

**KYPSIEN NAUTA- JA SIKAKUUTIOIDEN PAREMPI  
ASIAKAS- JA KULUTTAJAKOKEMUS**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, bio- ja elintarviketekniikka

Kevät, 2019

Susanna Hietikko

Bio- ja elintarviketekniikka  
Hämeenlinna

---

**Tekijä** Susanna Hietikko **Vuosi** 2019

**Työn nimi** Kypsien nauta- ja sikakuutioiden parempi asiakas- ja kuluttajakokemus

**Työn ohjaaja** Markus Yli-Hemminki

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli elintarvikealan yritys, joka halusi parantaa kypsien nauta- ja sikakuutioiden asiakas- ja kuluttajakokemusta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, vaikuttaako kypsennysajan pidentäminen ja kypsennyslämpötilan alentaminen tilastollisesti merkitsevästi naudan- ja sianlihatuotteiden mureuteen tai mehukkuuteen.

Tutkimuksessa oli mukana kaksi sianlihatuotetta ja kolme naudanlihatuotetta. Tarkoituksena oli myös tutkia, vaikuttaako kypsennysohjelman muuttaminen tuotteiden irtoavan nesteen määrään. Uusien keitto-ohjelmien laatimisessa täytyi ottaa huomioon tuoteturvallisuuden säilyminen. Opinnäytetyön kirjallisuusosiossa käsitellään lihan ominaisuuksia, lihan mureuteen ja mehukkuuteen vaikuttavia tekijöitä, sous vide -kypsennystä, tuoteturvallisuutta sekä aistinvaraista arviointia. Työn kokeellinen osuus koostui uusien keitto-ohjelmien suunnittelusta, koekeittojen järjestämisestä, F-arvojen laskemisesta, irtoavan nesteen määrän mittaamisesta, rakennemittauksista, aistinvaraisen arvioinnin järjestämisestä sekä tulosten tilastollisesta analysoinnista.

Kypsennyslämpötilan laskeminen 5 °C:lla ja kypsennysajan pidentäminen paransivat kahden naudanlihatuotteen mureutta ja mehukkuutta tilastollisesti merkitsevästi. Sianlihatuotteiden mureus tai mehukkuus ei parantunut tilastollisesti merkitsevästi samanlaisella kypsennysohjelman muuttamisella. Kypsennyslämpötilan laskeminen 5 °C:lla ja kypsennysajan pidentäminen vähensi tuotteiden irtoavan nesteen määrää. Uusien kypsennysohjelmien tuoteturvallisuus säilyi entisten ohjelmien kaltaisina. Uusien kypsennysohjelmien F-arvot olivat riittäviä ja säilyvyystutkimuksissa tutkittujen tuotteiden mikrobiologinen laatu todettiin hyväksi.

**Avainsanat** Liha, kypsennys, sous vide, aistinvarainen arviointi

**Sivut** 46 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering  
Hämeenlinna University Centre

---

**Author** Susanna Hietikko **Year** 2019

**Subject** Better Customer Satisfaction of Cooked Beef and Pork

**Supervisor** Markus Yli-Hemminki

---

ABSTRACT

The commissioner of the thesis was a food company, which wanted to improve the customer satisfaction of their cooked beef and pork products. The purpose of the thesis was to examine whether the tenderness and juiciness of beef and pork could be increased by lowering the cooking temperature and prolonging the cooking time.

The research included two pork products and three beef products. The aim was to examine if the changing of the cooking program affects the water holding capacity of the products. It was important that the product safety was ensured while cooking parameters were changed. Qualities of meat, factors affecting the tenderness and juiciness of meat, Sous Vide Cooking, product safety and sensory evaluation were discussed in the theoretical part of the thesis. The functional part of the thesis, on the other hand, consisted of designing the new cooking programs, organizing cooking sets, calculating F-values, measuring cooking losses and structures, organizing the sensory evaluation sessions and statistical analysis of the sensory results.

As a result of the study, the tenderness and juiciness of two cooked beef products were statistically significantly increased when the cooking temperature was lowered by 5 °C degrees and the cooking time was prolonged, but processing the pork meat in the same way did not have the same effect. However, the water holding capacity was increased within both pork and beef by the new cooking programs. The product safety remained unchanged. The F-values of the new cooking programs were adequate and the microbiological quality was good on the expiration date.

**Keywords** Beef, pork, Sous Vide Cooking, sensory evaluation

**Pages** 46 pages including appendices 5 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LIHAN OMINAISUUDET .....	2
2.1	Poikkijuovainen lihaskudos .....	3
2.2	Lihan kemiallinen koostumus.....	4
2.3	Teurastuksen jälkeiset tapahtumat.....	4
2.4	Lihan vedensidontakyky .....	6
2.4.1	Kypsennyksen vaikutus lihan vedensidontakykyyn.....	6
2.4.2	Vedensidontakyvyn parantaminen .....	7
2.5	Sian- ja naudanlihan koostumus .....	7
3	LIHAN MUREUS.....	8
3.1	Lihan mureuteen vaikuttavat tekijät.....	8
3.2	Lihan mureutusmenetelmät .....	9
3.2.1	Raakakypsytyt.....	9
3.2.2	Keinotekoiset menetelmät .....	10
3.2.3	Kypsennys .....	11
3.3	Mureuden tutkiminen .....	12
4	SOUS VIDE -KYPSENNYS.....	14
4.1	Mikrobiologinen tuoteturvallisuus.....	14
4.2	Riittävä lämpökäsittely.....	16
5	KOEKEITOT .....	18
6	MENETELMÄT .....	20
6.1	F-arvojen laskeminen .....	20
6.2	Irtoavan nesteen määrä .....	20
6.3	Aistinvarainen arviointi .....	21
6.3.1	Raadin koulutus .....	21
6.3.2	Aistinvaraiset arvioinnit.....	21
6.3.3	Aistinvaraisten arviointien tilastollinen analyysi.....	22
6.4	Rakennemittaukset .....	23
6.5	Säilyvyystutkimukset.....	24
7	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU .....	24
7.1	F-arvot .....	24
7.2	Irtoavan nesteen määrän mittaaminen .....	25
7.3	Aistinvarainen arviointi .....	27
7.4	Aistinvaraisten arviointien tilastollinen analyysi .....	29
7.5	Rakennemittaukset .....	32
7.6	Säilyvyyskokeiden tulokset.....	34
7.7	Kilpailijamaiston tulokset .....	34

8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	37
LÄHTEET .....	39

Liitteet

Liite 1	Aistinvaraisen arvioinnin lomake
Liite 2	Aistinvaraisten arviointien tulokset
Liite 3	Tilastollisen analyysiohjelman tulostäky

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa kypsien nauta- ja sikakuutioiden asiakas- ja kuluttajakokemusta. Tuotteita oli yhteensä viisi kappaletta, joista kaksi oli kypsiä sianlihakuutioita ja kolme kypsiä naudanlihakuutioita. Tuotteet olivat lihalajin lisäksi palakooltaan sekä side- ja rasvakudospitoisuudeltaan erilaisia. Tuotteet kypsennetään sous vide - eli tyhjiökypsenyksellä. Tuotteiden asiakkaita ovat pääasiassa suurkeittiöt ja valmisruokatehtaat. Tuotteet lämmitetään etikettien ohjeiden mukaisesti omassa vakuumpussissaan ja sisältö lisätään sellaisenaan esimerkiksi kastikkeisiin tai pataruokiin.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli elintarvikealan yritys. Opinnäytetyössä tutkittiin, saadaanko tuotteista mureampia ja mehukkaampia alentamalla tuotteiden keittolämpötilaa ja pidentämällä keittoaikaa. Mureus ja mehukkuus ovat tärkeitä lihan laatutekijöitä. Uusien keitto-ohjelmien täytyi olla tuotannollisesti mahdollisia toteuttaa, joten keittoaikojen pidentäminen liiallisuusiin ei ollut järkevää. Tarkoituksena olikin tutkia, saadaanko sellaisilla keittoajan ja -lämpötilan muutoksilla parannettua tuotteiden mureutta ja mehukkuutta niin, että se olisi vielä tuotannollisesti mahdollista toteuttaa. Mureuden ja mehukkuuden lisäksi tutkittiin, vaikuttaako uudet keitto-ohjelmat irtoavan nesteiden määrään eli lihan vedensidontakykyyn. Erilaisilla keitto-ohjelmilla kypsennettyjen tuotteiden mureutta ja mehukkuutta vertailtiin aistinvaraisessa arviointiraadissa. Mureutta tutkittiin myös rakennemittauslaitteella. Uusien keitto-ohjelmien mikrobiologinen tuoteturvallisuus varmistettiin koekeittojen loggeroinnilla, F-arvojen laskeamisella sekä mikrobiologisilla säilyvyystutkimuksilla.

Työn kirjallisuusosiossa on tutkittu muun muassa lihan ominaisuuksia, kuten vedensidontakykyä, lihan mureuteen vaikuttavia tekijöitä, sous vide -kypsennystä sekä tuoteturvallisuutta. Opinnäytetyössä haettiin selvitystä seuraaviin kysymyksiin: mitkä tekijät vaikuttavat sian- ja naudanlihan mureuteen, vaikuttaako keitto-ohjelman kypsennyslämpötilan alentaminen ja kypsennysajan pidentäminen sian- ja naudanlihan mureuteen ja mehukkuuteen, vaikuttaako uusi keitto-ohjelma tuotteiden mureuteen ja mehukkuuteen tilastollisesti merkitsevästi, miten uusien keitto-ohjelmien tuoteturvallisuus varmistetaan ja miten keitto-ohjelman muuttaminen vaikuttaa irtoavan nesteiden määrään.

## 2 LIHAN OMINAISUUDET

Teurasruho koostuu lihas-, side-, rasva- ja luukudoksesta. Kudoksien suhteellisiin osuuksiin ruhossa vaikuttaa eläinlaji, eläimen ikä, sukupuoli, rotu, ruokinta sekä se, mistä ruhonosasta on kyse. Lihaskudoksen tehtävä on liikkeen aikaansaaminen sekä tuki- ja kiinnitysjärjestelmän muodostaminen. (Leino, Kohtala, Kymäläinen, Tarvainen, & Henriksson, 2007, 24.) Lihaskudosta on kolmea eri päätyppiä. Poikkijuovainen lihaskudos on tahdonalaista ja niissä on lihassäikeiden eli myofibrillien säännöllisestä järjestäytymisestä johtuvia poikkijuovia. Sileässä lihaskudoksessa poikkijuovia ei ole. Sileää lihaskudosta esiintyy mm. verisuonten ja suoliston ympärillä. Sydänlihas on ominaisuuksiltaan poikkijuovaisen ja sileän lihaskudoksen välimuoto ja sitä esiintyy vain sydämessä. (Solunetti, 2006a.)

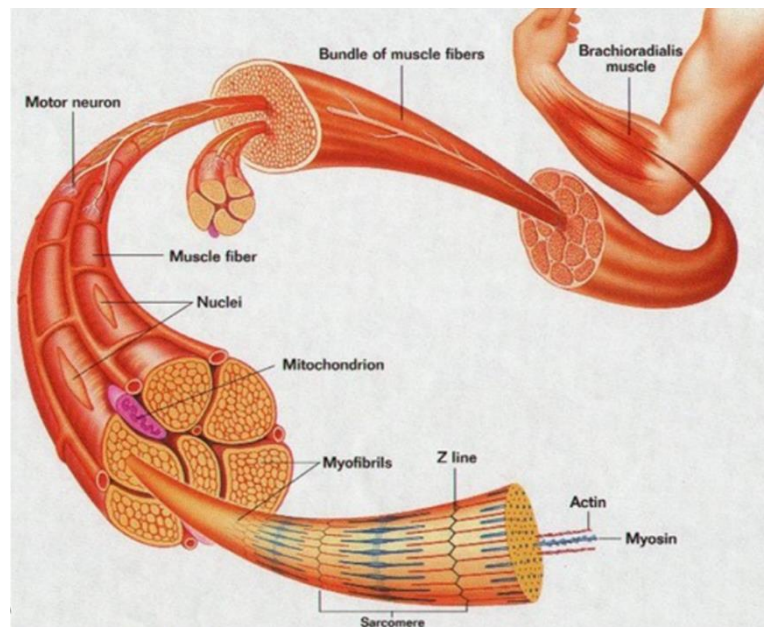
Sidekudosta on pieniä määriä kaikissa kudostyypeissä. Sidekudos yhdistää, sitoo, vahvistaa ja suojaa muita kudoksia. Lihassa on sidekudosta 0,5–30 prosenttia. Sidekudoksen määrään lihasessa vaikuttaa mm. eläinlaji, eläimen ikä sekä se, mikä ruhonosa on kyseessä. Lihaskudoksessa sidekudos on sijoittunut sidekudoskalvostona lihassyiden, lihassykimppujen sekä lihaksien ympärille. Lihassyyn ympärillä on endomysium-kalvo, lihassykimppua ympäröi perimysium-kalvo ja lihaksen ympärillä on epimysium-kalvo. Sidekudoksen tärkeimmät proteiinit ovat kollageeni ja elastiini. Kollageeni on taipuisaa ja kimmotonta ainetta. Kollageeni menettää kypsennyksessä sitkeytensä ja se muuttuu gelatiiniksi eli liivatteen. Elastiini on kimmoisaa ja verkkomaista ainetta, joka ei keittämälläkään liukene veteen. (Leino ym., 2007, 25–26.) Lihassyiden, lihassykimppujen sekä lihaksen ympärillä oleva sidekudos on pääasiassa kollageenia (Parkkinen & Rautavirta, 2013, 137).

Naudan ja lampaan rasvaa kutsutaan taliiksi, sian ihonalaista rasvaa silavaksi ja sian munuais- ja suolirasvaa ihraksi. Rasvapitoisuuden vaihtelu johtuu mm. eläinlajista, ruokinnasta ja eläimen iästä. (Leino ym., 2007, 26–27.) Kudosrasvaa eli rasvan kertymistä lihasten sisään kutsutaan marmoroitumiseksi (Parkkinen & Rautavirta, 2013, 137).

Luukudos toimii tukirankana, suojaa sisäelimiä, mahdollistaa liikkumiskyvyn ja toimii mineraalisuolojen varastona (Solunetti, 2006b). Naudan ruhoissa luupitoisuus on 10–30 prosenttia ja sian ruhoissa 10–40 prosenttia. Eläinruhon luupitoisuuteen vaikuttaa eläinlajin lisäksi mm. eläimen ikä. (Leino ym., 2007, 27.) Luukudoksen lisäksi luussa on 10–15 prosenttia kollageenia ja 5–15 prosenttia rasvaa (Parkkinen & Rautavirta, 2013, 138).

## 2.1 Poikkijuovainen lihaskudos

Lihassolut eli lihassyyt muodostavat lihassykimppuja, joita ympäröi sidekudos. Liha voidaan jakaa lihassykimppujen paksuuden perusteella hienosyiseksi tai karkeasyiseksi. (Parkkinen & Rautavirta, 2013, 135–136.) Poikkijuovainen lihassolu on muodoltaan sylinterimäinen ja siinä on monta tummaa, jotka ovat sijoittuneet solun reunoille solukalvon alle (ks. kuva 1). Lihassy koostuu lihassäikeistä eli myofibrilleistä. Myofibrillejä ympäröi lihassolun sisällä nestemäinen väliaine eli sarkoplasma. Myofibrillissä on pieniä säännönmukaisia yksiköitä, sarkomeerejä. (Leino ym., 2007, 24–25.) Sarkomeeri koostuu niin kutsutuista z-levyistä (Kerth, 2013, 54). Sarkomeerin pituus on noin 2,5 mikrometriä. Sarkomeeri lyhenee, kun lihas supistuu ja tämän mahdollistavat lihaksen supistuvat proteiinit aktiini ja myosiini. Aktiini ja myosiini liukuvat toistensa lomaan lyhentäen näin lihaksen pituutta. (Leino ym., 2007, 24–25.)



Kuva 1. Poikkijuovaisen lihassolun rakenne (Mänttari, 2012)

Poikkijuovainen lihaskudos voidaan jakaa eri tyyppeihin. Anaerobinen lihassy voi toimia hapettomissa olosuhteissa, kun taas aerobinen lihassy tarvitsee toimiakseen aina happea. Aerobiset lihassyt sisältävät enemmän mitokondrioita ja myoglobiinia. Runsaamman myoglobiinin vuoksi aerobiset lihassyt näyttävät punaisemmilta kuin anaerobiset lihassyt. Glykolyttisissä, anaerobisissa lihassyissä on glykogeenia usein runsaasti. ATP-aasi hydrolysoi ATP:tä energiaksi anaerobisissa olosuhteissa ja ATP-aasipitoisuus onkin korkea anaerobisissa (valkoisissa) lihassyissä. Lihassyitä, joissa on sekä aerobisia että anaerobisia ominaisuuksia, kutsutaan välimuotoisiksi lihassyiksi. Aerobiset lihassyt ovat toiminnaltaan kestävämpiä ja hitaampia. Anaerobiset lihassyt ovat puolestaan nopeita, mutta väsyvät helposti. (Pesonen, 2015, 15–17.)



