

Opinnäytetyö (AMK)
Bio- ja Elintarviketekniikka
Elintarviketekniikka
2013

Marko Nieminen

SAANNON OPTIMOINTI KINKKUTEHTAALLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja elintarviketekniikka | Elintarviketekniikka

Joulukuu 2013 | Sivumäärä 37

Tommi Laaksonen

Marko Nieminen

SAANNON OPTIMOINTI KINKKUTEHTAALLA

Opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä hävikin seurantajärjestelmä ja analysoida saatuja tuloksia. Saannolla on tärkeä rooli yrityksen taloudessa ja tuotteen laadussa. Tässä työssä keskityttiin taloudelliseen vaikutukseen. Liiallinen painohävikki tuotteessa on pois yrityksen myyntituloista, koska tuotteet hinnoitellaan painon mukaan.

Tuotteen saannon parantamiseen voidaan vaikuttaa prosessin eri vaiheissa. Yksi tärkeä osa on tietää lihan rakenne ja sen käyttäytyminen eri prosessin vaiheissa. Lihan vedensidonta on suurin syy liialliseen painohävikkiin. Vedensidontaa voidaan hallita tuotannon eri vaiheissa. Toinen tärkeä asia on laitteiden toimivuus ja oikeiden parametrien käyttö. Uunin ohjelmassa käytetään delta-t-keittoa, joka vähentää painohävikin syntyä kypsytöksessä. Näihin asioihin perehdytään tarkemmin teoriaosuudessa.

Opinnäytetyön kokeellinen osa suoritettiin yrityksen tiloissa. Jatkuvassa tuotannossa toimivaa hävikin seuranta järjestelmää yrityksellä ei ollut. Työ aloitettiin suunnitelmalla toimiva ja helppokäyttöinen punnitus- ja kirjausmenetelmä. Kirjaus- ja laskujärjestelmä tehtiin excel taulukko-ohjelmalla. Ohjelma kerää tietoa eri tiedostoista ja laskee hävikin automaattisesti punnitustuloksista. Järjestelmän avulla saadaan helposti tietoon hävikki ja siihen vaikuttavat tekijät.

Tuloksissa analysoitiin punnitustuloksia ja tutkittiin hävikkiin vaikuttavat tekijät. Työssä ei ehditty perehtyä tarkemmin saannon optimointiin. Tuloksista saatiin kuitenkin tietoa, kuinka eri vaiheet vaikuttavat hävikkiin. Esimerkiksi uunien, jäähdystunnelien ja lihan laadun vaikutus. Ohjelman avulla saadaan hyvää tietoa hävikistä ja näin voidaan jatkossa parantaa saantoa.

ASIASANAT:

elintarviketeollisuus, lihateollisuus, lihavalmisteet, hävikki

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and Food Tehcnology | Food technology

December 2013 | Total number of pages 37

Tommi Laaksonen, Senior Lecturer

Marko Nieminen

YIELD OPTIMIZATION AT HAM MANUFACTURING PLANT

The aim of this thesis was to develop a system for monitoring the wastage of a meat production process and to analyze the findings. The yield plays a significant role in the financial result at the company and in the quality of the product. In this thesis, the focus is on the financial perspective of the yield. Excessive weight loss in the product has a negative effect on the financial result of a company because the products are priced based on their weight.

The yield of the final product can be affected in various stages of the production process. An important part is to know the consistency of the meat and its behavior in the different stages of the production process. The water holding capacity of the meat is one of the most significant reasons for weight loss. The water holding capacity of a product can be controlled in various stages of the production process and by using different substances. Another important aspect is the functionality of the machinery used and the use of the right parameters in production. In the program of the production oven, delta-t-boiling was used which affects the weight-loss positively in the cooking stage of production. These topics are discussed in more detail in the theory part of this thesis.

The experimental part of this thesis was conducted in the facilities of the commissioning company ordering. There was no existing system for monitoring the wastage of the production process. The project was started by designing a workable and easy-to-use weigh-in and logging procedure. The logging and calculation system was produced by using Excel spreadsheet software. The system gathers information from different files and calculates the wastage automatically based on the weigh-in results. The system provides easy access to the details of the wastage and the factors contributing to it.

In the results the weigh-in data was analyzed and the factors contributing to the wastage were identified and examined. This thesis did not examine the optimization of the yield in more detail. The system produced provides an easy way to collect data concerning wastage and by using this data the production process and especially the yield can be improved further

KEYWORDS:

food industry, meat industry, meat products, wastage

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 TUOTANNON PROSESSI	9
2.1 Lihan purku	9
2.2 Suolaus	10
2.2.1 Ruiskutussuolaus	11
2.2.2 Mureuttaja	11
2.2.3 Hiertomenetelmä	12
2.3 Ruiskutus	12
2.4 Kypsytytys ja jäähdtytys	13
2.5 Viipalointi ja pakkaus	14
3 LIHAN RAKENNE JA KOOSTUMUS	15
3.1 Lihaskudos	15
3.1.1 Myofibrilli	15
3.1.2 Sarkomeeri	16
3.1.3 Myosiinifilamentti	16
3.1.4 Aktiinifilamentti	17
3.2 Sidekudos	18
3.2.1 Kollageeni	18
3.2.2 Elastiini	19
3.3 Lihan kemiallinen koostumus	20
4 VEDENSIDONTA	21
4.1 Veden sijoittuminen lihassa	21
4.2 Vedensidontaan vaikuttavat tekijät	22
4.2.1 pH-arvon vaikutus	22
4.2.2 Suolan vaikutus	23
4.2.3 Fosfaatin vaikutus	24
5 KRIITTISET PISTEET	25
5.1 Suolaus	25
5.2 Kypsytytys	25
5.3 Jäähdtytys	26

6 TYÖN ALOITUS	27
6.1 Lähtökohta	27
6.2 Työntekijän vastuu	28
7 EXCEL-JÄRJESTELMÄ	29
7.1 Häkkien numerointi	29
7.2 Hävikki	30
7.3 Uuni- ja pakkaamopunnitus	30
7.4 Suolaamon tiedot ja häkkien taaraus	32
8 TYÖN TULOKSET	33
8.1 Uunin vaikutus	33
8.2 Lihan vaikutus hävikkiin	34
8.3 Jäähdytystunnelin vaikutus	34
9 LOPPUPÄÄTELMÄT	36
LÄHTEET	37

KUVAT

Kuva 1. Kokolihatuotteiden valmistusprosessi.	9
Kuva 2. Lihassolun rakenne. ⁹	18
Kuva 3. Kollgeenin rakenne. ¹⁰	19
Kuva 4. Proteiinien nettovaraukset. ⁹	23
Kuva 5. Kuvakaappaus hävikki-välilehdestä.	30
Kuva 6. Kuvakaappaus uunipunnitus-välilehdestä.	31
Kuva 7. Kuvakaappaus pakkaamon punnitukset-välilehdestä.	32

TAULUKOT

Taulukko 1. Lihan kemiallinen koostumus. ⁵	20
Taulukko 2. Hävikin vertailu uunien kesken.	33
Taulukko 3. Lihan vaikutus hävikkiin.	34
Taulukko 4. Jäähdytystunnelin vaikutus hävikkiin.	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Huhtahyvät Oy:n kanssa. Huhtahyvät on perheyritys, jonka päätuotteita ovat lihajalosteet, kestromakkarat ja salaattit. Lihajalosteita tehdään kinkusta, naudasta ja kanasta. Huhtahyvillä tehdään myös makkaraa, mutta suurin tuotanto on leikkeleissä. Perheyritys on toiminut jo vuodesta 1988 ja sen vuosituotanto on noin 5 miljoonaa kiloa.¹

Työ tehtiin kinkkutehtaalle, jossa valmistetaan erilaisia leikkeleitä ja lihapaloja. Tehtaalla ei ollut minkäänlaista seurantaa saannoista. Ainoastaan muutama yksittäisotos eri tuotteista. Työni oli suunnitella ja tehdä käytännönläheinen järjestelmä saannon seuraamiseen jatkuvassa tuotannossa. Työ perustuu leikkeleiden painohävikin punnitsemiseen ja siihen vaikuttavien tekijöiden löytämiseen.

