkintävirheistä tuotannossa, mutta virheitä ei pystytty jälkikäteen todentamaan. Keskipoikkeama oli sulalla lihalla 0,015 ja kohmeisella lihalla 0,022. Raaka-aineen rasvaisuus vaikuttaa mittaustuloksiin ja tuloksissa lihalajitelmia oli käytetty samassa suhteessa kohmeisena ja sulana.

#### **4.7 Tuotantoarvojen määrittäminen ja omavalvonta**

Työn aikana tehtiin laadun varmistamiseksi lukuisia testejä. Painojen seuranta prosessin eri vaiheissa oli tärkeää, jotta voitiin määrittää erilaisten säätöjen vaikutus läpimenoon ja hävikkiin. Lämpötilojen seuranta on osana omavalvontaa, mutta niitä seurattiin tarkemmin erityisesti kehitysprosessin alkuvaiheessa. Painoja mitattiin ennen ruskistusuunia ja ruskistusuunin jälkeen. Käytetyn raaka-aineen alkupaino ja valmiiden tuotteiden määrä määrittelevät kokonaishävikin tuotekohtaisesti.

Kypsenny-suunin toteutunut lämpötila ja vaikutusaika testattiin säännöllisesti pakkaamalla tuotepusseihin lämpötilaa tietyin välein kirjaavia laitteita. Lämpötilan vaihtelut koko kypsennyksen ja jäähtymisen ajalta tulee tietää tuoteturvallisuuden ja aistinvaraisen laadun vuoksi. Näiden testien perusteella voidaan kypsenny-suunia säätää lähemmäs optimaalista tuotteen kypsennyslämpötilan ja ajan yhdistelmää.

## 5 TULOSTEN ANALYSOINTI

Koetulosten perusteella lopputuotteen aistinvarainen laatu pysyi lähes muuttumattomana riippumatta raaka-aineen alkulämpötilasta silloin kun kypsennysajat ja kypsennyslämpötilat olivat samat. Aistinvaraista laatua kypsistä lopputuotteista ei ollut mielekästä tutkia kovin laajasti, koska kypsennysuunin ominaisuuksien ja säätöjen johdosta valmistetut tuotteet olivat käytännössä ylikypsiä jolloin kaikki hyöty, mitä raaka-aineen käsittelyllä voitaisiin saavuttaa aistinvaraisesti arvioituna, oli menetetty liian suuren kypsennysajan sekä -lämpötilan ansiosta. Tutkimustulosten perusteella voitiin määrittää prosessia ohjaavat tuotannolliset arvot ja niitä arvoja seuraamalla voidaan todeta raaka-aineen kohmettamisella olevan vaikutusta tuotannollisen tekemisen tehokkuuteen ja tuotehävikkiin sulaan lihaan verrattuna. Tulokset antoivat kuitenkin viitteitä useassa kohdassa tuotantoprosessia mahdollisuuksista vaikuttaa tehokkuuteen ja tuotehävikkiin sekä tuotteen laatuun.

Palakoko oli yksi isoin muuttuva tekijä sulana leikatun ja kohmeisena leikatun lihan välillä. Kohmeinen liha pienenee sulaessaan ja saman koon teräpakoilla kohmeisena leikatut palat ovat pienempiä lopputuotteessa kuin sulana leikattu liha.

Leikkurin säätäminen oli helpompaa sulalla lihalla, koska raaka-aineen lämpötila ei muutu. Kohmeisena leikatussa lihassa raaka-aineen lämpötilan muutos ja lämpötilan epätasainen jakautuminen lihapalojen keskellä aiheuttavat laadullisia ongelmia.

Pakkaamiseen liittyvät raaka-aineen ominaisuudet ja niiden vaikutus tuotehävikkiin oli tulosten perusteella hyvin selkeästi osoitettavissa. Kohmeinen liha ei ruskistuksen jälkeen toimi pakkauslinjalla yhtä hyvin kuin sulana ruskistettu liha. Tulokset eivät kuitenkaan ennusta kuinka suuri vaikutus raaka-aineen lämpötilalla olisi erilaisella pakkauslinjalla.

Tulosten tarkempi analysointi ei ole tässä työssä mahdollista, koska suurin osa tutkimusaineistosta salattu yrityksen pyynnöstä.

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli laadun parantaminen ja siihen tarvittavien toimenpiteiden määrittäminen. Raaka-aineen lämpötilan vaikutus lopputuotteen laatuun haluttiin selvittää prosessin eri vaiheissa vertailemalla sulaa lihaa ja kohmetettua lihaa.

**Leikkauslaatu oli mahdollista saada hyväksyttävälle tasolle riippumatta raaka-aineen lämpötilasta.** Raaka-aineen lämpötilan pysyessä samana ei leikkauslaatu muutu oleellisesti, mutta rakenteen muutokset vaikuttivat suoraan leikkauslaatuun. Leikattu liha menettää osittain muotonsa sulamisen ja paineen vaikutuksesta, joten leikkauslaadun määrittäminen leikkaamisen jälkeen vaikeutuu suhteessa varastointiaikaan.