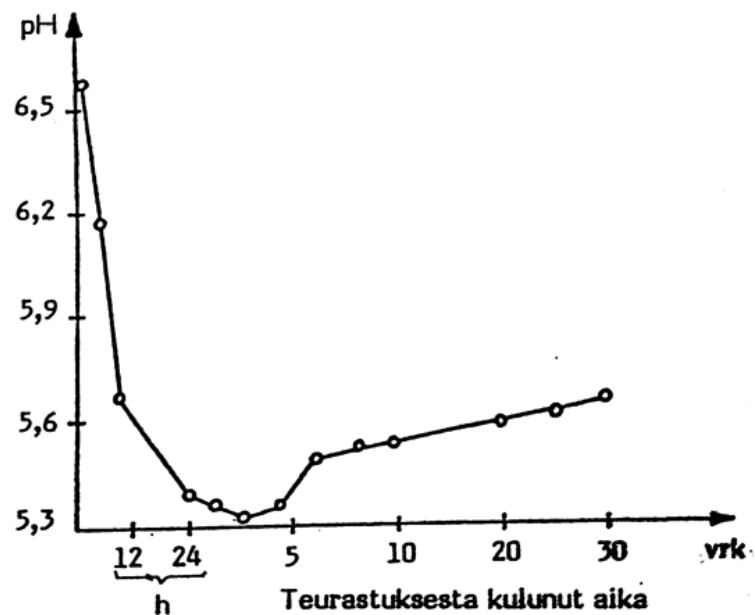
## 2.2 Lihan kemiallinen koostumus

Liha sisältää vettä, rasvaa, proteiineja, hiilihydraatteja, kivennäisaineita sekä vitamiineja. Lihan kemiallinen koostumus vaihtelee eläinlajin, eläimen iän, lihakuuden sekä ruhonosan mukaan. Lihan vesipitoisuus raakana on noin 75 prosenttia. Rasvaisempi liha sisältää vähemmän vettä. Lihassa on rasvaa 1–30 prosenttia. (Leino ym., 2007, 27.) Lihaksen tärkein komponentti on proteiini ja se koostuu rakenneproteiineista, sarkoplasmaproteiineista sekä sidekudosproteiineista. Lihan proteiinipitoisuus vaihtelee 18 ja 24 prosentin välillä. Rakenneproteiinien, kuten aktiinin ja myosiinin, osuus kokonaisproteiineista on noin 65 prosenttia. Sarkoplasmaproteiineista pääosa on entsyymejä, mutta niihin kuuluvat myös hemoglobiini ja myoglobiini. (Fredriksson-Ahomaa & Korkeala, 2007, 185.) Sidekudosproteiinien määrä lihaksessa on noin 0,5–4 prosenttia, mutta sen määrä vaihtelee suuresti eri eläinlajeilla ja eri ruhonosissa. Lihaksissa oleva hiilihydraatti on glykogeenia ja sitä on lihassa 0,8–1,5 prosenttia. Lihassa on myös kivennäisaineita, kuten rautaa, seleeniä, mangaania, kuparia, sinkkiä, magnesiumia, kalsiumia, fosforia ja kromia. Lihassa on kivennäisaineita yhden prosentin verran. (Leino ym., 2007, 27; ks. myös Lihatieotusyhdistys ry, n.d.,a.) Lihassa on vesiliukoisia B- ja C-vitamiineja sekä rasvaliukoista A-vitamiinia. Liha on tärkeä B-vitamiinin lähde. (Fredriksson-Ahomaa & Korkeala, 2007, 185.)

## 2.3 Teurastuksen jälkeiset tapahtumat

Teurastuksen jälkeen ruhon olosuhteet ovat anaerobiset, sillä eläimen veri lasketaan pois eikä happi enää pääse kulkeutumaan lihaksiin. Tällöin alkaa anaerobinen glykolyysi, jolloin glykogeeni hajoaa maitohapoksi. Syntynyt maitohappo alentaa lihaksen pH-arvoa. (Fredriksson-Ahomaa & Korkeala, 2007, 186.) Elävän eläimen pH-arvo on 7,2–7,3. Maitohapon muodostuminen teurastuksen jälkeen laskee pH-arvon 5,4–5,6:een (ks. kuva 2, s. 5). Naudanlihan pH-arvon lasku kestää tavallisesti vuorokauden, kun taas siianliha happamoituu jo 6–10 tunnin kuluessa teurastuksesta. (Leino ym., 2007, 28.) Jos eläin on rasittunut ennen teurastusta ja kuluttanut kaikki glykogeenivarastot, voi seurauksena olla tervaliha. DFD-liha (engl. dark, firm, dry) eli tervaliha on yleisintä naudoilla. Tällöin maitohappoa ei synny tarpeeksi eikä lihaksen pH-arvo laske riittävän alas. Tervaliha on tummaa ja kuivaa. Jos sika rasittuu juuri ennen teurastusta ja sen elimistö alkaa muodostaa maitohappoa jo elävänä, voi seurauksena syntyä PSE-lihaa (engl. pale, soft, exudative). Lihakseen muodostuu nopeasti maitohappoa ja pH laskee jo tunnin sisällä teurastuksesta arvoon 5,4–5,8, jolloin ruhon lämpötila on vielä korkea. Normaalisti lihaksen pH laskee niin hitaasti, että ruho ehditään jäähdyttää ennen sitä. (Fredriksson-Ahomaa & Korkeala, 2007, 186–187.)

Lihaksen energialähde adenosinitrifosfaatti (ATP) pitää lihaksen aktiini- ja myosiinisäikeet erillään. Kun aktiini- ja myosiinisäikeet ovat erillään eli sarkomeerin pituus on suurimmillaan, lihas on lepotilassa. Tämä lepotila kestää sialla 2–4 tuntia ja naudalla 8–10 tuntia teurastuksesta. Kun ATP-varastot on kulutettu loppuun, aktiini- ja myosiinisäikeet liukuvat toistensa lomaan muodostaen aktomyosiinia. Lihakset ovat tällöin lyhyet ja jännittyneet. Liha on myös hyvin sitkeää ja sen vedensidontakyky on huonoimmillaan. Tätä tilaa kutsutaan kuolonkankeudeksi (rigor mortis). (Leino ym., 2007.) Kuolonkankeuden muodostuminen alkaa, kun pH on laskenut 6:een tai vähän sen alapuolelle (Remes, 2013, 158). Naudalla esiintyy kylmäsupistumista, jos ruho jäähdytetään liian nopeasti teurastuksen jälkeen ennen kuin kuolonkankeus on alkanut. Jos pH on 6,2:n yläpuolella ja lämpötila laskee alle 10°C:seen, lihakseen muodostuu hermoimpulssi, joka saa lihaksen supistumaan. Lihasta tulee tällöin äärimmäisen sitkeää. Lihas ei reagoi fysiologisesti kylmään, kun pH laskee alle 6,2:een. Kylmäsupistuminen voidaan estää sähköstimulaatiolla, joka nopeuttaa glykokeenin hajoamista ja maitohapon muodostumista. Nopeampi pH:n lasku mahdollistaa nopeamman jäähdytyksen. (Fredriksson-Ahomaa & Korkeala, 2007, 188.)



Kuva 2. Lihaksen pH:n muuttuminen teurastuksen jälkeen (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 11)

## 2.4 Lihan vedensidontakyky

Lihassa on noin 75 prosenttia vettä. Lihan ja lihatuotteiden kyky sitoa vettä vaihtelee huomattavasti. Vedensidontakyky tarkoittaa lihan kykyä pitää sen omaa tai lisättyä vettä. Vesi on dipolaarinen molekyyli, joka vetää varautuneita molekyylejä puoleensa. Proteiineissa on sähköisesti varautuneita kohtia, joihin vesimolekyylit pääsevät kiinnittymään. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 28–29.) Erittäin tiukasti sitoutunut vesi on kiinni myofibrillien proteiineissa. Myofibrilli-proteiineihin sitoutunut vesi ei irtoa kuumennusprosessissakaan. Kuitenkin lihaksen sisältämästä vedestä vain 4–5 prosenttia on sitoutunut näin tiukasti aktiini- ja myosiini-proteiineihin. Suurin osa vedestä on aktiini- ja myosiiniproteiinien välissä. Vesi ei ole tällöin kiinnittyneenä suoraan myofibrillien proteiineihin, joten se ei ole yhtä tiiviisti lihaksessa kiinni. Lihaksen vapaa vesi on kiinnittynyt todella heikkojen kapillaarivoimien avulla. Vapaa vesi poistuu lihaksesta kuolonkankeuden seurauksena, kun aktiini- ja myosiinifilamentit puristuvat toistensa lomiin. Supistumisen seurauksena vettä ei enää mahdu solun sisälle, joten se puristuu ulos solusta. (Kerth, 2013, 119–127.)

Lihan vedensidontakyky on parhaimmillaan elävässä eläimessä, jossa pH on noin 7. Lihan vedensidontakyky onkin voimakkaasti riippuvainen lihan pH:sta. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 30–31.) Teurastuksen jälkeinen maitohapon muodostuminen lihaksiin aiheuttaa pH-arvon alenemisen. Kun pH-arvo on laskenut noin 5,5:een, myofibrillien nettovaraus on nolla. Vedensidontakyky on tällöin heikoimmillaan, sillä myosiini- ja aktiini-proteiinit ovat hyvin lähellä toisiaan. Tätä tilaa kutsutaan proteiinien isoelektriseksi pisteeksi. Happamuuden kasvaessa miinusmerkkiset varaukset lisääntyvät ja vesi pystyy kiinnittymään rakenteisiin. Happamuuden pienentyessä plusmerkkiset varaukset puolestaan lisääntyvät ja vedensidontakyky kasvaa. (Kerth, 2013, 119–127.)

### 2.4.1 Kypsennyksen vaikutus lihan vedensidontakykyyn

Mehukkuutta pidetään yhtenä hyvän lihan tuntomerkeistä. Jos lihan vedensidontakyky on huono, siitä irtoaa kypsennyksessä paljon vettä ja lopputuloksena on kuiva ja mauton liha. Lämpötilan noustessa proteiineissa tapahtuu muutoksia, jotka heikentävät vedensidontakykyä. Kypsennyksessä vedensidontakyky alkaa heiketä jo 30–35 °C:n lämpötilassa. Yli 80°C:n lämpötilassa vedensidontakyky heikkenee edelleen ja lihan rakenne hajoaa. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 28–37.) Fjelkner-Modig (1986) havaitsi tutkimuksissaan, että sianlihan sisälämpötilan kasvaessa 68 °C:sta 80 °C:seen, kypsennyshäviö kasvoi 15 prosentista 25–30 prosenttiin. Kollageenin kutistuminen 60 °C:n yläpuolella saa aikaan veden puristumisen ulos myofibrilli-proteiineista. Kypsennyshäviöön voidaan kuitenkin vaikuttaa nostamalla kypsennysolosuhteiden suhteellista kosteutta, jolloin veden haihtuminen vähenee. (Boles, 2010, 177–179.)

#### 2.4.2 Vedensidontakyvyn parantaminen

Raakakypsytyt edesauttaa vedensidontakykyä. Tutkimukset ovat osoittaneet, että jotkin lihasproteiinin hajottajaentsyymit estäisivät lihaksen kuitistumista ja säilyttäisivät lihaksen vedensidontakyvyn parempana. (Kerth, 2013, 119–127.) Raakakypsytetty liha ei kuitenkaan saavuta enää teuraslämpimän lihan vedensidontakykyä. Teuraslämpimän lihan vedensidontakyky voidaan säilyttää jauhamalla ja suolaamalla liha kuuden tunnin jälkeen teurastuksesta. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 31.)

Vedensidontakykyä voidaan parantaa lisäämällä lihaan suolaa. Natriumkloridin kloridi-ionit ovat varaukseltaan negatiivisia ja natrium-ionit positiivisia. Kloridi-ionit sitoutuvat aktomyosiinin positiivisiin rakenteisiin ja natrium-ionit takertuvat negatiivisiin rakenteisiin. Tämän seurauksena lihasrakenne laajentuu ja vedellä on tilaa kiinnittyä soluun. (Kerth, 2013, 119–127.) Vedensidontakyky on korkeimmillaan suolapitoisuuden ollessa 4–5 prosenttia. Tätä suuremmat suolapitoisuudet heikentävät vedensidontakykyä. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 32.)

Fosfaatin lisääminen lihaan kasvattaa vedensidontakykyä ja lihaskudoksen turpoamista (Kerth, 2013, 119–127). Lihaksen toimintaan vaikuttava adenosinitrifosfaatti (ATP) pitää aktiinin ja myosiinin erillään toisistaan ja vedellä on tilaa sitoutua niiden väliin. Lisäaineena käytetyn fosfaatin vaikutus on samantapainen kuin ATP:n. Lihan vedensidontakyky paranee, kun fosfaatit katkovat aktomyosiinin sidoksia, jotka estävät aktiini- ja myosiini-proteiineja työntymästä erilleen toisistaan. Lisätty fosfaatti lisää myös lihaksen happamuutta, minkä johdosta vedensidontakyky kasvaa. Suolan ja fosfaattien käyttö yhdessä parantaa vedensidontakykyä merkittävästi. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 32–33.)

Lihan vedensidontakykyä voidaan parantaa myös jauhamalla. Terien leikattaessa lihaa, lihassoluista vapautuu proteiineja. Vapautuneet proteiinit sitovat vesimolekyylejä. Lihassyiden ympärillä olevien kalvojen rikkoutuessa, vesi pääsee tunkeutumaan proteiinien väliseen tilaan. (Ryynänen, Kaikkonen & Metsänvuori, 1991, 33.) Happaman marinadin lisääminen kasvattaa vedensidontakykyä alentamalla pH-arvoa. Happamuuden lisääntyessä vedellä on tilaa solun sisällä, kun myofibrillirakenne on laajentunut sähkövarausten seurauksena. (Kerth, 2013, 119–127.)

#### 2.5 Sian- ja naudanlihan koostumus

Naudanliha on rakenteeltaan karkeasyistä ja se on väriltään voimakkaamman punaista kuin sianliha. Naudanliha sisältää enemmän myös sitkeää sidekudosta. Nuorella naudalla sidekudos ei ole niin sitkeää kuin vanhalla. Sianliha on hienosyistä ja mureampaa kuin naudanliha, eikä sitä tarvitse juurikaan raakakypsyttää. (Remes, 2013, 156.)

Lihanleikkuussa luuttomat lihakset jaetaan lihalajitelmiksi, jotka perustuvat lihaksien sijaintiin ruhossa sekä sidekudos- ja rasvapitoisuuteen. Naudan ruhossa kalvottomiksi puhdistetuista fileistä ja paisteista saadaan NE-lajitelmaa, joka on puhtain punaisen lihan lajitelma. Etuneljänneksen suurista lihaksista, kuten lavasta, niskasta ja etuselästä, saadaan N0-lajitelmaa. N0-lajitelma saa sisältää hiukan näkyvää rasvaa. N1-lajitelmaa saadaan potkalihaksista sekä osasta niskan ja rinnan alueen lihaksista. N3-lajitelma on jo melko sidekudospitoinen ja se saa sisältää rasvaista kylkeä ja kuvetta sekä pehmeitä kalvoja, vertymiä ja leimoja. Jänteet erotellaan N5-lajitelmaksi ja rasvat N6-lajitelmaksi. (Ijäs, Leino & Åkerström, 2001, 42.)

Sian ruhossa vähärasvaisinta ja kalvotonta SE-lajitelmaa leikataan fileistä ja paisteista. Etuneljänneksen suuret lihakset leikataan S0-lajitelmaan. S1-lajitelmaa saadaan kyljestä luiden ja kamaran poiston jälkeen sekä etu- ja takapotkan nahattomista lihoista. Sian kamara leikataan S5-lajitelmaksi ja silava S6-lajitelmaksi. (Ijäs, Leino & Åkerström, 2001, 45.)

### 3 LIHAN MUREUS

Murean lihan rakenne hajoaa helposti pienellä voimalla eikä lihapalan pienentämiseen kulu kauaa aikaa. Mureus voidaankin määritellä hampaisiin kohdistuvalla voimalla sekä pirstoutumisen helppoudella. Lihan mureuteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kolmeen luokkaan: proteiineihin, sidekudokseen ja taustatekijöihin. Proteiinien vaikutusta mureuteen määrittää kaksi tekijää: sarkomeerien supistumistila sekä myofibrilli-proteiinien hajoaminen. (Kerth, 2013, 100.)