Saannon seuraamisella on tärkeä rooli yrityksen kannattavuudessa. Veden haihtuminen ja valuminen huonosti sitovasta lihasta aiheuttaa tuotteille tai raaka-aineelle painotappioita. Tällöin yrityksen myyntitulot vähenevät ja koko toiminnan kannattavuus saattaa kärsiä.² Lihan optimaalinen käyttö on tärkeää taloudellisesti katsottuna, koska sianlihan hinta on ollut koko ajan nousussa Suomessa sekä EU:ssa.³ Seurannan avulla pyritään löytämään mahdolliset ongelmakohdat, jotka vaikuttavat hävikin määrään. Työssä on tärkeää tietää tuotannon prosessit ja lihan käyttäytyminen eri prosesseissa. Näiden avulla löydetään mahdolliset ratkaisut saannon parantamiseen.

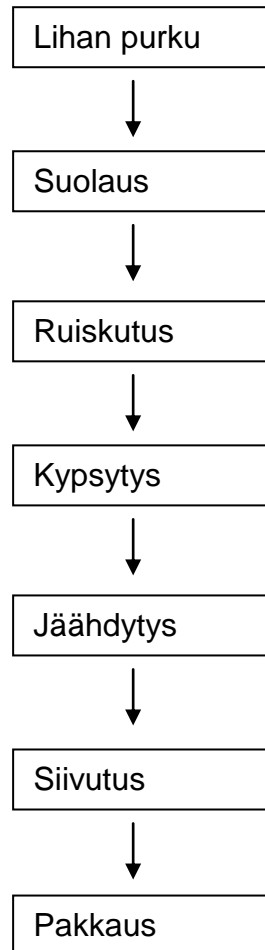
Järjestelmä luotiin excel-tiedostoon, josta nähdään kaikki oleellinen tieto hävikkiin vaikuttavista tiedoista. Tiedoston avulla pystytään vertaamaan eri tuotteiden eroavaisuuksia. Myöskin nähdään onko eri uuneilla tai jäähdystunneleilla vaikutusta painohävikkiin. Excel taulukoista näkee kuinka kauan tuote on ollut varastoinnissa ennen siivuttamista ja onko sillä vaikutusta hävikkiin. Taulukon avulla saadaan myös tietoa tuotteessa käytetystä lihasta. Tämän avulla tuotteen jäljitettävyys helpottuu.

Työn tärkein kohta oli saada yritykselle toimiva ja helppokäyttöinen järjestelmä. Tuloksissa analysoitiin punnitustuloksia useamman viikon ajalta ja niiden avulla haettiin suurimmat hävikkiin vaikuttavat tekijät.

Excel-järjestelmä on yritykselle hyvä pohja alkaa tutkia tarkemmin eri tapojen muutosta painohävikin muutokseen.

2 TUOTANNON PROSESSI

Kokoliuhavalmisteiden valmistukseen käytetään erilaisia menetelmiä. Kuvassa 1. on kuvattu yleisimmät prosessin vaiheet



Kuva 1. Kokoliuhatuotteiden valmistusprosessi.

2.1 Lihan purku

Kokoliuhavalmisteissa käytettävä liha otetaan vastaan vastaanotossa, josta liha kuljetetaan kylmävarastoon. Kylmävarastosta purkumies valitsee sopivan lihalajitelman valmistettavaan tuotteeseen. Tuotteisiin käytetään pääasiallisesti tuoreita kinkun osia ja lapaa. Yleisesti käytettävä liha on tuoretta, mutta voidaan myös käyttää pakastettua lihaa. Lihat puretaan lihalaatikoista molliin, jotka työnnetään seuraavaan prosessiin suolaamoon.

Purussa olevan työntekijän vastuulla on valita sopivat lihat tuotteeseen raaka-aine määrityksen mukaisesti. Yleensä käytetään eri lihaksesta tehtyä lihojen sekoitusta, esimerkiksi käyttämällä sian eri paisteja. Työntekijän vastuulla on, mitä lihaa sekoitetaan toisiinsa. Valmiita lihalajitelmia on vain harvoin käytössä. Tässä kohdassa myös päätetään käytetäänkö pakastettua lihaa.

2.2 Suolaus

Suolauksella on tärkeä rooli saannon kannalta. Tässä prosessissa lisätään suola ja mahdolliset tuotteessa käytettävät lisäaineet. Näitä lisäaineita ovat mm. säilöntäaineet, stabilointiaineet, hapettumisenestoaineet, happamuudensäätöaineet ja aromivahventeet. Säilöntäaineiden vaikuttava ainesosa on nitriitti ja yleisesti käytetään natriumnitriittiä. Tämä parantaa säilyvyyttä ja estää ruokamyrkytystä aiheuttavan *Colostridium botulinium*-bakteerien kasvun. Nitriitti parantaa säilyvyyttä ja antaa tuotteelle sen punaisen värin.⁴ EU-lainsäädännön antamat arvot nitriitin korkeimmasta pitoisuudesta ovat lihavalmisteissa 150 mg/kg.² Stabilointiaineita käytetään parantamaan lihavalmisteiden veden- ja rasvansitomiskykyä. Näiden avulla varmistetaan tuotteen mehukkuutta ja vähennetään painohävikkiä. Yleisesti stabilointiaineina käytetään fosfaatteja. Hapettumisenestoaineet ja happamuudensäätöaineet parantavat tuotteen säilyvyyttä ja värinkestävyyttä. Hapettumisenestoaineet estävät hapen aiheuttamaa rasvojen eltaantumista ja näin parantavat lihavalmisteiden punaista väriä. Aromivahventeina voidaan käyttää esimerkiksi natriumglutamaattia, mutta nykyään sen käyttöä on vähennetty runsaasti. Saannon parantamiseksi tärkeimmät valmistusaineet ovat suola ja stabilointiaineet.⁴

Mausteet ja edellämainitut aineet lisätään lihaan suolalaukan osana. Suolalaukassa kaikki ainekset ovat liuotettuina veteen. Laukka tehdään kylmään veteen, jottei se nostaisi tuotteen lämpötilaa, eikä näin ollen parantaisi mikrobiston kasvuolosuhteita.⁵

Liha voidaan upottaa ns. peittolaukkaan, jolloin suola alkaa hitaasti imeytyä lihaskudokseen aina lihan keskiosaan asti. Hitaudensa vuoksi se on vähemmän käytetty tapa. Suolauksen nopeuttamiseen on kehitelty muutamia menetelmiä, kuten ruiskutussuolaus ja hierontomenetelmä.⁴

2.2.1 Ruiskutussuolaus

Ruiskutussuolauksessa laukka ruiskutetaan suoraan lihan sisälle tasaisesti ja pienin etäisyyksin. Tämä nopeuttaa suolausta, koska ei tarvitse odottaa laukan imeytymistä lihan lävitse.⁶

Yleisin ruiskusuolausmenetelmä on monineulasuolaus. Siinä lihat syötetään koneen kuljettimille ja laukka ruiskutetaan lihaan neulapakkojen avulla. Monineulasuolauskoneessa on noin 20-100 neulaa. Kuljettimen nopeutta, ruiskun pistontiheyttä ja ruiskutuspainetta voidaan säätää. Tämän ansiosta ruiskutettavan laukan määrää voidaan muuttaa haluttuun arvoon. Neulakoneessa on mahdollista olla myös veitsipakka, joka sijaitsee viimeisenä pakkana koneessa. Veitsien avulla lihaan saadaan tehtyä viiltoja, jotka hajoittavat lihan rakennetta. Näin proteiini vapautuu ja vedensidontakyky paranee.⁴

Joitakin tuotteita ei voida ruiskusuolata, koska laukassa liukenettomat aineet voivat tukkia neulat. Sellaisia tuotteita ovat esimerkiksi kinkkuvalmisteet, suolalaukkaan lisätään proteiineja ja kuitua.⁶