**Lihan ruskistaminen suoraan leikkurin jälkeen olisi laadullisesti paras vaihtoehto.** Aina kun tuotannollisia välivaiheita voidaan jättää pois, se nostaa tuotteen tuotannollista laatua, mutta se vaikuttaa myös oleellisesti lopputuotteen aistittavaan laatuun. Huomioitava ero verrattaessa sulaa ja kohmeista lihaa on myös leikattujen yksittäisten kuutioiden paino. Sulaa lihaa leikatessa yksittäiset kuutiot painavat enemmän ja pieniä paloja syntyy vähemmän kuin kohmeista lihaa leikatessa.

**Raaka-aineen lämpötila vaikuttaa merkittävästi myös määräpainoisten pakkauskauksien pakkaamisen tarkkuuteen.** Lämpötila vaikuttaa kuutioiden liuku- ja vierimisominaisuuksiin, joten pakkauslaitteiston valinnalla on suuri merkitys tuotannollisen laadun kannalta. Ylipainoinen pakkaus on laadullisesti erittäin merkittävä tekijä. Raaka-aineen lämpötilan vaikutusta lopputuotteen aistittavaan laatuun ei onnistuttu tutkia tieteellisesti yrityksen laitteistojen ja valmistetun tuotteen laadullisten ominaisuuksien vuoksi.

**Lihan kohmettaminen tai pakastaminen muuttaa lihan rakennetta ainakin hetkellisesti, mutta muutoksen vaikutus lopputuotteen aistittavaan laatuun määräytyy kypsennyksen mukaan.** Kokeiden perusteella voidaan todeta kypsennysasteen säätämisen suhteessa kypsennysaikaan vaikuttavan kypsän lihan aistittavaan laatuun enemmän kuin raaka-aineen lämpötila prosessin eri vaiheissa. Lisäksi voidaan todeta, että raaka-aineen lämpötilan vaikutukset lopputuotteen aistittavaan

laatuun jäivät käytetyillä tuotannollisilla arvoilla hyvin pieniksi. Raaka-aineen lämpötilan vaikutus prosessin tuotannolliseen laatuun oli kuitenkin taloudellisesti hyvin merkittävä. Tarkoilla tuotannollisilla säätöarvoilla pystytään mahdollisesti vaikuttamaan tuotannolliseen laatuun niin, ettei raaka-aineen lämpötilalla prosessin eri vaiheissa ole niin suurta merkitystä kuin kokeiden perusteella voitaisiin olettaa.



## LÄHTEET

- Aidani E, Aghamohammadi B, Akbarian M, Morshedi A, Hadidi M, Ghasemkhani N, Akbarian A. 2014. Effect of chilling, freezing and thawing on meat quality: a review. An Open Access article [Verkkójulkaisu]. Bangladesh: International Journal of Biosciences, Vol. 5, No. 4, 159-169 [Viitattu 26.6.2016]. Saatavana: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/5.4.159-169>
- Apple, J.K., Yancey, J.W.S. 2013. Teoksessa: C.R. Kerth (toim.) The science of meat quality. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc., 119-146.
- Braden, K.W. 2013. Teoksessa: C.R. Kerth (toim.) The science of meat quality. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc., 79-98.
- Kerth, C.R. 2013. Teoksessa: C.R. Kerth (toim.) The science of meat quality. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc., 99-118.
- Kerth, C.R., Rowe, C. 2013. Teoksessa: C.R. Kerth (toim.) The science of meat quality. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc., 199-206.
- Leygonie, C., Britz, T.J., Hoffman, L.C. 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review [Verkkójulkaisu]. Meat Science, volume 91, 93-98 [viitattu 29.11.2016]. Saatavana: [https://www.researchgate.net/publication/221824503\\_Impact\\_of\\_freezing\\_and\\_thawing\\_on\\_the\\_quality\\_of\\_meat\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/221824503_Impact_of_freezing_and_thawing_on_the_quality_of_meat_Review)
- Mortensen, L. M., Frøst, M. B., Skibsted, L. H., Risbo, J. 2015. Long-time low-temperature cooking of beef: Three dominant time-temperature behaviours of sensory properties. An Open Access article [Verkkójulkaisu]. BioMed Central Ltd., Flavour journal, 4:2 [Viitattu 26.6.2016]. Saatavana: <https://flavourjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2044-7248-4-2>
- Yrityksen laatupäällikkö ja henkilöstö. 2013. Laatukäsikirja. Yrityksen sisäinen tietokanta [viitattu 15.6.2013]. Vaatii käyttöoikeuden.

## LIITTEET