#### 3.1 Lihan mureuteen vaikuttavat tekijät

Lihan mureuteen vaikuttavat sidekudoksen sekä sidekudoksessa esiintyvän kollageenin määrä. Määrän lisäksi mureuteen vaikuttaa sidekudoksen tyyppi. Sidekudosproteiini elastiini ei liukene veteen lämmitettäessäkään ja se on hyvin kovaa ainesta. Elastiinia esiintyykin kudoksissa, jotka tarvitsevat äärimmäistä lujuutta. Elastiinia esiintyy verrattain vähemmän kuin kollageenia, joten kollageenin rakenne ja liukoisuus ovat tärkeämpiä ominaisuuksia mureuden tutkimisessa. (Kerth, 2013, 103.) Eläimen iän karttuessa sidekudoksen sitkeysominaisuudet lisääntyvät. Kollageenin joustavuus, kesto ja ristisidokset lisääntyvät eläimen iän kasvaessa. Eri ruhonosissa on eri määrä sidekudosta. Elastiinin sekä kollageenin suhteelliset osuuden vaihtelevat lihaksen ominaisuuksien mukaan. Sidekudosta esiintyy yleensä enemmän lihaksissa, joita käytetään liikkumiseen. Esimerkiksi fileissä sidekudoksen määrä on alhaisempi kuin paisteissa. (Pesonen, 2015, 25–26.) Lihaksen uloimman sidekudoskalvoston eli epimysiumin

määrä ei vaikuta oleellisesti lihan mureuteen, sillä se pystytään poistamaan leikkaamalla. Sen sijaan sisempiä sidekudoskalvoja perimysiumia ja endomysiumia ei voida poistaa. (Kerth, 2013, 104.)

Lihaksen ATP-varastot loppuvat muutamien tuntien kuluessa teurastuksesta. Kuolonkankeusvaiheessa liha on sitkeää. (Ijäs, Leino & Åkerström, 2001, 12–14.) Sarkomeerin pituus on lyhyimmillään noin 1,5 µm ja pisimmillään 2,7 µm (Kerth, 2013, 100). Myös lihassyyn rakenne vaikuttaa lihan mureuteen. Lyhyemmät lihassyvät ovat sitkeämpiä, sillä ne muodostavat lihassyykimpusta kiinteämmän yksikön. Lyhyempi sarkomeeri aiheuttaa sitkeämpää lihaa, jos muut ominaisuudet pysyvät samoina. (Pesonen, 2015, 32–34.)

Lihan mureuteen vaikuttaa oleellisesti myös proteolyysin eli teurastuksen jälkeisen lihasproteiinien hajoamisen tehokkuus. Lihan rakenne on hyvin kestävä ja vahva. Entsymaattinen hajoaminen vaikuttaa lihassyihin ja niiden tukirakenteisiin. Entsymaattisen hajottamisen edellytyksenä on, että entsyymit ovat lihassolun sisällä. (Pesonen, 2015, 27–28.) Entsyymejä, jotka kykenevät hajottamaan proteiineja, kutsutaan proteolyttisiksi entsyymeiksi (Kerth, 2013, 102).

Muita mureuteen vaikuttavia tekijöitä voidaan kutsua taustatekijöiksi, jotka epäsuorasti vaikuttavat lihan mureuteen. Lihaksen sisäinen rasva tekee lihasta mehukkaana ja maukkaana. Marmoroituneessa lihassa kudonrasva on kertynyt lihasten sisään. Marmoroitunut liha koetaan mureammaksi, joten se voidaan luokitella mureuteen vaikuttavaksi tekijäksi. (Kerth, 2013, 106.)

## 3.2 Lihan mureutusmenetelmät

Lihan mureuteen vaikuttavat mm. eläinlaji, eläimen ikä, ruokinta sekä ruhonosa. Näin ollen mureuteen voidaan vaikuttaa jo ennen teurastusta esimerkiksi kiinnittämällä huomiota ruokintaan. Lihan mureutta voidaan parantaa teurastuksen jälkeen esimerkiksi raakakypsennyksellä, hienontamalla, lisäämällä hapanta marinadia, entsyymeillä tai kypsennyksellä. (Lawrie, 2006, 304–326.)

### 3.2.1 Raakakypsytytys

Kuolonkankeudessa aktiini ja myosiini takertuvat toisiinsa ja muodostavat aktomyosiinia. Tällöin lihas jäykistyy ja sitkistyy. Raakakypsyttäminen on kemiallinen tapahtumasarja, joka mureuttaa lihaa. Raakakypsytystä aiheuttavien entsyymien toiminta alkaa, kun pH laskee 5,4–5,8:aan. Entsyymit hajottavat aktomyosiinia, mikä tekee lihan mureammaksi. Raakakypsytystä käytetään erityisesti fileissä ja paisteissa, joissa on vähemmän sidekudosta. Raakakypsytyksellä ei pystytä vaikuttamaan sidekudoksesta joh-

tuvaan sitkeyteen. Raakakypsennys tehdään nykyisin pääasiassa tyhjiöpakkauksessa 0–2 °C:ssa. Hapettomat olosuhteet mahdollistavat pitkät säilytysajat hidastamalla bakteerikasvua. Sian- ja broilerinliha mureutuvat jo parissa vuorokaudessa, mutta naudanlihaa raakakypsytetään yleensä 2–8 viikkoa. (Parkkinen & Rautavirta, 2010, 139–140.)

### 3.2.2 Keinotekoiset menetelmät

Lihaa voidaan mureuttaa myös suolaliuksella tai happamilla ainesosilla. Perinteisesti liha marinoidaan etikalla (etikkahapolla) tai viinillä. Hapot laskevat lihaksen pH-arvoa, mikä saa proteolyttiset entsyymit aktivoitumaan. Alhainen pH parantaa myös vedensidontakykyä turvottamalla myofibrilli-proteiineja, minkä seurauksena lihasta tulee mureampaa ja mehukkaampaa. (Warris, 2000, 175.) Hapot, kuten etikkahappo ja sitruunamehu, rikkovat vetysidoksia kollageenin rakenteessa ja saavat aikaan sidekudoksen turpoamisen (Juárez, Aldai, López-Campos, Dugan, Uttaro & Aalhus, 2012, 190). Kalsiumkloridin ruiskuttaminen lihaan parantaa ainakin sianlihan mureutta. Naudanlihassa kalsiumkloridi voi aiheuttaa makuhaittoja. (Warris, 2000, 175.) Kalsiumkloridi aktivoi lihaksen proteolyttisiä entsyymejä, jotka tekevät lihasta mureampaa. Myös natriumkloridiliuokset, jotka sisältävät fosfaatteja, saavat naudanlihan mureammaksi ja mehukkaammaksi. Tämä tosin selittyy osittain lihan vedensidontakyvyn tehostumisella. (Juárez ym., 2012, 190.)

Lihaan voidaan lisätä luonnossa esiintyviä entsyymejä parantamaan mureutta. Esimerkiksi papaija-kasveista eristettyä papaiini-entsyymiä on kehitetty lisätä eläimeen juuri ennen teurastusta. Papaiini on proteolyttinen entsyymi, joka saa lihan mureammaksi. Entsyymi ruiskutettiin verisuoneen ei-aktiivisessa muodossa. Entsyymi muuttui aktiiviseksi teurasruhossa happamuuden lisääntyessä, mutta myös myöhemmin kypsennyksen yhteydessä. Papaiini-entsyymien käytössä on kuitenkin lukuisia ongelmia. Esimerkiksi sen jakautuminen tasaisesti ruuhon on vaikeaa varmistaa. Menettelyyn liittyy myös eläinten hyvinvointiin liittyviä ongelmia. (Warris, 2000, 176.)

Lihaa voidaan mureuttaa myös mekaanisesti esimerkiksi nuijimalla (Parkkinen & Rautavirta, 2010, 139–140). Lihan mureuttaminen neuloilla tai terävillä terillä rikkoo myofibrillirakenteita, lihassyitä ja -nippuja sekä kollageenia ja elastiinia. Terävät neulat tekevät edestakaista liikettä lihan lävitse, mikä saa aikaan leikkausvoiman pienentymisen lihassa. Lihan mekaaninen hienontaminen kuitenkin vähentää vedensidontakykyä ja lihasta tulee kuivempaa (Juárez ym., 2012, 190.)

### 3.2.3 Kypsennys

Kypsentämisen tavoite mikrobiologisen laadun turvaamisen lisäksi on saada lihasta mureaa ja mehukasta. Kypsentäminen vaikuttaa myös lihan makuun ja väriin. Lihan kypsentäminen on tasapainoilua lihas- ja sidekudosproteiinimuutosten välillä. (Lihatiedotusyhdistys ry, n.d.,b.) Lihan proteiinit voidaan jakaa kolmeen luokkaan: myofibrilli-proteiineihin (50–55 %), sarkoplasmaproteiineihin (30–34 %) ja sidekudosproteiineihin (10–15 %). Myofibrilli-proteiinit (pääosin aktiinia ja myosiinia) ja sidekudosproteiinit (pääosin kollageenia) kutistuvat kypsennyksessä, kun taas sarkoplasmaproteiinit laajentuvat kypsennyksessä. Sarkoplasmaproteiinit ovat liunneena lihassolun sarkoplasmaan eli solunesteeseen. Suurimmaksi osaksi sarkoplasmaproteiinit ovat entsyymejä ja myoglobiinia. (Baldwin, 2012, 15–30.)

Sarkoplasmaproteiinien denaturoituminen eli proteiinirakenteen rikkoutuminen alkaa 40 °C:ssa ja päättyy 60 °C:ssa. Sarkoplasmaproteiinien denaturoituminen aiheuttaa lihan sitkistymisen. Myofibrilliproteiinit alkavat kutistua 35–40 °C:ssa ja kutistuminen jatkuu, kunnes lämpötila on 80 °C. (Baldwin, 2012, 15–30.) Myosiini denaturoituu ja hyytyy 40–55 °C:ssa, mikä saa aikaan myofibrillien kutistumisen ja sarkomeerien lyhentymisen. Aktiinin denaturoituminen tapahtuu 70–80 °C:ssa. (Juárez ym., 2012, 184.) Lihaa mureuttavat entsyymit ovat aktiivisimmillaan, kun lämpötila on alle 55 °C. Näin ollen mitä pidempään lihaa pidetään alle 55 °C:ssa, sitä mureampaa lihasta saadaan. (Remes, 2013, 248.) Kun lämpötila nousee 60 °C:seen, lihaskudos alkaa mureutua ja vähän sidekudosta sisältävä liha on jo mureaa. Kollageeni alkaa kutistua 60 °C:ssa. Lihasnesteiden irtautuminen lisääntyy 65 °C:ssa, kun sidekudos puristaa kutistuessaan vettä pois lihassoluista. Kollageenisäikeet hajoavat gelatiiniksi 65–80 °C:ssa. (Lihatiedotusyhdistys ry, n.d.,b.) Kun kollageeni muuttuu gelatiiniksi, se muodostaa kanavia lihan sisälle. Lihaksen sisäinen rasva sulaessaan täyttää nämä muodostuneet kanavat ja estää veden haihtumisen kypsennyksen aikana. Runsaasti marmoroitunut liha siis kutistuu vähemmän ja säilyy mehukkaampana kuin vähemmän marmoroitunut liha. (Juárez ym., 2012, 184.) Runsaasti sidekudosta sisältävä liha on parhaimmillaan, kun lämpötila on 85 °C. Lämpötilan noustessa edelleen 90–100 °C:seen liha sitkistyy, kun myofibrilli-proteiinit kovettuvat (ks. taulukko 1, s. 12). (Lihatiedotusyhdistys ry, n.d.,b.)

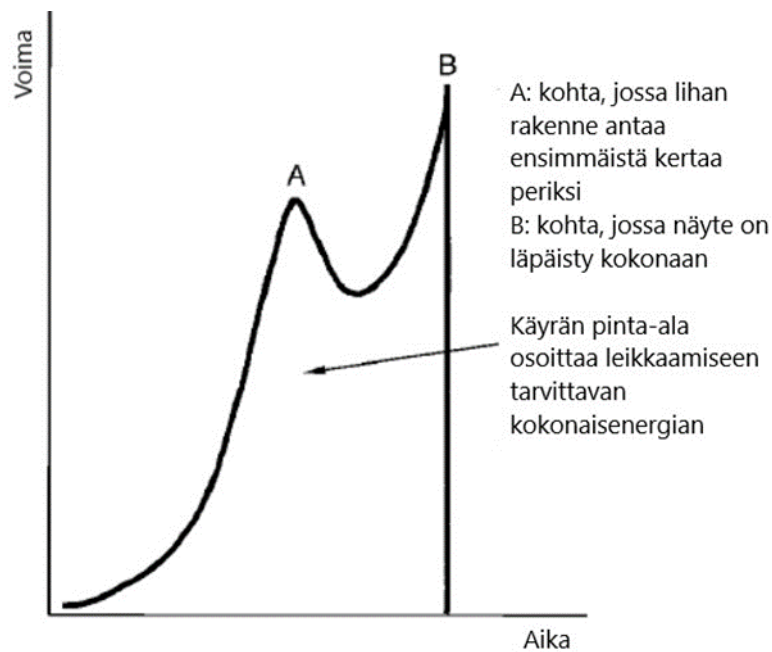


Taulukko 1. Lihan kypsymisessä tapahtuvia muutoksia (Lihatiedotusyhdistys ry, n.d.,b)

Sidekudos	Lämpötila	Lihaskudos
Sidekudos pehminee kollageenin muuttuessa gelatiiniksi.	100	Liha sitkistyy, kun lihassyiden proteiinit kovettuvat.
	90	Liha on kuivaa, painohävikki suuri.
Kollageenisäikeet alkavat hajota 65-80 asteessa.	80	Painohävikki kasvaa lämpötilan kohotessa.
	70	Lihassyiden proteiinit alkavat kutistua. Lihasnesteiden irtautuminen lisääntyy.
Kollageeni kutistuu voimakkaasti ja liha sitkistyy.	60	Liha alkaa mureutua.
	50	Lihassyiden proteiinit alkavat denaturoitua.

### 3.3 Mureuden tutkiminen

Lihassolun sarkomeerien pituus vaikuttaa mureuteen. Sarkomeerin pituutta voidaan mitata tutkimalla myofibrilleja esimerkiksi mikroskoopilla. (Warris, 2000, 253.) Yleisin ja laajasti hyväksytty tapa mitata mureutta on leikkausvoima. Tyypillisin menetelmä mitata leikkausvoimaa on Warner Blatzer -testi. (Kerth, 2013, 106–107.) Se on tutkimuksellisesti ja kuluttaja-arvioissa laajasti käytetty mureuden arviointimenetelmä. Aistinvaraisen arvion ja leikkuuvoimatestin välillä on yhteys. (Pesonen, 2015, 33–34.) Leikkuuvoimatestissä näyte leikataan noin yhden millimetrin paksuisella metalliterällä, jossa on kolmionmuotoinen kolo. Menetelmässä mitataan, kuinka paljon tarvitaan voimaa, jotta terä läpäisee näytteen. (Warris, 2000, 254.) Kaikissa leikkausvoimaa mittaavissa menetelmissä enimmäisvoima ilmaistaan joko kilogrammoina tai newtoneina. Leikkausenergia saadaan laskemalla leikkausvoiman muodostaman käyrän pinta-ala (kuva 3, s. 13). (Juárez ym., 2012, 193.) Näytteiden lämpötila vaikuttaa leikkausvoimaan. Yleensä valitaan huonelämpötila + 20 °C, mikä on helpoin saavuttaa kaikille näytteille. Dransfieldin ja MacFien (1980) mukaan naudan- ja lampaanlihan leikkausvoimaa mitattaessa on suositeltavaa ottaa kymmenen näytettä, kun taas sianlihalle riittää seitsemän näytettä. (Warris, 2000, 258.)