2.2.2 Mureuttaja

Ruiskusuolauksen jälkeen voidaan lihat ajaa erillisen mureuttajan läpi. Mureuttajan tehtävänä on rikkoa lihan rakennetta ja näin vapauttaa lihan proteiineja. Tämä auttaa vedensidontakykyyn, sillä vesi pääsee paremmin sitoutumaan vapautuneisiin proteiineihin. Mureuttajan toimintaperiaatteena on lihan kulku kahden telan läpi, jolloin paineen avulla laukka imeytyy paremmin

lihaan. Toinen vaihtoehto on veitsimureuttaja, jonka teloissa olevat veitset viiltävät lihaa. Näin lihasta vapautuu enemmän proteiineja.⁵

2.2.3 Hiertomenetelmä

Hiertomenetelmässä on kyse lihojen mekaanisesta käsittelystä, joka tapahtuu suolauksen ja mureuttajan jälkeen. Menetelmä edesauttaa lihan tasaista suolaantumista ja nopeuttaa sitä. Suoritustapoja on kaksi erilaista, maseeraus ja tumblaus. Hierto voidaan suorittaa astiassa, jossa pyörivän sekoitusvarren tai rummun pyöriminen saa aikaan lihojen liikkeen. Tätä kutsutaan maseeraukseksi. Toinen vaihtoehto on tumblaus, jossa hyödynnetään iskuenergiaa. Pyörivän rummun sisäseinillä on ulokkeita, joista lihat pääsevät tippumaan noin metrin korkeudelta rummun pohjalle. Iskusta johtuva energia löysentää lihan rakennetta ja näin ollen parantaa vedensidontakykyä sekä geelitymistä.⁵

On tärkeää, että rummussa on vakuumijärjestelmä, jolla estää laukan vaahtoutuminen. Vaahtoutuminen johtuu ilman, valkuaisaineiden ja veden yhteensekoittumisesta. Yleisesti rummun vakuumiaste on noin 60-90%. Maseerausohjelman edetessä on taukoja, jolloin vakuumi on pois päältä. Tämä antaa aikaa proteiineille sitoa vettä. Maseeraus saattaa kestää tunneista vuorokauteen.⁶ Maseeraus suoritetaan viileässä lämpötilassa (n. 0-2 °C:ssa). Alhaisen lämpötilan avulla estetään tuotteen pilaantuminen ja saavutetaan fosfaatin paras mahdollinen vaikutus.⁴

Tuotteita joita ei voida suolata monineulasuolauskoneella, suolataan pelkästään maseerausrummussa. Aluksi lihat jauhetaan haluttuun kokoon myllyllä, jonka jälkeen lihat siirretään rumpuun suolalaukan kanssa.⁵

2.3 Ruiskutus

Hierron jälkeen valmis massa ohjataan ruiskutukseen. Tässä prosessissa kinkulle annetaan haluttu muoto. Yleensä massa ruiskutetaan keinosuoliin,

minkä avulla tuotteesta tulee pötkömainen. Suolia on kahta erilaista; hengittäviä ja hengittämättömiä suolia. Yleisesti kaikki savustettavat täyslihavalmisteet ruiskutetaan hengittäviin suoliin, jolloin savu pääsee tuotteeseen. Samalla kuitenkin veden haihtuminen lisää painotappioita. Hengittämättömiä suolia käytetään keitettäville tuotteille. Niillä painohävikki on pienempi sillä vesi ei pääsee haihtumaan suolesta. Osa kinkuista voidaan ruiskuttaa verkkoon, jonka sisällä oleva kollageenikalvo pitää massan verkossa. Myös kollageenikalvo vähentää painohävikin syntymistä kypsennyksen aikana.⁶

2.4 Kypsytytys ja jäähditys

Kypsennys suoritetaan suurissa keittokaapeissa, joihin mahtuu kerralla useampi häkki. Samassa keittokaapissa kypsennettävien tuotteiden kaliiberien pitäisi olla saman savustus- ja kypsyysasteen tasaisuuden varmistamiseksi.

Keittokaappeihin on ohjelmoitu jokaiselle tuotteelle oma ohjelma. Savustettavissa tuotteissa ohjelma alkaa esikeitolla, jonka tarkoitus on nostaa tuotteen lämpötilan noin 40 asteeseen. Tämän jälkeen tuote kuivataan käyttämällä tehokasta ilmankiertoa. Kuivauksen tarkoitus on saada tuotteen pinta kuivumaan mahdollisimman hyvään kosteusasteeseen. Pinnan ollessa sopivan nihkeä, savu tartuu tuotteeseen halutulla tavalla. Savustuksessa käytetään yleisesti nestesavua. Näitä kahta ohjelmaa jatketaan vuorotellen aina halutun savustusasteen saavuttamiseksi. Viimeinen vaihe kypsennyksessä on keitto. Keitossa uunin lämpötila nostetaan vaiheittain yli 80 asteen lämpötilaan. Tällöin käytetään myös delta-t-keittoa, joka säätelee uunin lämpötilaa tuotteen sisälämpötilan erotuksen kanssa. Yleisesti delta-t-keiton erotus on 20-25 astetta. Keitossa kosteus nostetaan melkein 100%:iin. Tuotteen loppulämpötila tulee olla yli 72°C ruokamyrkytys bakteerin kasvun estämiseksi.⁶

Kypsennyksen jälkeen häkit siirretään suoraan jäähdytystunneleihin. Näissä tunneleissa jäähditys tapahtuu ilmavirran avulla. Tämä ei kuitenkaan ole yhtä tehokasta, kuin veden avulla jäähditys. Vesikäsitteily voi vaikuttaa savustettavan tuotteen laatuun heikentävästi. Se myös heikentää tuotteen

säilyvyyttä jatkossa. Tuotteet jäähdytetään mahdollisimman nopeasti alle viiden asteen, mikä mahdollistaa parhaimman säilyvyyden tuotteelle.⁶

2.5 Viipalointi ja pakkaus

Kypsytetty ja jäähdytetty tuote siirretään pakkaamoon. Pakkaamossa tuotteet siivutetaan halutun paksuiksi siivuiksi. Siivutetut kinkut pakataan suojakaasu- tai vakuumpakkauksiin.

3 LIHAN RAKENNE JA KOOSTUMUS

Täyslihavalmisteen saantoa tutkiessa on tärkeää ymmärtää lihan rakenne ja sen koostumus. Rakenteen ja koostumuksen avulla saadaan käsitys lihan käyttäytymisestä valmistusprosessissa.

Teurasruho sisältää erilaisia kudoksia, jotka voidaan jaotella kolmeen eri kudoslajiin; lihas-, side- ja rasvakudos.⁵

3.1 Lihaskudos

Lihaksistolla on kaksi tärkeää tehtävää, liikkeen aikaansaaminen sekä tuki- ja kiinnitysjärjestelmän luominen. Kaikki lihakset suorittavat samaa edellä mainittua tehtävää, joten ne ovat perusrakeenteeltaan samanlaisia. Kuitenkin lihaskudokset voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään, poikkijuovainen lihas, sileä lihas ja sydänlihas. Täyslihavalmisteeissa käytetään lihasta, joka koostuu poikkijuovaisesta lihaksesta.⁵

Lihaskudoksen perusyksikkö on lihassolu, jota kutsutaan lihassyiksi. Lihassy muodostaa lihassykimppuja, jotka muodostavat lihaksen.⁵ Lihassy on pitkä ja ohut. Se voi olla millimetreistä aina 34 cm:iin asti pitkä, mutta levydeltään vain 10-100 µm. Lihassyyn koko riippuu monesta eri asiasta, kuten eläinlajista, rodusta, iästä, sukupuolesta sekä ravitsemuksesta ja rasituksesta.⁸

3.1.1 Myofibrilli

Lihassy sisältää monia myofibrillejä. Nämä ovat lihaksen supistuvia yksiköitä, jotka vievät 80 % lihassyyn tilavuudesta. Myofibrillit ovat myös pitkiä ja ohuita. Pituudeltaan ne muodostavat koko lihassyyn pituuden. Halkaisijaltaan myofibrillit ovat 1-2 µm:ä.⁹ Myofibrilli koostuu filamentteista, jotka ovat osittain sisäkkäin olevia proteiiniyhdistelmiä. Myofibrillissä olevat proteiinit ovat

myosiinifilamentti ja aktiinifilamentti. Myosiini ja aktiini ovat sijoittuneet myofibrillissä sarkomeereihin.