Kuva 3. Leikkausvoiman muodostama käyrä (Muokattu lähteestä; Waris, 2000, 257)

Mureutta voidaan arvioida myös aistinvaraisesti. Kuvailevat menetelmät ovat aistinvaraisen arvioinnin menetelmistä kehittyneimpiä. Ne ovat hyödyllisiä, kun tarvitaan tietoa tuotteiden aistinvaraisista ominaisuuksista tai tuotteiden ominaisuuksien välisistä eroista. Kuvailevilla menetelmillä voidaan tuotekehityksessä selvittää esimerkiksi, kuinka valmistusprosessin muutos vaikuttaa tuotteen aistittaviin ominaisuuksiin. Yleisessä kuvailevassa menetelmässä raati koostuu tavallisesti 10–12 arvioijasta, mutta arvioijien määrä voi olla myös suurempi. Yleisessä kuvailevassa menetelmässä on tärkeää luoda sanasto, joka merkitsee ominaisuuksien tunnistamista, nimeämistä ja määrittelyä. Esimerkiksi sana sitkeys voitaisiin määritellä seuraavasti: ”Näytteen sitkeys arvioidaan vain ensimmäisestä puraisusta etuhampailla. Mitä enemmän näyte antaa periksi ennen kuin se katkeaa, sitä sitkeämpää näyte on.” Näytteiden ominaisuuksien voimakkuuden mittaaminen arvioidaan useimmiten suhteessa muihin näytteisiin. Yleisesti käytettyjä asteikkoja ovat jana-asteikot, numeeriset ja sanalliset asteikot sekä näiden yhdistelmät. Asteikot ankkuroidaan niin, että kyseessä oleva ominaisuus kasvaa vasemmalta oikealle. Näytteet arvioidaan koodattuina, satunnaistetussa järjestyksessä ja erillisissä arviointikopeissa noudattaen tavallisia laboratorioarvioinnin käytäntöjä. Kaikki näytteet olisi hyvä arvioida yhdellä kertaa. Toistoarviointeja tulisi olla vähintään kaksi, mutta mielellään kolme ja ne suositellaan toteutettavaksi eri päivinä. Tuotteen ominaisuudet ja niiden voimakkuudet voidaan esittää graafisina viivakuviaina, pylväinä sekä tähtikuviaina. (Appelbye & Tuorila, 2008, 93–105.)

## 4 SOUS VIDE -KYPSENNYS

Sous vide -kypsennys tarkoittaa raaka-aineiden kypsentämistä lämpöä kestävässä vakuumpussissa. Vakuumpussissa kypsentämisellä on useita etuja. Sous vide -kypsennys mahdollistaa lämmön siirtymisen tehokkaasti vedestä tai höyrystä ruokaan ja lisää elintarvikkeen säilymisaikaa poistamalla kontaminaatoriskin varastoinnin aikana. Vakuumpussissa kypsentäminen estää haihtuvien aineiden ja kosteuden poistumista keiton aikana sekä vähentää aerobisten bakteerien kasvua. Sous vide -kypsennyksellä elintarvike voidaan pastöroida ja kypsentää turvallisesti alemmilla lämpötiloilla. (Baldwin, 2012, 15–30.)

Sous vide -kypsennys voidaan jakaa neljään eri kategoriaan käytetyn lämpötilan mukaan. Prosessoiminen 90 °C:ssa kymmenen minuuttia tähtää *Clostridium botulinum* -bakteerin määrän vähentämiseen ja tuotteelle voidaan asettaa pitkät säilyvyysajat. *Listeria monocytogenes* -bakteerin vähentämiseen tähtäävä lämpötila-aikayhdistelmä on 70°C/ 2 min ja tällöin suositeltu hyllyikä on enimmillään 10 vuorokautta. Pastörinti tai sitäkin alhaisempi keittäminen (< 60 °C) tavoittelee aistittavan laadun optimointia eikä tuotetta suositella säilytettäväksi kuin korkeintaan muutamaksi päiväksi. Erittäin kevyt prosessointi alhaisissa lämpötiloissa on tarkoitettu elintarvikkeille, jotka syödään välittömästi. Tällaisessa prosessissa raaka-aineiden mikrobit ovat myös lopputuotteessa. (Pihlajaviita, 2014.)

Sous vide -kypsennyksessä raaka-aine usein esikäsitellään ennen pakkaamista vakuumpussiin. Lihaa voidaan esimerkiksi marinoida, suolata tai mureuttaa mekaanisesti. Esikäsitellyn jälkeen liha pakataan vakuumpussiin. Keittäminen voidaan tehdä joko vesihautessa tai konvektiohöyryuunissa. Höyryuunissa keittäminen mahdollistaa suurien tuotantoerien valmistamisen, mutta lämpö ei jakaudu yhtä tasaisesti kuin vesihautessa. Kypsennyksen jälkeen liha jäähdytetään vakuumpussissaan. (Baldwin, 2012, 15–30.)

### 4.1 Mikrobiologinen tuoteturvallisuus

Useimmat vegetatiiviset eli kasvukykyiset pilaaja- ja patogeenibakteerit tuhoutuvat 60–70 °C:ssa. Pastöroinnille on tyypillistä 60–95 °C:n prosessilämpötila. Pastöroinnilla tähdätään ei-itiöllisten patogeenibakteerien tuhoamiseen. Itiöllisten bakteerien germinaation eli itämisen ja kasvun estämiseksi pastöroituja tuotteita tulee säilyttää jääkaappilämpötiloissa. (Lindström, 2007, 299–308.) Lisäksi kylmässä säilytettäväksi tarkoitettu elintarvike on jäähdytettävä alle 6 °C:n lämpötilaan neljässä tunnissa kuumenuskäsittelyn jälkeen (Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta 2011/1367 § 9).

Sous vide -kypsennyksessä jälkikontaminaatio ei ole ongelma vaan suurimman turvallisuusriskin aiheuttavat itiölliset bakteerit. Itiölliset bakteerit saattavat säilyä hengissä pastörintikäsitteystä ja ne pystyvät kasvamaan hapettomissa olosuhteissa alhaisissa lämpötiloissa. Tärkein tällainen bakteeri on neurotoksiinia tuottava *Clostridium botulinum*. (Lindström, 2007, 299–308.) Botulinumtoksiini aiheuttaa botulismia ja se on voimakkain tunnetuista luonnollisista myrkyistä. *C. botulinum* vaatii kasvaakseen hapettomat olosuhteet ja se pystyy tuottamaan itiöitä. Ehdottoman anaerobisuu- tensa vuoksi tyhjiöpakatut elintarvikkeet ovat esimerkkejä tuotteista, joissa *C. botulinum*-bakteerille voi syntyä otolliset olosuhteet. (Lindström & Korkeala, 2007, 38–40, 46.)

*C. botulinum* -kannat jaetaan nykyisin neljään ryhmään fysiologisten ominaisuuksien perusteella. Ryhmän II kannat ovat non-proteolyttisiä eli ne eivät pysty hajottamaan valkuaisaineita ja tuottamaan pahanhajuisia hajoamistuotteita, kuten ryhmän I kannat. Ryhmän II kannat sietävät hyvin kylmää ja ne pystyvät kasvamaan ja tuottamaan neurotoksiinia jopa 3 °C:n lämpötilassa. Ryhmän I kannat eivät pysty kasvamaan tai tuottamaan neurotoksiinia alle 10 °C:n lämpötilassa. Ryhmän I kantojen itiöt kuitenkin kestävät paremmin lämpöä, joten niiden tuhoaminen vaatii sterilointikäsitte- lyn. Säilykkeiden valmistuksessa käytetään 12D-konseptia eli niin sanottua botulinumkeittoa. Botulinumkeitossa tuhoutuu 10<sup>12</sup> itiötä ja se tekee tuotteesta mikrobiologisesti steriilin ja pitkään säilyvän. Kylmässä säilytettä- ville ja yli 10 vuorokautta säilyville valmisruoille on esitetty käytettäväksi niin sanottua 6D-käsittelyä (90 °C/ 10 min tai letaalisuudeltaan vastaava lämpökäsittely), joka tuhoaa 10<sup>6</sup> ryhmän II *C. botulinum*-itiöitä. *C. botu- linum*in kasvua elintarvikkeissa voidaan estää happamuudella (pH alle 4,6), suolapitoisuudella (vesifaasin suolapitoisuus 5–10 %), alhaisella vedenak- tiivisuudella, alhaisella säilytyslämpötilalla (alle 3 °C) tai lihavalmisteseisiin li- sättävällä nitriitillä. Elintarvikkeisiin muodostunut botulinumtoksiini tu- houtuu, kun sitä lämpökäsitellään 80 °C:ssa 20 minuuttia tai 85 °C:ssa 5 minuuttia. (Lindström & Korkeala, 2007, 38–40, 46.)

*Clostridium*- ja *Bacillus*-sukujen bakteerit tuottavat kuumuutta kestäviä iti- öitä, jotka on huomioitava sous vide -kypsennyksessä. Vaarallisen *C. botu- linum*in lisäksi *C. perfringens* ja *B. cereus* ovat yleisimpiä ruokamyrkytyksiä aiheuttavia bakteereja. Sekä aerobisesti että anaerobisesti kasvavan *B. ce- reuksen* poistaminen kokonaan elintarvikkeista on epärealistista. *B. ce- reuksen* vegetatiivisolut tuhoutuvat jo 60 °C:n lämpötilassa, mutta itiöiden tuhoamiseen tarvitaan sterilointikäsitte- lyä, jota käytetään säilykkeiden valmistuksessa. *B. cereuksen* lisääntymistä hallitaan oikeilla säilytyslämpö- tiloilla. Ruoat täytyy jäädyttää kahdessa tunnissa alle 7 °C:seen ellei niitä tarjota heti nautittavaksi. *B. cereuksen* torjunnassa on oleellista myös raaka-aineiden ja kypsennettyjen tuotteiden pitäminen erillään. (Korkeala, 2007, 35–38.) *C. perfringens* vaatii kasvaakseen anaerobiset olosuhteet. Se sietää huonosti kylmää, joten kylmäsäilytys on tehokkain tapa rajoittaa sen kasvua. Itiömuodossa oleva bakteeri sen sijaan säilyy monenlaisissa olo-

suhteissa. *C. perfringens*-bakteerien vegetatiiviset solut kuolevat, kun lämpötila nostetaan vähintään 70 °C:seen. Ruokien hidas jäädytys ja liian korkea säilytyslämpötila edistävät *C. perfringensin* lisääntymistä. (Korkeala & Heikinheimo, 2007, 47–54.)

Listeria-sukuun kuuluva *Listeria monocytogenes* -bakteeri pystyy kasvaamaan aerobisissa ja anaerobisissa olosuhteissa. Sen kasvun lämpötila-alue on laaja (-0,4–45 °C) eli se pystyy kasvamaan jääkaappilämpötiloissa. *L. monocytogenes* voi kasvaa 4,6–9,6:n pH-arvoissa, se kestää suuria suolapitoisuuksia eikä se vaadi kovin suurta veden aktiivisuutta. *L. monocytogenes* kestää itiöttömäksi bakteeriksi hyvin lämpöä, mutta se tuhoutuu esimerkiksi maidon pastöroinnissa. ECFF (2006, 13) on asettanut suosituksen lämpötila-aikayhdistelmästä, jonka mukaan kuumennus 70 °C:ssa 2 minuuttia tuhoaa 10<sup>6</sup> *L. monocytogenes*-bakteereja. *L. monocytogenesin* torjumisessa keskeisintä on estää kontaminaatio elintarvikkeiden valmistuksessa. Kypsennettyjen ja kypsentämättömien elintarvikkeiden pitäminen erillään antaa hyvä mahdollisuudet *L. monocytogenesin* hallintaan. Myös koneiden ja kuljettimien helppo puhdistettavuus on tärkeää kyseisen bakteerin torjunnassa. (Korkeala & Lundén, 2007, 54–62.)

#### 4.2 Riittävä lämpökäsittely

Tietty lämpötila-aikayhdistelmä aiheuttaa bakteeripopulaation pienemisen. Bakteeripopulaation pieneneminen voidaan ilmaista prosentteina. D-arvo tarkoittaa aikaa (min), joka tarvitaan tietyssä lämpötilassa bakteeripopulaation 90 prosentin laajuiseen tuhoutumiseen. Korkeammassa lämpötilassa D-arvo on pienempi ja matalammassa suurempi. Bakteeri-itiöiden D-arvot ovat huomattavasti suurempia kuin vegetatiivibakteerien. D-arvon suuruus vaihtelee myös bakteerilajien ja jopa saman lajin eri kantojen välillä. D-arvoon eli bakteerien lämmönkestävyyteen vaikuttavat myös mm. tuotteen rasva- ja hiilihydraattipitoisuus, mikrobimäärä sekä mikrobien ikä ja kunto. Z-arvo (lasketaan kaavasta 2, s. 17) kuvaa lämpötilamuutosta (°C), joka vaaditaan muuttamaan bakteeripopulaation D-arvoa 90 % eli yhden logaritmisen yksikön verran. Z-arvo kuvaa siis bakteerien suhteellista lämmönkestävyyttä. Lämpökäsittelyn tehoa voidaan kuvata F-arvolla eli sterilointiarvolla. F-arvo (min) tarkoittaa aikaa, joka vaaditaan z-arvoaltaan tietynlaisen bakteeripopulaation tuhoamiseen tietyssä lämpötilassa. P-arvo eli pastörintiarvo tarkoittaa käytännössä samaa kuin F-arvo, mutta sitä käytetään lähinnä pastörintikäsittelystä puhuttaessa. Tyypillisessä elintarvikkeen kuumennusprosessissa lämpötila vaihtelee ajanhetkittäin. Tällaisen prosessin todellinen lämpökäsittelyn teho tietyn bakteeripopulaation osalta voidaan laskea seuraavasti. Ensin lasketaan jokaiselle ajanhetkelle yksittäinen F-arvo (kaava 1, s. 17). Koko prosessin F-arvo saadaan integroimalla hetkittäiset F/t-arvot koko prosessiajan yli (kaava 3, s. 17). (Lindström, 2007, 299–308.)

$$F/t = 10^{(T_{ref}-T)/z} \quad (1)$$

jossa,

F/t = F-arvo ajanhetkellä dt (min)

T = Tuotteen todellinen lämpötila ajanhetkellä dt (°C)

T<sub>ref</sub> = Prosessin tavoitelämpötila, joka valitaan prosessin mukaan (°C)

z = Bakteripopulaation z-arvo

$$z = \frac{(T_1 - T_2)}{\log D_{T_1} - \log D_{T_2}} \quad (2)$$

Jossa,

D<sub>T<sub>1</sub></sub> = D-arvo lämpötilassa T<sub>1</sub>

D<sub>T<sub>2</sub></sub> = D-arvo lämpötilassa T<sub>2</sub>

$$F = \int_{t_0}^{t_n} 10^{(T_{ref}-T)/z} dt \quad (3)$$

Jossa,

(t<sub>0</sub>-t<sub>n</sub>) = koko prosessiaika

European Chilled Food Federation (ECFF) on asettanut suosituksen lämpötila- ja aikayhdistelmistä, jotka vähentävät psykotrofisen eli kylmää sietävän *C. botulinum*-bakteerien itiöitä 6 log -yksikköä eli bakteerien määrä vähenee 1 000 000-kertaisesti. Lämpötila- ja aikayhdistelmät on esitetty taulukossa 2 (s. 18). Kun kuumennuskäsittelyssä käytetään yli 90 °C:een lämpötilaa, z-arvo on 10 °C. Alle 90 °C:een lämpökäsittelyissä z-arvo on 7 °C. On huomioitava, että taulukossa esitetty 6D-lämpökäsittely ei tuhoa ryhmän I *C. botulinum*in eikä *B. cereuksen* itiöitä, jotka kestävät lämpöä enemmän kuin ryhmän II *C. botulinum* kantojen itiöt. (European Chilled Food Federation (ECFF), 2006, 14.)

Taulukko 2. ECFF:n asettamat suositukset *C. botulinum*-bakteerien vähentämiseksi 6 logaritmin yksikön verran

Temperature (°C)	Time (mins)	Lethal rate
80	270.3	0.037
81	192.3	0.052
82	138.9	0.072
83	100.0	0.100
84	71.9	0.139
85	51.8	0.193
86	37.0	0.270
87	27.0	0.370
88	19.2	0.520
89	13.9	0.720
90	10.0	1.000
91	7.9	1.260
92	6.3	1.600
93	5.0	2.000
94	4.0	2.510
95	3.2	3.160
96	2.5	3.980
97	2.0	5.010
98	1.6	6.310
99	1.3	7.940
100	1.0	10.000

## 5 KOEKEITOT

Työn kokeellinen osuus alkoi tutustumisella tuotteisiin ja niiden nykyisiin keitto-ohjelmiin. Tuotteita oli yhteensä viisi kappaletta, joista kaksi (A ja B) olivat sianlihasta valmistettuja ja kolme (C, D ja E) naudanlihasta valmistettuja kypsiä lihakuutioita. Tuotteet olivat lihalajin lisäksi palakooltaan ja lajitelmiltään (side- ja rasvakudospitoisuudeltaan) erilaisia keskenään. Aluksi tutkittiin nykyisten keitto-ohjelmien lämpötila- ja aikayhdistelmiä. Jokaisesta tuotteesta otettiin näytepaketteja nykyisistä keitto-ohjelmista myöhempiä tutkimuksia varten. Ohjelmia muokattiin laskemalla lämpötilaa ja pidentämällä keittoaika. Keitto-ohjelmien jäähdytykset säilytettiin entisten ohjelmien kaltaisina. Uusia ohjelmia luodessa tutkittiin F-arvojen toteutumista erilaisilla lämpötila- ja aikayhdistelmillä käyttämällä hyödyksi yrityksellä olevaa F-arvojen laskentapohjaa. Laskentapohja laskee automaattisesti F-arvon, kun siihen syötetään lämpötila, aika sekä muut tarvittavat parametrit. Lämpökäsittelyllä haetaan *C. botulinumin* riittävää tuhoutumista eli perustana on ECFF:n asettamat suositukset *C. botulinum*-bakteerien vähentämiseksi 6 logaritmin yksikön verran. Yrityksellä minimi F-arvo-tavoite on 20, jos prosessissa on hajontaa. Uuden keitto-ohjelman täytyi toteuttaa tämä vaade. F20 vaade toteutuu esimerkiksi lämpötila-aikayhdistelmän ollessa 90 °C/ 20 min tai 85 °C/ 103,6 min. Uusissa keitto-ohjelmissa lämpötilaa laskettiin nykyisestä keitto-ohjelmasta 5 °C ja keittoaika vaihteli siten, että XAD-ohjelmassa oli lyhyin keittoaika ja XC-

ohjelmassa pisin (ks. taulukko 3). Uudet ohjelmat hyväksyttiin tuotekehityksen ja laadunohjauksen toimesta ja tämän jälkeen ne ohjelmoitiin kahteen kypsennyslaitteistoon.

Taulukko 3. Uusien ohjelmien keittolämpötilat ja ajat

Ohjelma	Tuotteet	Lämpötila	Keittoaika
XAD	A ja D	5 °C:n lämpötilan pudotus nykyisestä keitto-ohjelmasta	Lyhyin keittoaika
XBE	B ja E	5 °C:n lämpötilan pudotus nykyisestä keitto-ohjelmasta	Toiseksi lyhyin keittoaika
XC	C	5 °C:n lämpötilan pudotus nykyisestä keitto-ohjelmasta	Pisin keittoaika

Koekeitossa tuotteiden tavanomaista valmistusprosessia muutettiin ainoastaan keitto-ohjelmien osalta. Koekeittoon menevät vaunut merkattiin käyttöönottokielto-teipillä ja jokaiseen koekeittoon laitettiin kolme data-loggeria, jotka mittaavat ja tallentavat lämpötilaa sekä aikaa prosessissa. Koekeittojen jälkeen tuotteiden aistinvarainen laatu tarkastettiin, varmistettiin F-arvon toteutuminen sekä riittävän nopea jäähtyminen ja otettiin tarvittava määrä näytepaketteja myöhempiä analyysejä varten. Ensimmäisen erän koekeitot tuotteille A, B, C, D ja E tehtiin 27.11.2018, 29.11.2018 ja 4.12.2018. Ensimmäisen erän koekeitoissa tuotteet kypsennettiin taulukossa 3. olevilla keitto-ohjelmilla. Eli tuotteet A ja D kypsennettiin keitto-ohjelmalla XAD, tuotteet B ja E keitto-ohjelmalla XBE ja tuote C keitto-ohjelmalla XC. Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien jälkeen pidettiin välikatsaus, jossa käytiin läpi tulokset. Tulosten perusteella päätettiin jatkaa tutkimusta naudanlihatuotteiden osalta. Toisen erän koekeitot tehtiin naudanlihatuotteille C, D ja E 24.1.2019 sekä 31.1.2019. Toisessa erässä tuotteet C, D ja E kypsennettiin sekä lyhyemmällä keitto-ohjelmalla XAD että pidemmällä keitto-ohjelmalla XC. Kilpailijamaistoa varten koekeitettiin 25.3.2019 tuotteet A ja D.



## 6 MENETELMÄT

Jokaisen koekeiton F-arvon toteutuminen tutkittiin ja jokaisesta koekeitoista otettiin tuotteita aistinvaraisiin arviointeihin. Ensimmäisen erän koekeitoista mitattiin lisäksi irtoavan nesteen määrä ja tehtiin rakennemittaukset. Toisen erän koekeitoista lähetettiin jokaisesta naudanlihatuotteesta kolme rinnakkaista näytettä mikrobiologisiin säilyvyystutkimuksiin viimeisenä käyttöpäivänä. Kilpailijamaistoa varten tehdystä koekeitosta lähetettiin sianlihatuotteesta A kolme rinnakkaista näytettä mikrobiologisiin säilyvyystutkimuksiin viimeisenä käyttöpäivänä. Kilpailijamaiston tuotteista mitattiin myös irtoavan nesteen määrä yhdestä paketista tuotetta kohden.

### 6.1 F-arvojen laskeminen

Jokaiseen koekeittoon laitettiin kolme data-loggeria. Data-loggeri on tiedonkeruulaite, joka kerää mittaustietoja ja tallentaa ne sisäiseen muistiin myöhempää tarkastelua varten. Loggerit sijoitettiin kypsennyksessä eri puolille, jotta varmistuttiin riittävästä lämpökäsittelystä kypsennyksen alaja yläosissa sekä keskellä. Loggeri laitettiin joko kokonaan tai osittain tuotepaketin sisään riippuen loggerin tyypistä. Koekeiton jälkeen loggerin keräämät tiedot tuotiin Excel-tiedostoon, tarkistettiin riittävän nopea jäähtyminen ja laskettiin F-arvot laskentapohjaa apuna käyttäen.

### 6.2 Irtoavan nesteen määrä

Irtoavan nesteen määrän mittaaminen tehtiin ensimmäisen erän koekeitosta ottamalla viisi näytepakettia jokaisesta tuotteesta sekä nykyisestä että uudesta keitto-ohjelmasta. Toisen erän koekeitosta ei mitattu irtoavia nesteitä. Kilpailijamaistoa varten tehdystä koekeitosta mitattiin tuotteista A ja D irtoavat nesteet, mutta vain yhdestä paketista tuotetta kohden. Lisäksi kilpailijamaistossa mukana olleista kilpailijoiden vastaavanlaisista tuotteista mitattiin nesteet yhdestä paketista tuotetta kohden. Tuotteet punnittiin ensin kylminä. Tuotteilla on tavoitepaino, mutta tämä vaihtelee hiukan, joten siksi oli tärkeää punnita jokainen tuotepaketti erikseen. Punnitsemisen jälkeen tuotteet kuumennettiin höyrykeitossa pakkauksen ohjeen mukaisesti. Kuumennettu paketti aukaistiin ja sisältö tyhjennettiin reiälliseen GN-vuokaan, joka oli umpinaisen GN-vuoan päällä. Näin saatiin eroteltua liha ja irronnut neste toisistaan. Muutaman minuutin valituksen jälkeen lihat ja nesteet punnittiin ja kaikki painot kirjattiin ylös.

### 6.3 Aistinvarainen arviointi

Aistinvaraisia arviointeja järjestettiin kolmessa erässä. Ensimmäisessä erässä arvioitiin kaikki tuotteet A, B, C, D ja E. Toisessa erässä arvioitiin naudanlihatuotteet C, D ja E. Kolmannessa erässä olivat mukana tuotteet A ja D. Kolmannessa erässä oli kyseessä kilpailijamaisto eli arvioinnissa olivat mukana myös kilpailijoiden vastaavanlaiset tuotteet. Ennen ensimmäistä arviointia raatilaisten järjestettiin koulutus. Raatilaisten lukumäärä arvioinneissa vaihteli kuudesta yhdeksään.

#### 6.3.1 Raadin koulutus

Aistinvaraiseen arviointiin valittiin yhdeksän henkilöä, joista yksi oli osaston työnjohtaja ja muut laadunohjaajia sekä tuotekehittäjiä. Ennen varsinaisia arviointeja raatilaisten järjestettiin koulutustilaisuus 4.12.2018. Koulutuksen tarkoituksena oli harjaannuttaa ja perehdyttää raatilaisia, jotta saataisiin mahdollisimman yksimielinen raati. Koulutuksessa käytiin läpi jo aikaisemmin luotu sanasto liittyen sian- ja naudanlihan mureuteen sekä mehukkuuteen. Koulutuksessa raatilaisten kanssa päätettiin myös vertailunäytteet, jotka auttavat havainnollistamaan ominaisuuksien esiintymistä näytteissä. Koulutuksessa oli mukana muutamia mahdollisia vertailunäytteitä, mutta raatilaisten tuli myös ehdotuksia muista vertailunäytteistä. Koulutuksessa esiteltiin myös arvioinneissa käytettävä asteikko. Arvioinneissa käytössä oli kaksinapainen ja 11-portainen (0-10) asteikko, joka on ollut yrityksellä aiemmin käytössä. Asteikon ääripäissä sekä keskikohdissa oli sanallisia määrittelyjä helpottamaan arviointia (liite 1). Arvo 0 kuvasi mureudessa erittäin sitkeää ja mehukkuudessa erittäin kuivaa näytettä. Arvo 10 oli joko mehukkuudeltaan erittäin mehukasta tai mureudeltaan ylikypsää. Raatilaisten painotettiin, että kyseessä on ominaisuuksien voimakkuuksien arviointi. Arvioinnissa oli tarkoitus selvittää, kuinka paljon tiettyä ominaisuutta (mureus ja mehukkuus) esiintyy eri näytteissä. Arvioinneissa tulisi siis unohtaa näytteiden subjektiivinen miellyttävyys. Koulutuksessa oli mukana nykyisillä keitto-ohjelmilla kypsennetyt tuotteet A, B, C, D ja E. Raatilaisten saivat ensin maistaa itsenäisesti tuotteet ja arvioida ne mureuden ja mehukkuuden suhteen. Lopuksi tulokset käytiin läpi yhdessä ja niistä keskusteltiin. Kyseessä oli ensimmäinen arviointi, joten vastauksissa oli tässä vaiheessa vielä runsaasti hajontaa.

#### 6.3.2 Aistinvaraiset arvioinnit

Aistinvaraisissa arvioinneissa näytteet lämmitettiin höyrykeitossa pakauksen ohjeen mukaisesti. Jokainen arviointi aloitettiin vertailunäytteiden maistamisella. Tämän jälkeen raatilaisten annostelivat itse tuotenäytteet lautaselle ja siirtyivät arviointikoppeihin tekemään itsenäistä arviointia. Arviointitilassa käytettiin punaisia valoja, jotta näytteiden ulkonäköön ei kiinnitetä huomiota. Raatilaisten oli tarkoitus keskittyä vain näytteiden rakenteeseen. Arviointikopissa raatilaisten oli käytössään tietokone,

jossa oli valmiina arvioinnin kyselylomake. Lisäksi raatilaisille tarjottiin vettä, sylkykuppi, paperia ja aterimet. Näytteitä kehoitettiin maistamaan useita paloja eikä näytteitä ollut tarkoitus niellä. Kylläisyyden tunne olisi voinut haitata arviointia. Arviointien jälkeen raatilaisille tarjottiin kahvia ja pientä naposteltavaa kiitokseksi.

Ensimmäinen arviointitilaisuus järjestettiin 10.12.2018. Arvioinnin alussa päätettiin lopulliset vertailunäytteet ja ankkuroitiin ne käytettävälle asteikolle (taulukko 4.). Aistinvaraisten arviointien ensimmäisessä erässä olivat mukana tuotteet A, B, C, D ja E ja kullakin tuotteella oli kaksi näytettä. Näytteistä toinen oli kypsennetty nykyisellä keitto-ohjelmalla ja toinen uudella keitto-ohjelmalla. Näytteet koodattiin kolminumeroisesti, eivätkä arvioijat tiedäneet näytteiden keitto-ohjelmia. Arviointi toistettiin kolme kertaa samanlaisena vain tuotteiden ja näytteiden järjestystä ja koodeja vaihtamalla.

Aistinvaraisten arviointien toisessa erässä olivat mukana naudanlihatuotteet C, D ja E ja kullakin tuotteella oli kaksi näytettä. Näytteistä toinen oli kypsennetty pidemmällä keitto-ohjelmalla (ohjelma XC) ja toinen lyhyemmällä keitto-ohjelmalla (ohjelma XAD). Arviointi toistettiin kolme kertaa samanlaisena vain tuotteiden ja näytteiden järjestystä ja koodeja vaihtamalla.

Viimeisessä erässä aistinvarainen arviointi järjestettiin tuotteille A ja D. Si-anlihatuotteella A oli kaksi näytettä, joista toinen oli uudella keitto-ohjelmalla (XAD) kypsennetty tuote ja toinen kilpailijan vastaavanlainen tuote. Naudanlihatuotteella D oli kolme näytettä, joista yksi oli uudella keitto-ohjelmalla (XAD) kypsennetty tuote ja muut kahden eri kilpailijan vastaavanlaiset tuotteet.

Taulukko 4. Arvioinneissa käytettävät vertailunäytteet ja niiden sijoittuminen asteikolla

Asteikko	Vertailunäytteet (mureus)	Vertailunäytteet (mehukkuus)
0	kuivaliha	näykkileipä
2	vaahtosieni (irtokarkki)	
7		joulumena
8	ylilypsä kassler	
10	maksamakkara	hunajameloni

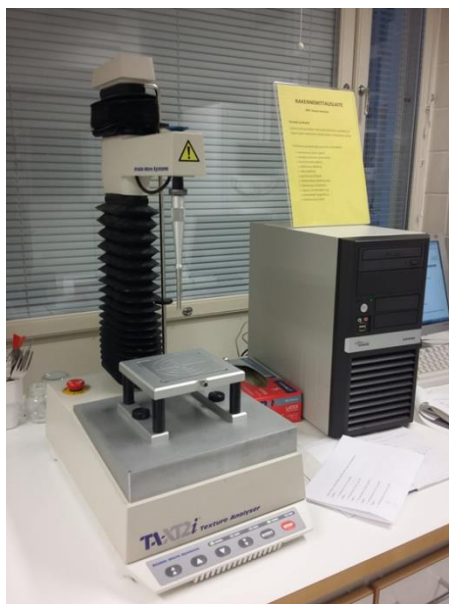
### 6.3.3 Aistinvaraisten arviointien tilastollinen analyysi

Aistinvaraisten arviointien ensimmäisen ja toisen erän tuloksia tarkasteltiin tilastollisen testin avulla. Testiksi valikoitui epäparametrinen Mann-Whitneyn testi (U-testi). Se ei edellytä muuttujien normaalijakautuneisuutta. Testi tehtiin tietokoneohjelmalla (JMP Pro). Otoksoon ollessa pieni

(< 30) testi perustuu havaintoarvojen järjestykseen. U-testi vertailee havaintoarvojen mediaaneja. Mediaani jakaa järjestetyn havaintoaineiston kahteen osaan siten, että puolet arvoista ovat mediaania pienempiä ja puolet suurempia. Mediaani on järjestetyn havaintoaineiston keskimäinen havainto. Nollahypoteesina tässä analyysissä oli se, että havaintoarvojen muodostama jakauma on sama. Mikäli vaihtoehtoinen hypoteesi tulee voimaan, se tarkoittaa jakaumien olevan erisuuria. (Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen, 2012, 72, 193–194.)

#### 6.4 Rakennemittaukset

Rakennemittaukset tehtiin ensimmäisen erän koekeitoista. Tuotteiden rakennemittaukset tehtiin Hämeen Ammattikorkeakoulun elintarvikelaboratoriossa. Rakennemittaukset tehtiin kahtena peräkkäisenä päivänä. Jälkimmäisenä päivänä toistettiin ensimmäisen päivän mittaukset. Rakennetta mitattiin tuotteista A, B, C, D ja E siten, että jokaisesta tuotteesta oli sekä nykyisellä että uudella keitto-ohjelmalla kypsennetty näyte. Rakennemittauksessa käytettiin TA.XT2i Texture Analyser- laitteistoa. Mittauksessa laitteistoon kiinnitettiin 10 mm lieriön muotoinen lisäosa (cylinder probe P/10). Näytealustana käytettiin umpinaista metallilevyä. Kuvassa 4 on laitteisto käyttövalmiina. Laite kalibroitiin ohjeistuksen mukaisesti ennen mitausten aloittamista. Näytteet temperoitiin huoneenlämpöiseksi (n. 20 °C) ennen mittauksia. Jokaisesta tuotteesta (nykyiset ja uudet ohjelmat) otettiin 10-11 näytettä. Huoneenlämpöinen näytepala aseteltiin lieriön muotoisen lisäosan alapuolelle metallialustan päälle. Mittauksessa käytetty lisäosa työntyi näytteen läpi määrittäen näytteeseen tarvittavaa puristusvoimaa. Mitä kiinteämpi koostumus näytteellä on, sitä suurempi voima tarvitaan näytteen läpäisemiseen.