3.1.2 Sarkomeeri

Sarkomeeri on vyöhyke, jonka Z-linjat erottavat toisistaan. Sarkomeeri on noin 2,5 μm pitkä. Mikroskoopilla lihasta kuvattaessa näkyy tumma alue, jota kutsutaan A-juovaksi. A-juovan puolella välissä kulkee M-linja, joka jakaa sarkomeerin puoliksi.⁸ A-juovan osa on sama pituudeltaan kuin myosiinifilamenttien pituus. Mikroskooppikuvassa näkyvää vaaleaa osaa kutsutaan I-juovaksi ja se sisältää osan aktiinifilamentista ja ”vapaasta tilasta”. I-juovan alueeseen kuuluu Z-linjan molemmilla puolilla osia. Sarkomeerin puolella välissä on H-juova, jossa ei ole yhtään aktiinifilamenttia. Filamenttien määrä on jakaantunut niin, että jokaista myosiinifilamenttia ympäröi kuusi aktiinifilamenttia.⁷

Sarkomeeri on lihaksen supistuva osa. Supistuessa Sarkomeerin Z-linjat lähentyvät toisiinsa. Filamentit ja A-juova pysyvät aina saman pituisina, mutta I-juova liikkuu supistuksen vaikutuksesta. Tällöin aktiinifilamentit siirtyvät lomittain myosiinifilamenttien kanssa. I-juova pienenee, jolloin myös ”vapaa tila” pienenee.⁸ Tämä vaikuttaa lihaksen vedensidontakykyyn, josta kerrotaan kappaleessa neljä tarkemmin.

3.1.3 Myosiinifilamentti

Myosiinifilamentti on lihaksen paksumpi proteiiniyhdistelmä. Sen pituus on noin 1,6 μm pitkä ja se koostuu noin 300 myosiinimolekyylistä.⁸ Jokainen myosiinimolekyyli koostuu kahdesta osasta; pitkästä meromyosiinihännästä ja paksummasta meromyosiini-pääosasta. Ohuempaa meromyosiinihäntää kutsutaan kevyeksi meromyosiiniksi (light meromyosin, LMM). Kevyt meromyosiini koostuu kahdesta α -helixproteiiniketjusta, jotka kiertävät toisiaan. Paksummasta meromyosiinistä (Heavy meromyosin, HMM) voidaan erottaa

vielä kaksi eri osaa, ”pää” meromyosiini (HMMS-1) ja ”kaulus” meromyosiini (HMMS-2). Myosiinimolekyylin raskas osa on työntynyt hieman ulospäin, jolloin HMMS-1 -pää on kosketuksessa aktiinifilamentin kanssa.⁷

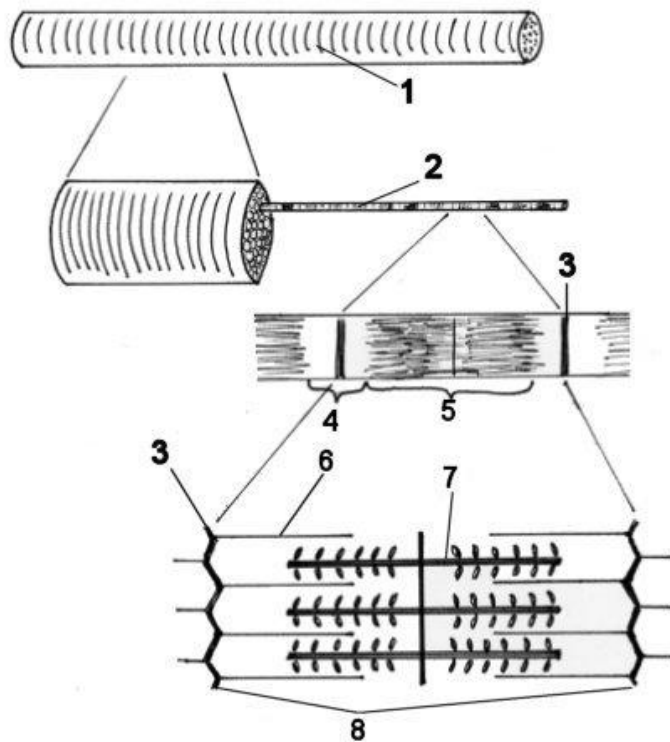
3.1.4 Aktiinifilamentti

Aktiinifilamenttien pääkomponentit ovat G-aktiini -molekyylit. G-aktiini-monomeeri on pallomainen ja se polymerisoituu kierukkamaiseen muotoon, jota kutsutaan F-aktiiniksi. Aktiinifilamentti on koko pituudeltaan 1,1 µm pitkä ja halkaisijaltaan 3 nm.⁸

Aktiinia kiertää koko matkalta kaksi tropomyosiiniketjua. Tropomyosiiniketjussa on vielä kiinnittynyt troponimolekyylit, josta voidaan erottaa kolme eri osaa; T, C ja I.⁷

Troponimolekyylit ovat suuressa osassa lihassupistuksessa. Lihaksen saadessa hermoimpulssin, Ca^{2+} -ioneita vapautuu sarkoplasmaattisesta kalvoverkosta. Ca^{2+} -ionit kiinnittyvät troponiin ja näin syntyy aktiivinen kohta. Tämä kohta reagoi myosiinissa olevan ATP-molekyylin avulla ja sitoo myosiinin HMMS-1 -pään kiinni aktiiniin. HMMS-1 alkaa taipua, jolloin aktiinifilamentit liikkuvat kohti sarkomeerin keskustaa. Näin sarkomeerin pituus supistuu. Supistuksen palauttamiseen tarvitaan fosfaattia, joka katkaisee myosiinin ja aktiinin välisen sidoksen.⁸

Kuvassa 2 on esitetty lihassolun rakenne. Lihassolu (1.), joka muodostuu monesta myofilamentista (2.) Myofilamentti koostuu sarkomeereista (8.) ja sarkomeeri taas myosiinifilamentista (7.) ja aktiinifilamentista (6.). Sarkomeeri on kahden Z-linjan (3.) välinen alue. I-juova (4.) on vaalea alue, jonka Z-linja halkaisee. A-juova (5.) on sarkomeerin tumma alue.



Kuva 2. Lihassolun rakenne.⁹

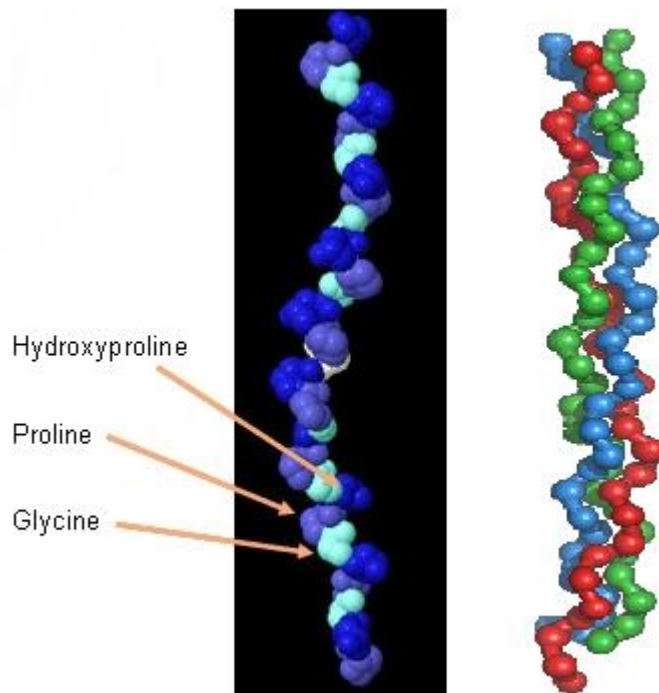
3.2 Sidekudos

Sidekudosta on kaikissa lihaksissa ja sen päätehtävänä on pitää lihaksen rakenne kasassa. Lihaksessa on aluksi epimysium, joka pitää koko lihasta kasassa. Lihassykimpun ympärillä on perimysium ja lihassytä pitää kasassa endomysium. Sidekudosten pääaineena on kollageeniproteiini ja toinen tärkeä proteiini on elastiini. Sidekudos on tärkeässä roolissa, kun käsitellään lihaa ruoan raaka-aineena. Sidekudos vaikuttaa lihan mureuteen. Mitä enemmän lihassa on sidekudosta, sen sitkeämpää liha on.⁵

3.2.1 Kollageeni

Kollageeni on erittäin yleinen proteiini nisäkkäissä. Jopa kolmannes nisäkkäiden proteiinista on kollageeniä. Kollageenilla on havaittu monia eri koostumuksia, mutta perusrakenteeltaan ne ovat samantapaisia.⁷ Kollageeni muodostuu

kolmesta molekyylillä α -ketjusta, jotka muodostavat pitkiä kolmoisheliksejä. Näitä kutsutaan tropokollageeneiksi. Tropokollageenien välillä on heliksemättömiä alueita joissa esiintyy glysiini, X ja Y -jaksoja. X ja Y -jaksot ovat yleensä proliini ja hydroksipoliini. Nämä jaksot vaihtelevat kollageenien välillä, mikä vaikuttaa kollageenin ominaisuuksiin.⁸ Kollageenityypit 1 ja 3 muodostavat epimysium ja perimysium kudokset, kun taas 4 tyyppin kollageeni muodostaa endomysium kudoksen.⁷ Kuvassa 3 on vasemmalla kuvattuna yksi kollageenin molekyylin α -ketju ja oikealla puolella kolme α -ketjua kiertyneenä.



Kuva 3. Kollageenin rakenne.¹⁰

3.2.2 Elastini

Elastiniinia on vähemmän sidekudoksessa kuin kollageenia. Sitä esiintyy eniten perimysiumissa, jossa se vaikuttaa rakenteeseen. Elastiniinilla on samanlainen aminohapporakenne kuin kollageenilla, mutta se on joustavampaa.⁷

3.3 Lihan kemiallinen koostumus

Lihan kemialliseen koostumukseen vaikuttaa eläimen ikä, eläinlaji, rotu, lihakkuus ja mistä ruhon osasta on kyse. Tärkein aine on vesi, jota on lihassa $\frac{3}{4}$ koko koostumuksesta. Muut aineet ovat esitetty taulukossa 1. Muihin aineryhmiin, lukuunottamatta vettä, kuuluu monia kemiallisia yhdisteitä. Proteiini on lihaksen toiseksi suurin aineryhmä. Tähän kuuluu edellä mainitut rakenneproteiinit.

Taulukko 1. Lihan kemiallinen koostumus.⁵

Vettä	75 %
Proteiinia	18 %
Muita typpipitoisia aineita	2 %
Rasvaa	3 %
Hiiilihyaatteja	1 %
Kivennäisaineita	1 %

4 VEDENSIDONTA

Lihan vedensidontakyvyllä on tärkeä rooli lihateollisuudessa. Se vaikuttaa suuresti lihan makuun ja mehukkuuteen. Jos vedensidonta on huono, irtoava vesi vaikuttaa lihaan heikentävästi. Valmistuksesta tulee kuiva ja mauton.

Toinen suuri vaikutus vedensidonnalla on yrityksen talouteen. Yleisesti lihavalmistajat hinnoittavat painon mukaan. Heikon vedensidonnalla syntyy tuotteissa painotappioita, jonka seurauksena yrityksen myyntitulot pienenevät. Myöskin asiakaskunta haluaa korkealaatuisia tuotteita.⁵

4.1 Veden sijoittuminen lihassa

Vesi on sijoittunut lihaan kolmella eri tavalla. Nämä kolme tapaa ovat sitoutunut vesi, immobilisoitunut vesi ja vapaa vesi. Näistä jokaisella on erilainen vaikutus vedensidontaan.¹¹

Vesi on dipolaarinen molekyyli ja sen takia se on hyvin tiukasti sitoutunut proteiineihin. Sitoutunutta vettä on koko lihaksen vedestä noin 10 %, mutta siitä noin 5 % on sitoutunut erittäin tiukasti aktiinin ja myosiinin sähköisten kemiallisten voimien ansiosta.⁵ Veden määrä lihaksessa on hyvin verrannollinen proteiinien määrään. Koska vesi on sitoutunut tiukasti proteiiniin, se myös pysyy lihaksessa hyvin. Tuotannon aikana ei näin synny painotappiota sitoutuneen veden johdosta.¹¹

Toinen veden muoto lihaksessa on immobilisoitunut vesi. Se on sitoutunut lihaksen rakenteisiin vapaassa tilassa. Näin ollen se ei ole tiukasti kiinni proteiineissa. Suuriin osa lihaksen vedestä on immobilisoitunutta vettä ja se sijaitsee proteiinien välissä.¹² Immobilisoituneen veden määrä on erittäin riippuvainen myosiini- ja aktiiniproteiinien välimatkasta. Tähän veteen voidaan vaikuttaa suuresti pH:n avulla ja erilaisilla lisäaineilla, joita käydään läpi tulevissa kohdissa. Immobilisoitunut vesi on herkempi kuin sitoutunut vesi poistumaan lihasta tai muuttumaan vapaaksi vedeksi. Mitä enemmän on

immobilisoitunutta vettä, sen parempi on vedensidontakyky. Prosessissa tämä on huomioitava suurempien painotappioiden välttämiseksi.¹¹

Kolmas veden muoto lihassa on vapaa vesi. Nimensä mukaisesti vesi on melkein vapaassa tilassa. Se sijaitsee I-juovan tyhjässä tilassa. Vain heikojen voimien ansiosta se pysyy lihaksessa. Lihan rakenteen hajotessa vapaa vesi poistuu lihasta. Vapaa vesi voi myös lihaksen rakenteen muuttuessa siirtyä immobilisoituneeksi vedeksi.¹¹

4.2 Vedensidontaan vaikuttavat tekijät

Lihan vedensidontaan vaikuttaa moni eri asia. Vedensidonnalla on tärkeä osa yrityksen talouteen, joten on hyvä tietää mitkä tekijät vaikuttavat vedensidontaan. Näin säästytään suuremmilta tappioilta. Käytettävä liha olisi parasta käyttää silloin, kun vedensidontakyky on korkeimmillaan.

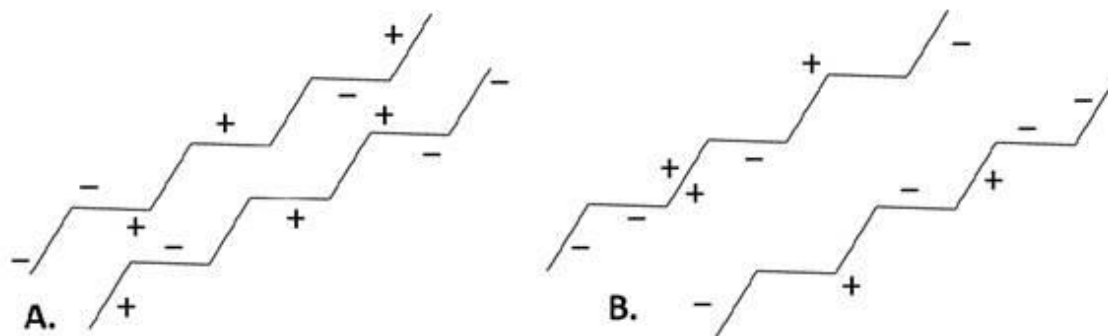
Teuraslämpimän lihan vedensidontakyky on erittäin hyvä, mutta yrityksessä jossa ei ole omaa teurastamoaa on sen hankkiminen vaikeaa. Muita keinoja jotka vaikuttavat lihan parempaan vedensidontaan on pH-arvon muutos, suolan käyttö ja stabilointiaineiden käyttö.⁶

4.2.1 pH-arvon vaikutus

Yksi merkittävimmistä tekijöistä lihan vedensidontaan on pH-arvo. pH-arvon muutoksilla vaikutetaan lihaksen proteiinien nettovaraukseen. Huonoimmillaan lihan vedensidontakyky on pH-arvossa 5,1. Tällöin aktiini- ja myosiinifilamenttien nettovaraus on nolla. Nettovarauksen ollessa nolla filamenttien välinen etäisyys on pienimmillään, koska ne vetävät toisiaan puoleensa. Tätä pistettä kutsutaan myosiinin isoelektroniseksi pisteeksi.¹²

pH-arvon lasku tai nousu isoelektronisen pisteen ohi, parantaa vedensidontakykyä. Proteiinien nettovaraus kasvaa, jolloin ne etääntyvät toisistaan. Näin vettä pääsee enemmän sitoutumaan proteiinien väliin.