Kuva 4. Rakennemittauksessa käytetty TA.XT2i Texture Analyser –laitteisto käyttövalmiina

## 6.5 Säilyvyystutkimukset

Naudanlihatuotteiden C, D ja E pidemmästä ja lyhyemmästä koekeitosta sekä sianlihatuotteen A koekeitosta lähetettiin näytteitä mikrobiologisiin säilyvyystutkimuksiin viimeisenä käyttöpäivänä. Jokaisesta tuotteesta tutkittiin kolme rinnakkaista näytettä. Mikrobiologiset säilyvyystutkimukset tulisi tehdä, mikäli lainsäädäntö edellyttää sitä tai kyseisen tuotteen säilyvyydestä ei ole riittävää näyttöä. Mikrobiologinen säilyvyystutkimus on hyvä tehdä myös tilanteissa, jos tuote, tuotteen valmistustapa tai sen pakkaustapa oleellisesti muuttuu vaikuttaen heikentävästi tuotteen säilyvyyteen. (Ruokavirasto, n.d.) Elintarviketeollisuusliitto ry (ETL, 2017) on laatinut suosituksia elintarvikkeiden mikrobiologisista ohjausarvoista viimeisenä käyttöpäivänä. Ohjearvot jaetaan pikku m- ja iso M-luokkaan. Ohjearvon m (pikku m) ylittyessä toistuvasti tilanne on arvioitava ja ohjearvon M (iso M) ylittyessä on tehtävä jo riskinarviointi ja toimijan on ryhdyttävä tarvittaessa toimenpiteisiin. Suosituksissa muun muassa sulfiittia pelkistävien klostridien ohjearvo m on alle 10 pmy/g ja M alle 100 pmy/g. Eviran ohjeessa (Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, 2017, liite 1 C) on annettu salmonellaa koskevat turvallisuusvaatimukset. Mikrobikriteeriasetuksen periaatteena on, että raakana syötäväksi tarkoitetuissa tuotteissa salmonellaa ei saa olla todettavissa 25 grammassa. Kypsennettyinä syötäväksi tarkoitetuissa jauhelihatuotteissa tai raakalihavalmisteissa, jotka on valmistettu muusta kuin siipikarjan lihasta, salmonellaa ei saa olla todettavissa 10 grammassa.

## 7 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

F-arvot laskettiin ja aistinvarainen arviointi järjestettiin kaikista koekeitoista. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset käsiteltiin myös tilastollisesti. Rakennemittaukset ja irtoavan nesteen määrä mitattiin ensimmäisen erän ja kilpailijamaiston koekeitoista. Säilyvyystutkimuksiin lähetettiin toisen erän koekeitoista naudanlihatuotteet sekä kilpailijamaistoa varten tehdystä koekeitosta sianlihatuote A.

### 7.1 F-arvot

Jokaisessa koekeitossa oli kolme data-loggeria ja niistä laskettiin F-arvo. F-arvojen laskennassa käytettiin apuna yrityksen F-arvon laskentapohjaa. Laskentapohjaan syötettiin tiettyjä parametreja. Sisälämpötilaksi asetettiin 80 °C. Laskentapohja huomioi täten vain lämpötilat, jotka ovat 80 °C tai enemmän. Riittävä lämpökäsittely koekeitoissa on F-20. Laskentapohjaan syötettiin loggerien tallentama aika (mittausväli minuutti) ja lämpötila. Taulukossa 5 (s. 25) on esitetty ensimmäisen erän koekeittojen F-arvot sekä niiden keskiarvot. F-arvot ylittivät arvon F-20, joten lämpökäsittely todettiin riittäväksi. Toisen erän koekeittojen F-arvot ja niiden keskiarvot on

esitetty taulukossa 6. Kilpailijamaiston koekeiton F-arvot ja niiden keskiarvot on esitetty taulukossa 7. Lämpökäsittely vaade toteutuu myös näissä. F-arvoissa on hiukan hajontaa loggerin sijainnista riippuen. Tämän vuoksi onkin tärkeää määrittää kaapin kylmin kohta, jotta riittävä lämpökäsittely toteutuu jokaisessa tuotepaketissa.

Taulukko 5. Ensimmäisen erän koekeittojen F-arvot sekä niiden keskiarvot

Loggerin sijainti kypsennyksessä	F-arvot koekeitossa 27.11.2018	F-arvot koekeitossa 29.11.2018	F-arvot koekeitossa 4.12.2018
Ylhäällä	32,80	28,62	31,76
Keskellä	33,28	29,38	35,35
Alhaalla	34,89	31,46	33,88
Keskiarvo	<b>33,66</b>	<b>29,82</b>	<b>33,66</b>

Taulukko 6. Toisen erän koekeittojen F-arvot sekä niiden keskiarvot

Loggerin sijainti kypsennyksessä	F-arvot koekeitossa 24.1.2019	F-arvot koekeitossa 31.1.2019
Ylhäällä	31,96	57,55
Keskellä	29,26	53,45
Alhaalla	37,38	46,64
Keskiarvo	<b>32,87</b>	<b>52,55</b>

Taulukko 7. Kolmannen erän (kilpailijamaiston) koekeittojen F-arvot sekä niiden keskiarvot

Loggerin sijainti kypsennyksessä	F-arvot koekeitossa 25.3.2019
Ylhäällä	27,50
Keskellä	30,73
Alhaalla	29,34
Keskiarvo	<b>29,19</b>

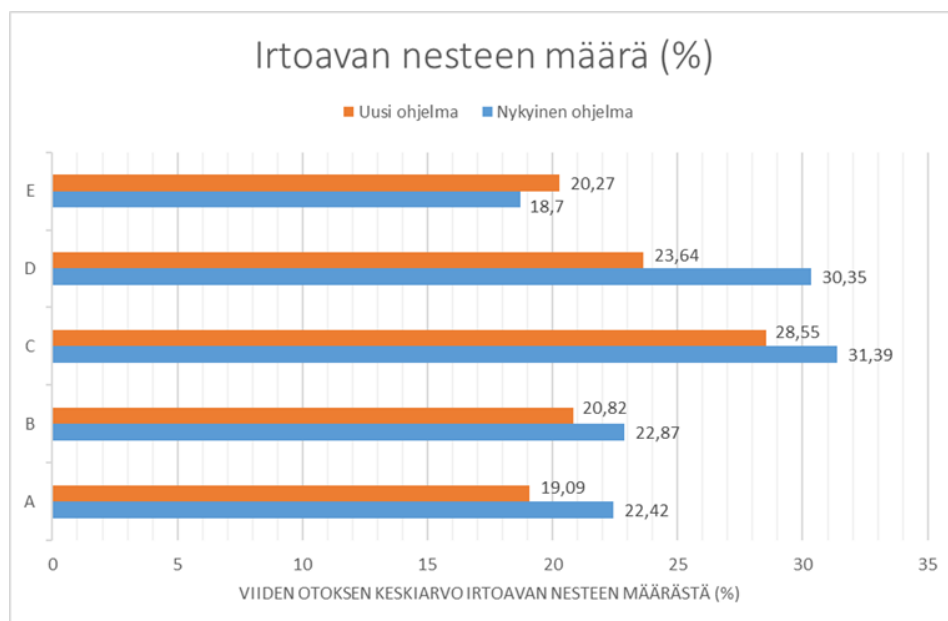
## 7.2 Irtoavan nesteen määrän mittaaminen

Irtoavan nesteen määrän mittaukset tehtiin viikoilla 48 ja 49 ensimmäisen erän koekeitoista. Irtoavan nesteen osuus laskettiin jakamalla irronneen nesteen määrä kylmänä punnitun paketin painolla. Paketin painosta vähennettiin muovipakkauksen paino. Tulos ilmoitettiin prosentteina. Irtoavat nesteet mitattiin viidestä paketista tuotetta kohden. Näistä viidestä näytteestä laskettiin nesteen määrän osuus prosentteina sekä niiden keskiarvot ja hajonnat. Tulokset on esitetty taulukossa 8 (s. 26). Tuotteilla A,

B, C ja D uusi keitto-ohjelma vähensi irtoavan nesteen määrää. Tuotteiden vedensidontakyky siis säilyi parempana. Tuotteella E uusi keitto-ohjelma puolestaan lisäsi hiukan irtoavan nesteen määrää. Suurin vaikutus uudella keitto-ohjelmalla oli tuotteeseen D, jonka irtoavan nesteen määrä väheni 6,71 prosenttiyksikköä. Irtoavan nesteen määrän osuuksien muutoksia kannattaa verrata keskihajontoihin. Esimerkiksi tuotteella E nesteen määrän osuuksien ero on +1,57 prosenttiyksikköä nykyisen ja uuden keitto-ohjelman välillä. Tuotteen E näyttöiden väliset hajonnat olivat lähes yhtä suuria kuin uuden ja nykyisen keitto-ohjelman välinen ero. Mitä pienempi keskihajonta, sitä vähemmän irtoavan nesteen määrien osuudet ovat vaihdelleet keskiarvosta. Tulokset on esitetty myös pylväskaaviona kuvassa 5.

Taulukko 8. Taulukossa on esitetty irtoavan nesteen määrien keskiarvot sekä -hajonnat

Tuote	Irtoavan nesteen määrä (KA%) (otoksen keskihajonta)				
	A	B	C	D	E
Nykyinen ohjelma	22,42 (1,81)	22,87 (1,42)	31,39 (1,21)	30,35 (0,75)	18,7 (1,25)
Uusi ohjelma	19,09 (1,61)	20,82 (0,96)	28,55 (0,70)	23,64 (2,07)	20,27 (1,52)
Ero	-3,33	-2,05	-2,84	-6,71	+1,57



Kuva 5. Irtoavan nesteen määrien mittaustulokset pylväskaaviona esitettynä

Kypsennyslämpötilan laskeminen 5 °C:lla parantaa tulosten perusteella naudan- ja sianlihan vedensidontakykyä. Lihätiedotus ry:n sivustolta haetussa taulukossa (taulukko 1., s. 12) on esitetty lihassa tapahtuvia muutoksia eri lämpötiloissa. Tämän mukaan lihasnesteiden irtautuminen lisääntyy

selvästi, kun lämpötila nousee yli 60 °C:seen ja painohävikki kasvaa lämpötilan kohotessa. Lämpötilan ollessa 90 °C painohävikki on jo suurta ja liha on kuivaa sekä kovaa. Kollageenisäikeiden ja myofibrilli-proteiinien kutistuminen lämpötilan noustessa saa aikaan vedensidontakyvyn heikkenemisen.

### 7.3 Aistinvarainen arviointi

Aistinvaraisessa arvioinnissa suurimpana haasteena oli näytepalojen välillä oleva vaihtelu. Näytepalojen välisen vaihtelun vuoksi mureuden tai mehukkuuden keskiarvo oli vaikeaa määrittää. Tuloksissa esiintyikin jonkun verran hajontaa. Arviointikertojen myötä raatillaiset kuitenkin harjaantuivat arvioinnissa ja vastausten hajonta pieneni. Aistinvaraisten arviointien tulosten pylväskuvaajat on esitetty liitteessä 2. Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset on esitetty taulukoissa 9 ja 10 sivuilla 27-28. Taulukossa esitetään raatillaisten lukumäärä eli otoskoko, vastausten tyyppi-arvo eli moodi, keskiarvo, otoskeskihajonta, vaihteluväli sekä vaihteluvälin pituus. Keitto-ohjelman pidentäminen ja lämpötilan laskeminen 5 °C:lla näyttäisi tulosten perusteella parantavan erityisesti naudanlihatuotteiden (C ja D) mureutta ja mehukkuutta. Sianlihatuotteeseen A uuden keitto-ohjelman vaikutus mureuteen ja mehukkuuteen oli vähäisin. Sianlihatuotteen B ja naudanlihatuotteen D uusi keitto-ohjelma paransi hiukan kyseisten tuotteiden mureutta ja mehukkuutta.

Taulukko 9. Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset mureudesta

Tuotteiden A, B, C, D ja E mureus					
<b>Nykyinen ohjelma</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Otoskoko (n)	21	21	16	25	25
Moodi	7	7	4	4	6
Keskiarvo	<b>6,24</b>	<b>5,86</b>	<b>4,69</b>	<b>3,68</b>	<b>5,76</b>
Otoskeskihajonta	0,89	1,31	1,25	1,07	1,09
Vaihteluväli [min,max]	[5,8]	[4,8]	[2;7]	[1;5]	[4;8]
Vaihteluvälin pituus	3	4	5	4	4
<b>Uusi ohjelma</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Otoskoko (n)	21	21	16	25	25
Moodi	6	7	7	6	6
Keskiarvo	<b>6,14</b>	<b>6,57</b>	<b>6,00</b>	<b>5,60</b>	<b>5,84</b>
Otoskeskihajonta	0,85	0,75	1,51	1,29	1,25
Vaihteluväli [min,max]	[4;7]	[5;8]	[3;8]	[2;8]	[2;8]
Vaihteluvälin pituus	3	3	5	6	6



Taulukko 10. Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset mehukkuudesta

Tuotteiden A, B, C, D ja E mehukkuus					
<b>Nykyinen ohjelma</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Otoskoko (n)	21	21	16	25	25
Moodi	5	5	4	4	4
Keskiarvo	<b>5,43</b>	<b>5,00</b>	<b>3,63</b>	<b>3,56</b>	<b>4,76</b>
Otoskeskihajonta	0,75	1,00	1,20	0,87	1,13
Vaihteluväli [min,max]	[4;7]	[3;7]	[2;7]	[2;5]	[3;7]
Vaihteluvälin pituus	3	4	5	3	4
<b>Uusi ohjelma</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Otoskoko (n)	21	21	16	25	25
Moodi	5	6	4	4	6
Keskiarvo	<b>5,19</b>	<b>5,38</b>	<b>4,56</b>	<b>4,48</b>	<b>5,12</b>
Otoskeskihajonta	0,87	0,80	1,31	1,05	1,30
Vaihteluväli [min,max]	[4;7]	[4;7]	[2;6]	[3;7]	[2;7]
Vaihteluvälin pituus	3	3	4	4	5

Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien jälkeen pidettiin toimeksiantajan ohjaajan kanssa välikatsaus aistinvaraisten arviointien tuloksista. Välikatsauksessa todettiin, että naudanlihatuotteiden uudet keitto-ohjelmat tuottivat positiivisia tuloksia. Näin ollen päätettiin jatkaa naudanlihatuotteiden tutkimista. Toisen erän koekeitoissa tutkittiin, vaikuttaako keitto-aika naudanlihatuotteiden C, D ja E mureuteen ja mehukkuuteen, kun keittolämpötila pysyy samana. Naudanlihatuotteet kypsennettiin lyhyemmällä keitto-ohjelmalla XAD ja pidemmällä keitto-ohjelmalla XC. Tuotteilla C ja E keittoajan pidentäminen lisäsi tuotteiden mureutta ja mehukkuutta, mutta tuotteeseen D keittoajalla ei ollut suurta vaikutusta. Toisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset on esitetty taulukoissa 11 ja 12 sivuilla 28-29.

Taulukko 11. Toisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset mureudesta.

Naudanlihatuotteiden (C, D, E) mureus			
<b>Lyhyempi ohjelma</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Otoskoko (n)	18	18	18
Moodi	7	6	6
Keskiarvo	<b>6,06</b>	<b>5,67</b>	<b>5,39</b>
Otoskeskihajonta	1,06	0,77	1,20
Vaihteluväli [min,max]	[3,7]	[4,7]	[3,7]
Vaihteluvälin pituus	4	3	4
<b>Pidempi ohjelma</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Otoskoko (n)	18	18	18
Moodi	6	5	7
Keskiarvo	<b>6,61</b>	<b>5,56</b>	<b>6,39</b>
Otoskeskihajonta	0,85	1,10	0,70
Vaihteluväli [min,max]	[5,8]	[4,8]	[5,7]
Vaihteluvälin pituus	3	4	2

Taulukko 12. Toisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset mehukkuudesta.