Kuvassa 4 on selvennetty proteiinien välistä sidosta pH-arvon vaikutuksesta. Kohdassa A on kyseessä isoelektroninen piste, jolloin nettovaraukset ovat samat ja proteiinit ovat lähellä toisiaan. Kohdassa B taas pH-arvo on korkeampi joten nettovaraus on kasvanut ja proteiinit työntyvät kauemmaksi toisistaan.⁹



Kuva 4. Proteiinien nettovaraukset.⁹

4.2.2 Suolan vaikutus

Suola vaikuttaa täyslihavalmisteessa tuotteen makuun, säilyvyyteen ja vedensidontakykyyn. Vedensidontan kannalta suolalla on useita vaikutuksia. Yleisesti täyslihavalmisteisiin käytetään natriumkloridia (NaCl). Natriumkloridi muodostuu Na^+ ja Cl^- -ioneista. Suolapitoisuudella on vaikutus vedensidontakykyyn. Parhaimmillaan se on kun suolapitoisuus on 4-5 %. Yli viiden prosentin suolapitoisuudessa vedensidontakyky heikkenee. Liiallinen suolan määrä vähentää osmoottista painetta ja näin ollen vedensidontakykyä.⁵

Yksi suolan vaikutuksista on proteiinien nettovarauksen muutos. Kloridi-ionit tarttuvat natriumioneita voimakkaammin proteiineihin, jolloin niiden varaus kasvaa. Näin ollen proteiinien välinen etäisyys kasvaa. Natriumionit taas muodostavat ionipilven proteiinien ympärille, mikä vaikuttaa osmoottiseen paineeseen. Osmoottisen paineen johdosta proteiinien väli kasvaa.¹²

Suolalla on myös vaikutus myosiinin ja aktiinin väliseen sidokseen. Kloridi-ionit vaikuttavat myofilamentteihin hajottamalla poikittaissidoksia. Tämä löysentää aktiinin ja myosiinin välistä sidosta, jolloin lihas pääsee turpoamaan.¹³

4.2.3 Fosfaatin vaikutus

Fosfaatti on stabilointiaine, jota käytetään lihalvalmisteissa parantamaan tuotteen rakennetta ja vedensidontakykyä. Fosfaattia voidaan käyttää yksistään, mutta suolan kanssa siitä saadaan parempi vaikutus. Fosfaatin käyttö myös vähentää suolan tarvetta, koska se tehostaa vedensidontaa.⁷ Yleisesti käytetään pyrofosforihapon suoloja (difosfaatti) ja trifosforihapon suoloja (trifosfaatti).⁸

Vedensidonnan kannalta fosfaatin ja suolan vaikutus on merkittävää. Suolan löysentäessä myosiinifilamenttia pääsee fosfaatti katkaisemaan aktiinin ja myosiinin välisen sidoksen. Nämä sidokset estävät filamentteja työntymästä kauemmaksi toisistaan.

5 KRIITTISET PISTEET

Kriittisillä pisteillä tarkoitetaan tuotannon prosessia, jossa voidaan vaikuttaa saantoon negatiivisesti tai positiivisesti. Näiden pisteiden tiedostaminen on erittäin tärkeää, kun halutaan optimoida saannon tehokkuus.

5.1 Suolaus

Suolauksessa tärkeintä on varmistaa mahdollisimman hyvä vedensidonta lihaan. Suolalaukassa on oltava kaikki aineet punnittuina tarkasti, jotta sen vaikutus oli parhaimmillaan. Kun käytetään monineularuiskua, on sen säädöt oltava kohdillaan. Näin suolauksessa voidaan säädellä lihaan imeytyvän veden määrää.

Suolauksessa katsotaan myös paljonko käytetään pakastettua lihaa. Tämä vaikuttaa lihan kykyyn sitoa vettä. Suolauksessa on myös huomioitava lihan laatu ja eri osien vaikutus. Lihan pidempi varastointi teurastuksen jälkeen vaikuttaa vedensidontaan heikentävästi. Tuore liha pitää paremmin vettä lihan sisällä.⁸

5.2 Kypsytytys

Kypsytystyksessä tärkeintä on uunien ohjelmointi ja toimivuus. Uunin on toimittava tasaisesti koko tilassa. Näin saadaan varmistettua tasainen kypsyys tuotteessa.

Uunin lämpötilalla on myös suuri vaikutus. Keiton aikana on delta-t-keiton eroituksen toimittava. Liian suuri lämpötilaero tuotteen ja uunin välillä voi rikkoa lihan rakennetta. Lihan rakenteen muutoksen vuoksi vedensidontakyky heikkenee ja syntyy painotappiota.⁷

5.3 Jäähdytys

Jäähdytyksellä on tärkeää saada tuote nopeasti jäähtymään alle viiden asteen. Tällä on tärkeä rooli mikrobiologisen säilyvyyden kannalta, mutta myös vaikutus hävikkiin. Liian hitaalla jäähdytyksellä tuotteesta haihtuu nestettä enemmän. Jos tuote seisoo pitkään varastossa, haihtuu siitä enemmän nestettä pois. Näin ollen tuote olisi parasta siivuttaa mahdollisimman nopeasti.⁹

6 TYÖN ALOITUS

Yrityksellä ei ollut aiemmin säännöllistä järjestelmää painohävikkien kirjaamiseen. Painohävikin seuranta oli suoritettu muutaman kerran satunnaisotoksilla. Parista eri tuotteesta oli otettu punnituksia ennen uuniin menoa ja sen jälkeen. Tulokset oli kirjattu excel-tiedostoon, josta näki saadun hävikin. Tämä excel-ohjelma ei pystynyt käsittelemään jatkuvan tuotannon hävikkien laskentaa. Työni tarkoitus oli kehitellä käytännöllinen ratkaisu hävikkien laskemiseen jatkuvassa tuotannossa.

Jatkuva hävikin seuraaminen on tärkeää, jotta huomataan prosessien vaikutus tuotteessa tapahtuvaan hävikkiin. Tämän ohjelman avulla pystyy helposti laskemaan kokonaistuotanto. Näin pystytään helposti laskemaan taloudellinen voitto.

6.1 Lähtökohta

Lähtökohtana oli aluksi miettiä, kuinka luodaan mahdollisimman helppokäyttöinen ja toimiva järjestelmä. Alussa suunniteltiin vaakojen paikka, jottei punnituksissa tulisi liikaa ylimääräisiä liikkeitä. Tuotannon vaaka sijoitettiin aivan uunien läheisyyteen, jolloin raskasta häkkiä ei tarvitse liikuttaa pidempää matkaa. Pakkaamon vaaka sijoitettiin läpiajettavaksi kulkureitille. Näin häkki on helppo siirtää vaa'alle ja pois. Molemmille punnituspisteille tehtiin kansio punnitustuloksien kirjaamista varten.

Jokainen häkki painaa eri verran, joten häkkien taaraukseen piti keksiä ratkaisu. Häkkien punnitsiminen ennen täyttöä ja vaa'an taaraus olisi viennyt liikaa aikaa ja virheitä olisi tullut helposti. Näin ollen jokainen häkki numeroitiin ja punnittiin. Häkkien painot kopioitiin excel-järjestelmään.

6.2 Työntekijän vastuu

Tuotannon työntekijät vastaavat tuotteiden eränumeroiden oikeasta kirjaustavasta. Tämä tapa kerrotaan kohdassa 7.1. Tämä on tärkeä kohta koko hävikkijärjestelmän kannalta. Tuotannon työntekijät punnitsevat valmiin häkin ennen uuniin menoa ja kirjaavat tulokset kansioon. Päivän päätteeksi kansion tiedot kopioidaan excel-tiedostoon.

Pakkaamon työntekijät vastaavat pakkaamoon tuotavien tuotteiden punnituksesta. He kirjaavat punnitustulokset kansioon ja päivän päätteeksi tiedot kopioidaan excel-tiedostoon.

7 EXCEL-JÄRJESTELMÄ

Excelin avulla tehtiin yksi tiedosto, johon kerätään kaikki mahdollinen tieto. Excel-tiedostossa on viisi eri välilehteä: hävikki, uunipunnitus, pakkaamopunnitus, suolaamo ja häkkien taarat. Hävikissä on kerätty kaikki tieto muilta välilehdiltä. Tiedostoon siirretään myös tietoja kahdelta eri koneelta. Nämä tiedot siirtyvät suoraan järjestelmään, joka laskee hävikin. Oikeat tuotteet ja arvot excel tunnistaa eränumeron avulla. Eränumero on koodattu jokaiselle tuotteelle ja häkille.

7.1 Häkkien numerointi

Jokainen häkki on numeroitava omalla eränumerolla, jotta excel tunnistaisi, mistä tuotteesta on kyse. Tämä on tärkein kohta järjestelmässä, koska muuten hävikin seurannassa painot eivät ole kohdillaan ja arvot vääristyvät.

Eränumeron alkuosa tehdään suolaamossa. Silloin alkuun kirjoitetaan päivämäärä, jolloin tuote suolataan. Kauttaviivan jälkeen lisätään numero, joka kertoo järjestysnumeron, koska liha on suolattu. Näin saadaan eroteltua eri massat, jotka ovat tehty samana päivänä.

Eränumero siirtyy ruiskulle, jossa työntekijät kirjaavat jokaiselle valmiille häkille tämän edellä mainitun koodin lisäksi kirjaimen. Kirjain on eri jokaiselle häkille. Kun tuotetta 1 ruiskutetaan, on ensimmäiselle häkille kirjain A, seuraavalle B ja niin edelleen. Tuotteen vaihtuessa voidaan aloittaa taas A kirjaimesta.

Samasta massasta tehdään vielä eri tuotteita, joten nämä on myös eroteltava eränumerossa. Kun kansioon on kirjattu tuotteen nimi ja eränumero suolauksesta sekä kirjain, siirretään ne excel-tiedostoon. Tässä vaiheessa eränumeron perään kirjataan tuotteesta kaksi kirjainta, jotta ohjelma tunnistaa tarkalleen oikean tuotteen. Esimerkki eränumerosta näkyy kuvassa 4.

7.2 Hävikki

Kuten alussa mainittiin, tähän kohtaan kerätään kaikki tieto muilta välilehdiltä. Kuvassa 5. on kuvakaappaus hävikin seuranta -tiedostosta. Sarakkeet A, B, C, D, G, H ja K kopioidaan suoraan uunipunnitukset-välilehdestä. Hävikin seurannan rivien järjestys on sama kuin uunipunnituksessa. Tärkein kohde tässä on sarake C, eränumero. Tämän avulla excel tunnistaa, mikä tuote on kyseessä. Sarake E, valmispaino, siirretään pakkaamon punnitus-välilehdestä. Excel hakee Phaku-funktiota käyttäen valmispainon, kun pakkaamo on punninnut kyseisen tuotteen. Excel tunnistaa oikean tuotteen eränumeron avulla.

Hävikin excel laskee suoraan hävikin $((\text{alkupaino}-\text{valmispaino})/\text{alkupaino})$ kaavalla. Hävikki-sarake on keskellä ja värjätty, jotta se kiinnittää hyvin huomiota. Varastointi-sarakkeessa on laskettu, kuinka monta päivää kypsytetty tuote on välivarastoinissa ennen siivuttamista. Tiedostosta näkee myös mitä lihaa on käytetty kyseisessä tuotteessa. Tämä auttaa myös tuotteiden jäljitettävyydessä.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2											
3	Hävikin seuranta										
4											
5											
6	pvm.	Tuote	eränumero	alkupaino	valmispaino	hävikki %	uuni	tunneli	Varastointi	käytetty liha	Häkki
25	18.8.2012	Tuote 1	1808/1Apk	339,5	289,5	14,7	1	1	1	1111/1	1
26	19.8.2012	Tuote 2	1908/2Bpk	361,5	311,5	13,8	3	2	2	2222/2	2
27	19.8.2012	Tuote 3	1908/3Apk	342,5	292,5	14,6	4	4	1	3333/3	3

Kuva 5. Kuvakaappaus hävikki-välilehdestä.

7.3 Uuni- ja pakkaamopunnitus

Uunipunnituksessa on merkittynä työntekijöiden punnitukset ennen tuotteen menoa uuniin. Kansioon merkityt arvot kopioidaan uunipunnitus-välilehteen (kuva 6). Tiedostoon kirjataan päivämäärä, tuotteen nimi, eränumero, paino ja häkki. Tämän jälkeen excel vähentää suoraan häkin painon, jolloin saadaan tarkka paino tuotteelle. Excel löytää häkin painon Phaku-funktiota käyttäen

häkkin taarat -välilehdestä. Tiedostoon kirjataan myös uunin numero ja jäädytystunneli, jolloin voidaan analysoida uunin ja tunnelin vaikutusta hävikkiin.

Uunipunnitusten yhteydessä voidaan myös laskea uunissa tapahtuva hävikki. Häkki punnitaan heti uunista tulon jälkeen ja kirjataan tiedostoon paino 2 kohtaan. Excel vähentää suoraan häkin painon ja laskee hävikin. Näin voidaan verrata onko uuneissa eroja hävikin osalta.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M
1	<u>Uunipunnitukset</u>										
2											
3	pvm	tuote	Eränum.	Paino	Häkki	alkupaino	uuni	tunneli	Paino2	Kypsä paino	Uuni hävikki
4	18.8.2012	Tuote 1	1808/1Apk	500	1	339,5	1	1	490	329,5	2,9
5	19.8.2012	Tuote 2	1908/2Bpk	500	2	361,5	3	2	490	351,5	2,8
6	19.8.2012	Tuote 3	1908/3Apk	500	3	342,5	4	4	490	332,5	2,9

Kuva 6. Kuvakaappaus uunipunnitus-välilehdestä.

Siivutukseen otettava tuote punnitaan vaa´alla ennen siivutusta. Vaa´an vierellä on kansio, johon työntekijät kirjaavat seuraavat asiat: päivämäärän, tuotteen, eränumeron ja painon. Tiedot kopioidaan excel tiedostoon pakkaamon punnitukset -välilehteen (kuva 7). Excel hakee eränumeron avulla häkin numeron ja vähentää suoraan häkin painon pois punnituksesta. Näin saadaan punnittua tarkalleen kuinka paljon tuotetta menee siivutukseen. Päivämäärien avulla saadaan käsitys kauanko tuotteet ovat välivarastossa ja miten se vaikuttaa hävikkiin. Tästä valmis paino kohdan arvot siirtyvät suoraan hävikin seuranta taulukkoon oikean tuotteen kohdalle.

	A	B	C	D	E	F
1	<u>Pakkaamon punnitukset</u>					
2						
3	pvm	tuote	eränum.	paino	valmis paino	häkki
4	19.8.2012	Tuote 1	1808/1Apk	450	289,5	1
5	21.8.2012	Tuote 2	1908/2Bpk	450	311,5	2
6	20.8.2012	Tuote 3	1908/3Apk	450	292,5	3

Kuva 7. Kuvakaappaus pakkaamon punnitukset-välilehdestä.