Naudanlihatuotteiden (C, D, E) mehukkuus			
Lyhyempi ohjelma	C	D	E
Otoskoko (n)	18	18	18
Moodi	5	5	5
Keskiarvo	<b>4,06</b>	<b>4,33</b>	<b>4,56</b>
Otoskeskihajonta	1,06	1,03	1,10
Vaihteluväli [min,max]	[2,5]	[2,6]	[3,6]
Vaihteluvälin pituus	3	4	3
Pidempi ohjelma	C	D	E
Otoskoko (n)	18	18	18
Moodi	5	4	6
Keskiarvo	<b>4,61</b>	<b>4,39</b>	<b>5,17</b>
Otoskeskihajonta	1,09	1,04	1,10
Vaihteluväli [min,max]	[3,6]	[2,7]	[3,7]
Vaihteluvälin pituus	3	5	4

Tuloksissa on jonkin verran hajontaa. Vastausten hajontaa selittää osaltaan se, että lihan mureus vaihtelee eri lihasten välillä ja tutkituissa tuotteissa on käytetty ruhon eri osia. Lisäksi ihmiset kokevat mureuden ja mehukkuuden eri tavalla eli toiset mieltävät lihan mureammaksi tai mehukkaammaksi kuin toiset. Tämän vuoksi arvioinneissa oli mukana vertailunäytteet, jotta näytteiden arviointi helpottuisi.

#### 7.4 Aistinvaraisten arviointien tilastollinen analyysi

Tilastollinen analyysi tehtiin tietokoneohjelmalla ja liitteessä 3 on esimerkkinä tuotteen A uuden ja vanhan (=nykyisen) keitto-ohjelman tulostulosta. Tulostulosta nähdään testin laskema p-arvo. Ohjelma tuotti kaiken kaikkiaan kolme p-arvoa, jotka olivat tässä tapauksessa hyvin lähellä toisiaan. Mikäli jakauma noudattaisi normaalijakaumaa, p-arvot luettaisiin kohdasta "2 Sample-Test, Normal Approximation". Mureuden ja mehukkuuden jakaumat olivat vinoja eikä normaalijakautuneisuus toteutunut. Tulosten p-arvot on luettu kohdasta "1-Way Test, ChiSquare Approximation". P-arvot olisi voitu yhtä hyvin lukea myös kohdasta "2-Sample, Exact Test". P-arvot olivat kuitenkin niin lähellä toisiaan, ettei sillä ollut tulosten kannalta merkitystä kummasta p-arvosta tulos tulkittiin. Mikäli p-arvo on pienempi kuin 0,05, nollahypoteesi jää voimaan eikä keitto-ohjelmien välillä ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Ensimmäisen erän koekeittojen tarkoituksena oli tutkia, vaikuttaako keittoajan pidentäminen ja keittolämpötilan laskeminen tilastollisesti merkitsevästi tuotteiden mureuteen ja mehukkuuteen. Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien tilastolliset tulokset on esitetty taulukossa 13 (s. 31). Tuloksista nähdään, että uusi keitto-ohjelma paransi tilastollisesti merkit-

sevästi naudanlihatuotteista C:n ja D:n mureutta sekä mehukkuutta. Molemmissa tapauksissa nollahypoteesi hylätään ja vaihtoehtoinen hypoteesi tulee voimaan. Tilastollinen analyysi antoi C-tuotteen näytteille p-arvoksi mureudesta 0,0154 ja mehukkuudesta 0,0225. Koska sekä mureudessa että mehukkuudessa p-arvot ovat pienempiä kuin 0,05 mutta suurempia kuin 0,01, nollahypoteesi hylätään. Tulos on näin ollen tilastollisesti melkein merkitsevä ja riskitaso on 5 %. D-tuotteen näytteiden p-arvoksi saatiin mureudesta <0,0001 ja mehukkuudesta 0,0031. Nollahypoteesi hylätään ja riskitasoksi tulee mureudesta 0,1 % ja mehukkuudesta 1 %. Tuotteen D kohdalla näytteiden väliset erot mureudessa ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä (p-arvo <0,001) ja mehukkuudessa merkitseviä (p-arvo < 0,01). Sianlihasta valmistettujen tuotteiden A ja B mureus ja mehukkuus eivät parantuneet tilastollisesti merkitsevästi uudella keitto-ohjelmalla. Myöskään naudanlihatuotteen E uudella ohjelmalla ei saatu tilastollisesti merkitsevästi parempia tuloksia mureudesta tai mehukkuudesta.

Sianlihasta valmistettujen tuotteiden mureus ja mehukkuus olivat jo lähtökohtaisesti paremmalla tasolla kuin naudanlihatuotteiden. Sianliha on mureampaa kuin naudanliha johtuen erilaisesta lihaskudoksesta. Saatu tulos oli siis hyvin todennäköinen. Sianlihatuotteiden keittolämpötilan laskeminen 5 °C:lla ja keittoajan pidentäminen ei siis tehnyt tuotteista tilastollisen analyysin perusteella mureampia tai mehukkaampia. Naudanlihatuotteiden keittolämpötilan laskeminen 5 °C:lla ja keittoajan pidentäminen parantaa mureutta ja mehukkuutta tilastollisesti merkitsevästi. Naudanlihatuotteen E mureus ja mehukkuus ei kuitenkaan parantunut tilastollisesti merkitsevästi uudella keitto-ohjelmalla. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että tuotteen E sidekudospitoisuus on suurempi kuin muilla naudanlihatuotteilla. Tuotteen E palojen välinen vaihtelu oli erityisen suurta ja näin ollen näytteiden välistä eroa ei ehkä koettu niin suureksi.

Taulukko 13. Ensimmäisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset. Näytteinä olivat sekä nykyisellä että uudella keitto-ohjelmalla kypsennetyt tuotteet. Taulukossa keskiarvo-, mediaani- ja hajontasarakkeissa olevat arvot \*-merkillä tarkoittavat mureuden tuloksia ja ilman merkkiä olevat arvot mehukkuuden tuloksia.

Tuote	Näytteet	Keskiarvo	Mediaani	Hajonta	P-arvot	Tulkinta
A	Uusi keitto-ohjelma (XAD)	*6,14 5,19	*6 5	*0,85 0,87	Mureus: 0,8200	Nollahypoteesi jää voimaan
	Nykyinen keitto-ohjelma	*6,24 5,43	*6 5	*0,89 0,75	Mehukkuus: 0,4157	
B	Uusi keitto-ohjelma (XBD)	*6,57 5,38	*7 5	*0,75 0,80	Mureus: 0,0619	Nollahypoteesi jää voimaan
	Nykyinen keitto-ohjelma	*5,86 5	*6 5	*1,31 1	Mehukkuus: 0,1392	
C	Uusi keitto-ohjelma (XC)	*6 4,56	*6,5 4,5	*1,50 1,31	Mureus: 0,0154	Nollahypoteesi hylätään Vaihtoehtoinen hypoteesi tulee voimaan Merkitsevyystaso 5 %
	Nykyinen keitto-ohjelma	*4,69 3,63	*5 3,5	*1,25 1,20	Mehukkuus: 0,0225	
D	Uusi keitto-ohjelma (XAD)	*5,60 4,48	*6 4	*1,29 1,04	Mureus: < 0,0001	Nollahypoteesi hylätään Vaihtoehtoinen hypoteesi tulee voimaan Merkitsevyystaso 0,1 % (mureus) ja 1 % (mehukkuus)
	Nykyinen keitto-ohjelma	*3,68 3,56	*4 4	*1,06 0,86	Mehukkuus: 0,0031	
E	Uusi keitto-ohjelma (XBD)	*5,84 5,12	*6 5	*1,25 1,30	Mureus: 0,6107	Nollahypoteesi jää voimaan
	Nykyinen keitto-ohjelma	*5,76 4,76	*6 5	*1,09 1,13	Mehukkuus: 0,2097	

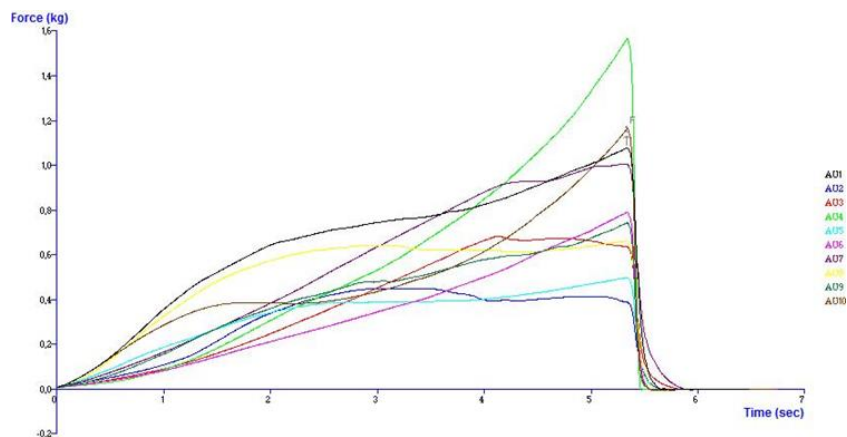
Toisen erän koekeittojen tarkoituksena oli tutkia, kuinka kypsennysaika vaikuttaa naudanlihatuotteiden mureuteen ja mehukkuuteen. Toisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset on esitetty taulukossa 14 (s. 32). Ohjelmiksi valikoitui XAD, jossa keittoaika oli lyhin verrattuna muihin sekä XC, jossa keittoaika oli pisin verrattuna muihin. Tilastollisten analyysien perusteella tuotteiden C ja D mureus tai mehukkuus eivät parantuneet tilastollisesti merkitsevästi keittoajan pidentämisellä. Tuotteeseen E keittoajan pidentäminen vaikuttaa tilastollisesti merkitsevästi mureuteen, mutta ei mehukkuuteen. Tuote E on sidekudospitoisuudeltaan suurempi kuin C ja D, joten luultavasti pidemmässä keittoajassa kollageenisäikeet ehtivät muuttua paremmin vesiliukoiseen muotoon ja muuttua näin mureammaksi.

Taulukko 14. Taulukossa on esitetty toisen erän aistinvaraisten arviointien tulokset. Näytteinä olivat lyhyemmällä ja pidemmällä keitto-ohjelmalla kypsennetyt tuotteet. Taulukossa keskiarvo-, mediaani- ja hajontasarakkeissa olevat arvot \*-merkillä tarkoittavat mureuden tuloksia ja ilman merkkiä olevat arvot mehukkuuden tuloksia.

Tuote	Näytteet	Keskiarvo	Mediaani	Hajonta	P-arvot	Tulkinta
C	Lyhyt keitto-ohjelma (XAD)	*6,06 4,06	*6 4	*1,06 1,06	Mureus: 0,1614 Mehukkuus: 0,1396	Nollahypoteesi jää voimaan
	Pitkä keitto-ohjelma (XC)	*6,61 4,61	*6,5 5	*0,85 1,09		
D	Lyhyt keitto-ohjelma (XAD)	*5,67 4,33	*6 4,5	*0,77 1,03	Mureus: 0,4704 Mehukkuus: 0,8374	Nollahypoteesi jää voimaan
	Pitkä keitto-ohjelma (XC)	*5,56 4,39	*5 4	*1,10 1,04		
E	Lyhyt keitto-ohjelma (XAD)	*5,39 4,56	*6 5	*1,20 1,10	Mureus: 0,0077 Mehukkuus: 0,1002	Mureus: Nollahypoteesi hylätään Vaihtoehtoinen hypoteesi tulee voimaan Merkitsevyytaso 1 % Mehukkuus: Nollahypoteesi jää voimaan
	Pitkä keitto-ohjelma (XC)	*6,39 5,17	*6,5 5	*0,70 1,10		

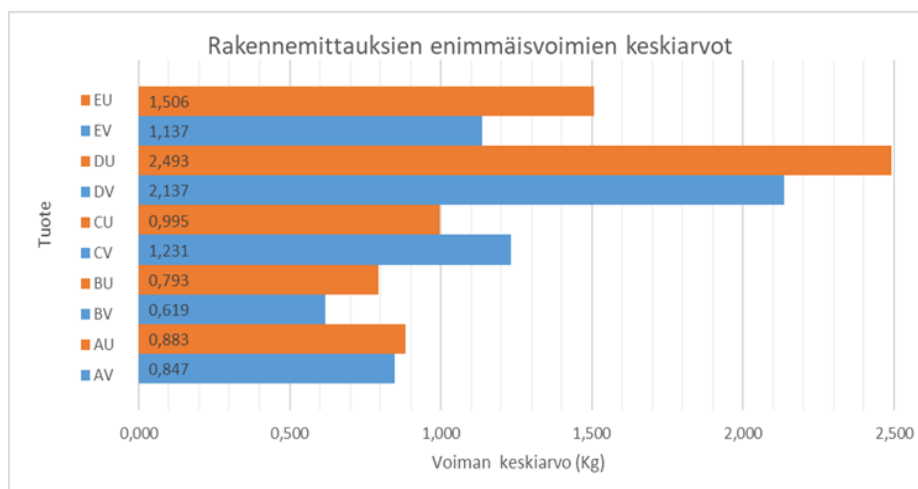
## 7.5 Rakennemittaukset

Rakennemittaukset tehtiin ensimmäisen erän koekeitoista tuotteille A, B, C, D ja E. Näytteinä olivat uudella ja nykyisellä keitto-ohjelmalla kypsennetyt tuotteet. Näytteiden lukumäärä vaihteli 19:sta 22:een. Rakennemittauksissa tulokset ilmoitetaan joko tuotteen läpäisemiseen tarvittavana enimmäisvoimana (kg) tai voiman ja ajan (s) muodostaman käyrän pinta-alana (kg/s). Laitteisto tuottaa graafisen käyrän tuotteen rakenteesta. Mitä pienempi enimmäisvoima (kg) ja mitä pienempi voiman ja ajan muodostaman käyrän pinta-ala (kg/s) on, sitä pehmeämpää näyte on. Kuvassa 6 on esimerkki tuotteen A uudella keitto-ohjelmalla kypsennettyjen näytepalojen muodostama graafinen kuvaaja.



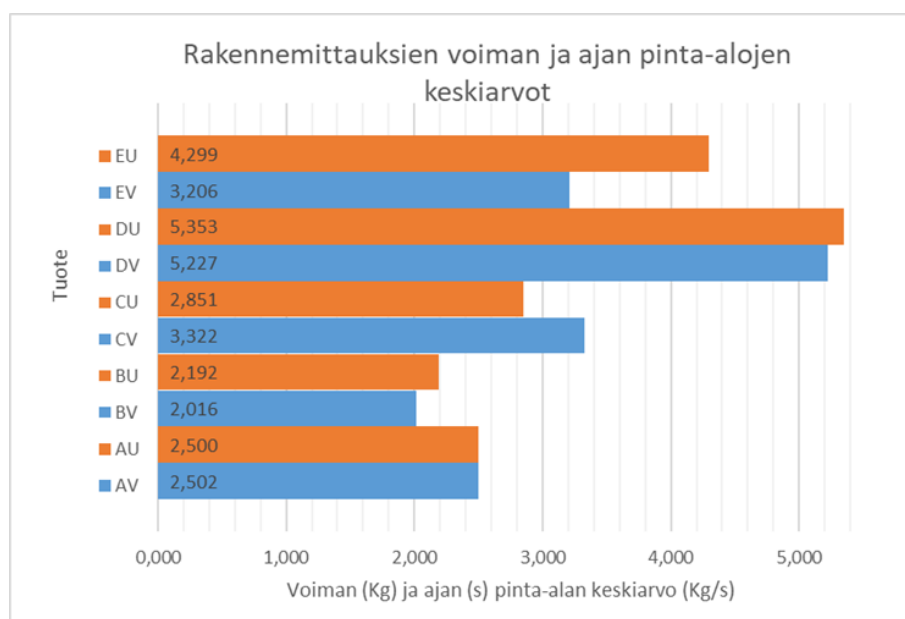
Kuva 6. Tuotteen A uudella keitto-ohjelmalla kypsennettyjen näytepalojen muodostama graafinen kuvaaja

Rakennemittauksien tuloksissa oli paljon hajontaa eri näytepalojen välillä. Rakennemittauksien tulokset on esitetty kuvissa 7 ja 8. Pylväskuvaajissa U tarkoittaa uutta ohjelmaa ja V nykyistä ohjelmaa. Esimerkiksi AV on tuotteen A nykyisen ohjelman tulokset.



Kuva 7. Rakennemittauksien enimmäisvoimien keskiarvot

Mitä pienempi voimien keskiarvo on, sitä pehmeämpää näyte on. Oranssit pylväät ovat uuden keitto-ohjelman läpikäyneitä näytteitä ja siniset pylväät nykyisen keitto-ohjelman läpikäyneitä näytteitä. Enimmäisvoimia tarkasteltaessa huomataan, että tuotteiden A, B, D ja E uudet ohjelmat tuottivat näiden mittausten perusteella rakenteeltaan kiinteämpiä tuotteita kuin nykyiset ohjelmat. Vain tuotteen C uusi keitto-ohjelma tuotti pehmeämpiä tuotteita kuin nykyinen keitto-ohjelma.