7.4 Suolaamon tiedot ja häkkien taaraus

Excel-tiedostosta löytyy myös tiedot suolaamon koneelta. Nämä siirtyvät automaattisesti suolaamon excel-tiedostosta, johon työntekijät kirjaavat tärkeimmät tiedot. Tämän avulla voidaan helposti tutkia, mitä lihaa tuotteeseen on käytetty ja mikä sen suolausprosentti on. Suolaamon tiedoista nähdään myös paljonko sulatettua lihaa on käytetty ja mikä sen vaikutus on sitten tuotteen paino hävikkiin.

Häkkien taaraus suoritettiin aluksi punnitsemalla kaikki tyhjät häkit. Häkit numeroitiin numerolaatoilla, jolloin tiedetään mistä häkistä on kyse. Punnitustulokset kirjattiin excel tiedostoon, josta funktioiden avulla saadaan vähennettyä häkin paino punnitustuloksista

8 TYÖN TULOKSET

Työssä analysoitiin kuukauden aikana saatuja punnitustuloksia. Kaikki tulokset perustuvat excel-tiedostossa oleviin tietoihin. Näiden perusteella tutkittiin, mitkä asiat vaikuttavat hävikkien eroavaisuuksiin. Tuloksissa otettiin huomioon kahden uunin, jäähdytystunneleiden sekä ulkomaisen ja kotimaisen lihan vaikutukset hävikkiin.

8.1 Uunin vaikutus

Yrityksellä on kaksi uunia, joissa kypsytetään savustettavat tuotteet. Uunit ovat eri valmistajien, mutta niissä ajo-ohjelmat ovat samanlaisia. Uuneihin laitetaan lämpötila-anturit ensimmäisen häkin keskimmäiseen tuotteeseen. Taulukossa 2 on esitetty kahden tuotteen hävikin keskiarvot molemmista uuneista. Hävikit ovat keskiarvoja tuotteiden hävikistä excel-tilukosta.

Taulukko 2. Hävikin vertailu uunien kesken.

Tuote	Uuni 1.	Uuni 2.
1	9,53 %	10,80 %
2	9,16 %	10,10 %

Taulukosta 2 nähdään selvästi ero kahden uunin välillä. Uunin 1 keskiarvot ovat alle 10 %:ia, kun taas uunin 2 arvot ovat yli 10 %:ia. Tuotteesta riippuen uuni 2 tuottaa tuotteelle ainakin yli yhden prosenttiyksikön verran enemmän hävikkiä kuin toinen uuni.

Yksi ratkaisu selvisi tähän kalibroimalla uunien lämpötila-anturit. Uunin 2 anturi antoi epätarkempia arvoja kuin uunin 1 anturi. Tuotteen loppulämpötila pääsee kohoamaan liian korkealle, jolloin syntyy enemmän painohävikkiä.

8.2 Lihan vaikutus hävikkiin

Lihan laadulla on suuri vaikutus hävikkiin. Taulukossa 3 on analysoitu ruhon osan vaikutusta. Tuote 1 on valmistettu sian sisäpaistista ja tuote 2 sian paahtopaistista.

Taulukko 3. Lihan vaikutus hävikkiin.

Tuote	Tuote 1
1	11,00 %
2	12,54 %

Kuten taulukosta 3 voidaan huomata, raaka-aineella on suuri vaikutus hävikkiin. Sisäpaistista valmistetun tuotteen hävikki on jopa 1,5 prosenttiyksikköä pienempi kuin paahtopaistista valmistetun tuotteen. Sisäpaisti sitoo suolalaukan paremmin lihaan, jolloin se ei pääse valumaan lihasta prosessin aikana.

8.3 Jäähdytystunnelin vaikutus

Jäähdytystunnelin avulla tuote jäähdytetään mahdollisimman nopeasti alle viiden celsius asteen. Yrityksellä on käytössä kaksi erilaista jäähdytystunnelia. Jäähdytystunneleita on yhteensä kahdeksan. Tunnelit ovat numeroitu 1-4 ja 5-8. Taulukossa 4 on otettu keskiarvo molempien tunnelien vaikutuksesta hävikkiin.

Taulukko 4. Jäähdytystunnelin vaikutus hävikkiin.

Tunneli	Hävikin keskiarvo
1-4	8,90 %
5-8	9,51 %

Taulukosta 4 ilmoitettujen keskiarvojen perusteella huomataan, että jäähdytystunnelien vaikutus on pienempi kuin kohtien 8.1 ja 8.2 saadut tulokset. 0,6 prosenttiyksikön on kuitenkin merkittävä, kun on kyse suuresta tuotannosta.

9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Punnitusjärjestelmän kehittäminen onnistui hyvin yrityksessä. Excel-järjestelmästä tuli helposti ymmärrettävä ja helppokäyttöinen. Siitä näkee nopeasti hävikin ja näin saadaan eri tuotteiden saanto. Järjestelmän avulla yritys saa vaivattomasti tietoon esimerkiksi päivittäisen saannon. Järjestelmän avulla myös tuotteiden jäljitettävyyks helpottuu, koska taulukosta voidaan etsiä tarkalleen tiettyä tuotetta. Näin saadaan nopeasti tieto tuotteen prosessin kulusta ja siihen käytettävästä lihasta.

Saannon optimointia ei työni aikana ehditty tarkasti tutkia. Työssä kuitenkin huomattiin kuinka suuri vaikutus esimerkiksi eri uunilla on tuotteen hävikkiin. Järjestelmän avulla yrityksellä on hyvät valmiudet jatkaa saannon optimoinnin kehitystä.

LÄHTEET

- ¹ Huhtahyvät kotisivut [online viitattu 2.10.2013]. Saatavilla www-muodossa: <http://www.huhtahyvat.fi/>
- ² EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 95/2/EY, saatavilla www-muodossa: http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit_flavor/flav11_fi.pdf
- ³ PTT-Ennuste Maa- ja Elintarviketalous [online viitattu 15.11.2013]. Saatavilla www-muodossa: <http://ptt.fi/wp-content/uploads/2013/10/ptt-ennusteME2013syksy.pdf>
- ⁴ Saarela, A-S., Hyvönen, P., Määttä, S., von Wright, A. (2010). Elintarvikeprosessit, 3. uudistettu painos, Savonia-ammattikorkeakoulu.
- ⁵ Ryytänen, T., Kaikkonen, P., Metsänvuori, K. (1992). Lihateollisuuden ammattioppi 2, 2. uusittu painos, Valtion painatuskeskus, Helsinki.
- ⁶ Leino, P., Kohtala, J., Kylmäläinen, S., Tarvainen, J., Henriksson, J. (2007). Liha-alan ammattioppi, Edita Prima Oy.
- ⁷ Lawrie, R.A., Ledward, D.A. (2006). Lawrie's meat science, seventh edition, Wood Head Publishing Limited, Cambridge England.
- ⁸ Varnam, A.H., Sutherland, J.P. (1995). Meat and Meat Products; Technology, chemistry and microbiology, Chapman & Hall, London, UK
- ⁹ Hunt, M.C., Honikel, K., Puolanne. (2011). Fundamentals of Water Holding Capacity (WHC) of Meat, [online viitattu 26.10.2013]. Saatavilla online-muodossa: http://qpc.adm.slu.se/6_Fundamentals_of_WHC/
- ¹⁰ Elizabeth, J.K., Interpro protein focus (2009). [online viitattu 4.12.2013]. Saatavilla online-muodossa: http://www.ebi.ac.uk/interpro/potm/2009_1/Protein_focus_2009_01-Collagen.html
- ¹¹ Huff-Lonergan, E., Lonergan, S.M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes, Meat Science 71: 194-204
- ¹² Puolanne, E., Ruusunen, M., Vainionpää, J. (2000). Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate, Meat Science (2001) 58:1-7
- ¹³ Puolanne, E., Halonen, M. (2010). Theoretical aspects of water-holding in meat, Meat Science (2010),doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.038