Kuva 8. Rakennemittauksien voiman ja ajan muodostamien käyrän pinta-alojen keskiarvot

Voiman ja ajan muodostaman käyrän pinta-aloja tarkasteltaessa tulokset ovat samankaltaiset kuin enimmäisvoimissa. Mitä pienempi pinta-ala on, sitä pehmeämpi näyte on. Tuotteessa C uusi keitto-ohjelma tuotti rakennemittauksissa pienemmän käyrän pinta-alan kuin nykyinen keitto-ohjelma.

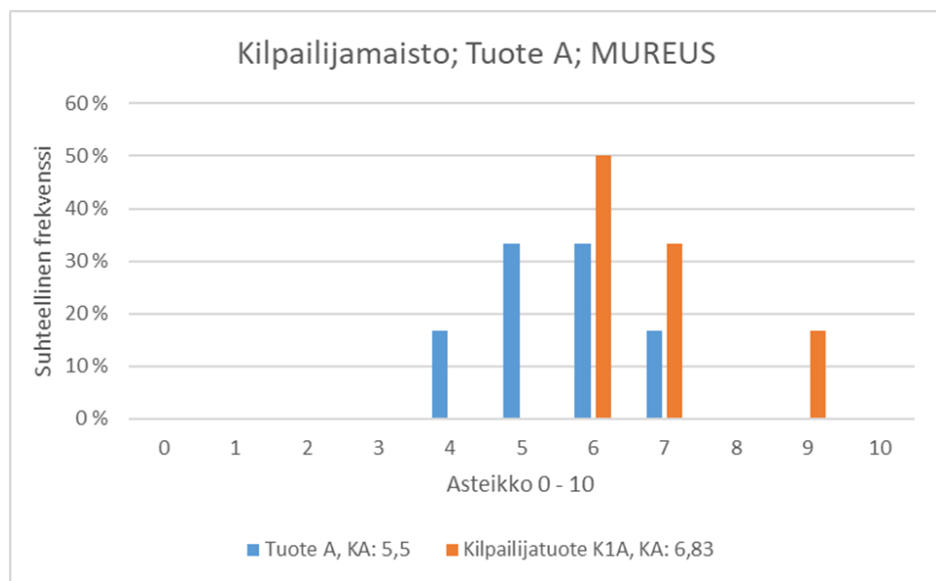
Rakennemittauksien tuloksien perusteella uusi keitto-ohjelma paransi vain naudanlihatuotteen C mureutta. Tulokset ovat kuitenkin melko epävarmoja. Tuloksissa oli paljon hajontaa näytepalojen välillä. Huomioitavaa on myös se, että rakennemittauksien tulokset ovat osittain ristiriidassa aistinvaraisen arviointien kanssa. Aistinvaraisessa arvioinnissa etenkin naudanlihatuotteiden C ja D uudet keitto-ohjelmat arvioitiin mureutta lisääväksi tekijäksi. Näin ollen rakennemittaukset ja aistinvaraiset arvioinnit ovat tuotteen C kohdalla yhdenmukaiset. Tähän syynä saattaa olla kyseisen tuotteen suurempi palakoko. Tuotteet A, B, D ja E ovat palakooltaan pienempiä kuin tuote C. Tämän ristiriitaisuuden vuoksi rakennemittauksien tuloksia ei huomioida uusien keitto-ohjelmien mahdollisessa käyttöönotossa.

## 7.6 Säilyvyyskokeiden tulokset

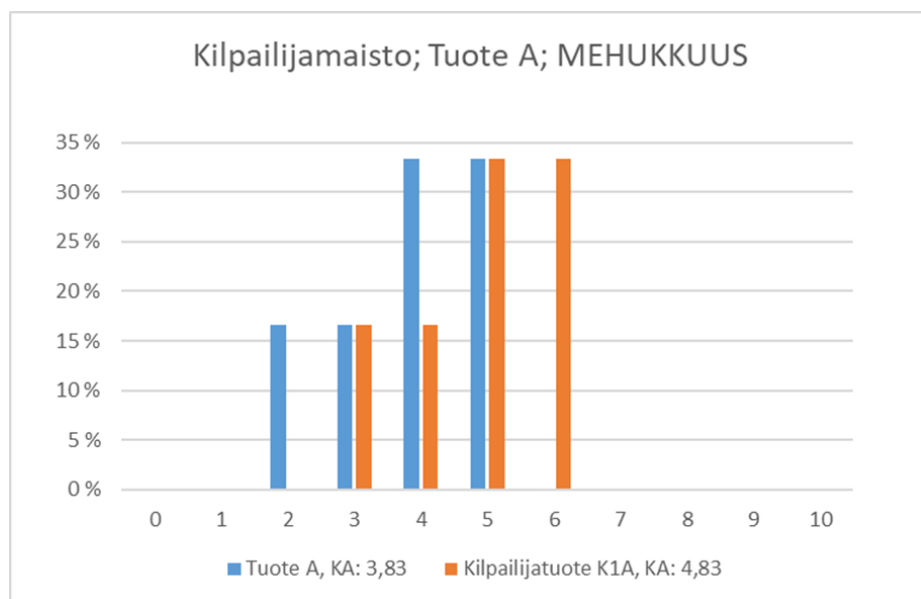
Lyhyemmällä keitto-ohjelmalla (XAD) sekä pidemmällä keitto-ohjelmalla (XC) kypsennettyjen naudanlihatuotteiden C, D ja E mikrobiologinen laatu todettiin tutkimusten perusteella hyväksi. Tuotteissa ei todettu tutkittujen mikrobien raja-arvojen ylityksiä. Tulosten perusteella voidaan siis todeta, että käytetty lämpötila-aikayhdistelmä on riittävä lämpökäsittely kyseisille tuotteille. Myös sianlihatuotteen A mikrobiologinen laatu todettiin hyväksi.

## 7.7 Kilpailijamaiston tulokset

Kilpailijamaistossa olivat mukana naudanlihatuote D sekä sianlihatuote A. Tuotteet kypsennettiin uudella keitto-ohjelmalla XAD. Naudanlihatuotteella oli yhteensä kolme näytettä, joista kaksi oli kahden eri kilpailijayrityksen vastaavanlaiset naudanlihatuotteet K1D ja K2D. Sianlihatuotteella oli kaksi näytettä, joista toinen on kilpailijan vastaavanlainen tuote K1A. Ajanpuutteen vuoksi kilpailijamaistoa ei järjestetty kaikille tuotteille. Kilpailijamaistoa ei toistettu, joten raatilaisten lukumäärä on pienempi kuin aiemmissa arvioinneissa. Raatilaisia osallistui kilpailijamaistoon kuusi henkilöä. Kilpailijamaisto järjestettiin kuitenkin samalla kaavalla. Näytteet koodattiin kolminumeroisesti eivätkä raatilaiset tienneet, että arvioinnissa oli mukana myös kilpailijoiden tuotteita. Sianlihatuotteiden kilpailijamaiston tulokset on esitetty pylväskuvaajina kuvissa 9 ja 10 (s. 35). Sianlihatuotteissa kilpailijan vastaavanlainen tuote K1A arvioitiin mureammaksi ja mehukkaammaksi. Raatilaisten mielestä ero oli hyvin selkeä. Uudella keitto-ohjelmalla (XAD) kypsennetty sianlihatuote A oli erityisen kuivaa ja kumi- maista.



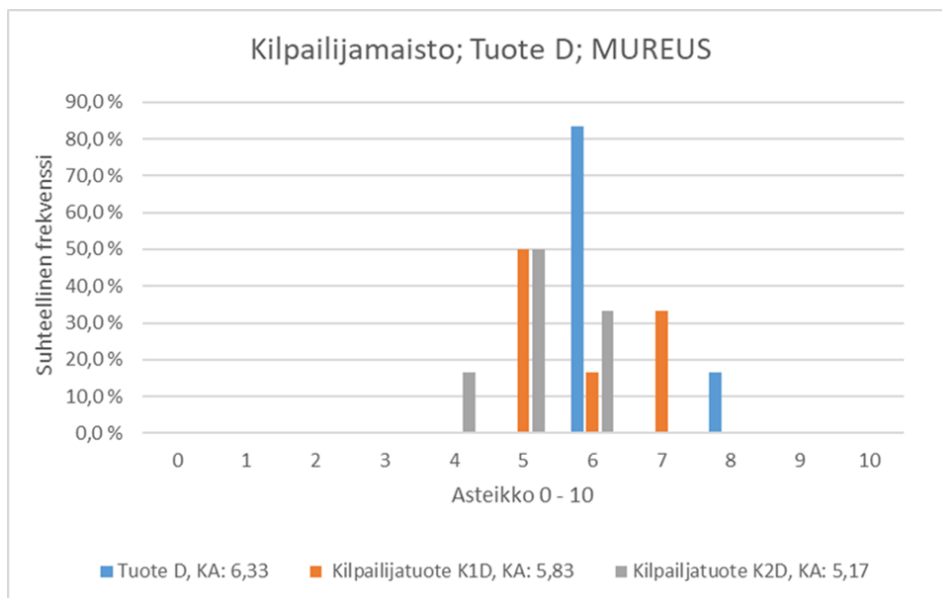
Kuva 9. Tuotteen A kilpailijamaiston tulokset mureudesta. KA kuvaa vastausten keskiarvoa



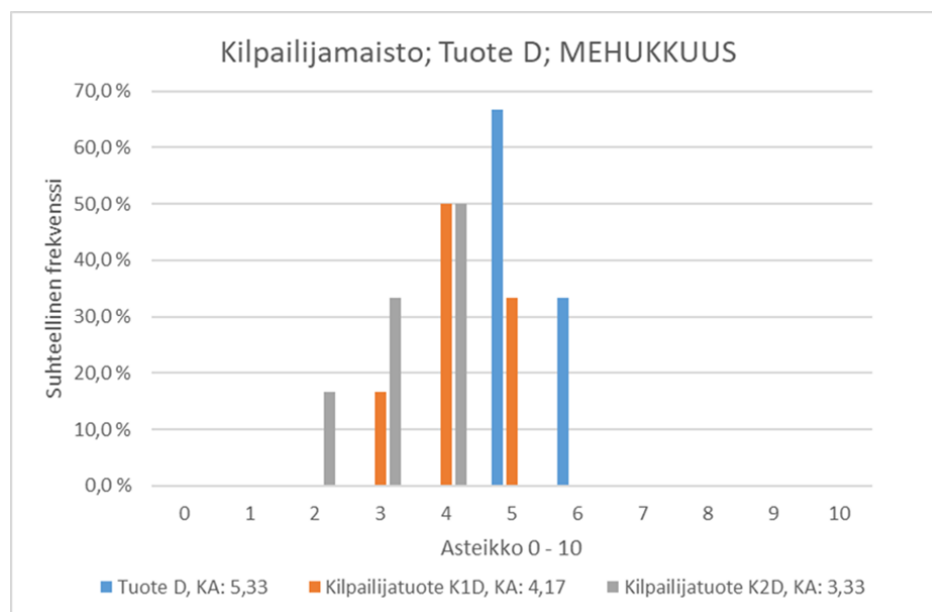
Kuva 10. Tuotteen A kilpailijamaiston tulokset mehukkuudesta

Naudanlihatuotteiden kilpailijamaiston tulokset on esitetty pylväskuvajina kuvissa 11 ja 12 (s. 36). Keitto-ohjelmalla XAD kypsennetty tuote D oli kilpailijoiden vastaavanlaisiin tuotteisiin verrattuna mureinta ja mehukainta. Huonoimmat arviot sai kilpailijatuote K2D.





Kuva 11. Tuotteen D kilpailijamaiston tulokset mureudesta



Kuva 12. Tuotteen D kilpailijamaiston tulokset mehukkuudesta

Kilpailijamaiston tuotteista mitattiin myös irtoavat nesteet. Irtoavan nesteen määrät on esitetty taulukossa 15 (s. 37). Nesteet mitattiin vain yhdestä paketista tuotetta kohden, joten se täytyy ottaa tuloksien tulkinassa huomioon. Tuloksien perusteella kilpailijatuotteista irtoaa enemmän nestettä kuin tuotteista A ja D. Sianlihatuotteen kohdalla on ristiriitainen tulos, sillä tuote A arvioitiin aistinvaraisesti kuivemmaksi kuin tuote K1A. Tuotteesta K1A irtoaa kuitenkin enemmän nestettä kuin tuotteesta A.

Taulukko 15. Kilpailijamaiston tuotteiden irtoavan nesteen määrät

Tuote	Irtoavan nesteen määrä (%)
A	25,79
K1A	33,83
D	26,64
K1D	34,80
K2D	29,83

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sian- ja naudanlihan mureuteen vaikuttavat lukuisat eri tekijät. Suurin lihan mureuteen vaikuttava tekijä on lihan sidekudospitoisuus, joka vaihtelee muun muassa eläinlajien ja eri ruhonosien välillä. Teurastuksen jälkeen lihan mureuteen voidaan vaikuttaa raakakypsennyksellä, lihan jauhamisella, entsyymeillä, happamilla marinadeilla sekä kypsennyksellä.

Ensimmäisessä koekeittoerässä tuotteiden keittolämpötilaa laskettiin 5 °C:lla ja keittoaika pidennettiin nykyiseen keitto-ohjelmaan verrattuna. Sianlihatuotteilla keittoajan pidentäminen ja keittolämpötilan alentaminen ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi tuotteiden mureuteen tai mehukkuuteen. Sianlihatuotteiden keittolämpötilan laskeminen ja keittoajan pidentäminen eivät siis ole tämän tutkimuksen perusteella kannattavaa. Tätä johtopäätöstä tukee kilpailijamaiston huonot tulokset verrattuna kilpailijan vastaavanlaiseen tuotteeseen. Naudanlihatuotteista C:n ja D:n mureus ja mehukkuus paranivat tilastollisesti merkitsevästi keittolämpötilan alentamisella ja keittoajan pidentämisellä. Naudanlihatuotteista E:n mureus tai mehukkuus eivät parantuneet tilastollisesti merkitsevästi keittolämpötilan laskemisella ja keittoajan pidentämisellä. Kaikista suurin vaikutus uudella keitto-ohjelmalla oli tuotteeseen D. Kilpailijamaistossa tuote D sai parhaimmat arvosanat. Tuote D voitti kahden eri kilpailijan vastaavanlaiset tuotteet.

Toisessa koekeittoerässä naudanlihatuotteita kypsennettiin uusista keitto-ohjelmista lyhyimmällä (XAD) sekä pisimmällä keitto-ohjelmalla (XC). Tarkoituksena oli tutkia, tarvitseeko keittoaika pidentää ”äärimmilleen”. Eli toisin sanoen, voidaanko kaikki naudanlihatuotteet kypsentää lyhyemmällä keitto-ohjelmalla pidemmän keitto-ohjelman sijasta. Naudanlihatuotteella E pidempi keitto-ohjelma paransi tuotteen mureutta tilastollisesti merkitsevästi, mutta ei mehukkuutta. Tuote E sisältää muita naudanlihatuotteita enemmän sidekudosta. Suurempi sidekudospitoisuus on todennäköisesti syynä siihen, että tuote E tarvitsee muita naudanlihatuotteita pidemmän keittoajan tullakseen mureammaksi. Pidempi keittoaika paransi hiukan tuotteen C mureutta ja mehukkuutta, mutta lyhyemmän ja pidemmän keitto-ohjelman välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Tuotteeseen D keittoajan pidentämisellä ei ollut juurikaan vaikutusta. Vaikka tuotteen E mureus parani tilastollisesti merkitsevästi pidemmällä keittoajalla, ei pidemmän keitto-ohjelman käyttöönottoa pidetä tässä kohdalla tarpeellisena. Turhan pitkä keittoaika on tuotannollisesti hankala toteuttaa. Tämän tutkimuksen perusteella olisi tarpeellista harkita naudanlihatuotteiden keitto-ohjelmien lämpötilan laskemista ja keittoajan pidentämistä nykyisistä keitto-ohjelmista.

Naudanlihatuotteiden mureus ja mehukkuus voivat vaihdella paljon kypsennyserien välillä, vaikka keitto-ohjelma pysyykin samana. Tätä vaihtelua ei tässä tutkimuksessa otettu huomioon, sillä aistinvaraisten arviointien toistoarvioinneissa mukana olleet näytteet olivat peräisin samasta kypsennyserästä. Tuotteiden mureuden ja mehukkuuden vaihtelun tutkiminen eri kypsennyserien välillä olisi tarpeellista.

Kaikkien tuotteiden kohdalla keitto-lämpötilan lasku ja keittoajan pidentäminen vähensivät irtoavan nesteen määrää eli tuotteiden vedensidontakyky säilyi parempana. Irtoavan nesteen määrä kasvaa kypsennyslämpötilan noustessa. Irtoavan nesteen määrän väheneminen jättää lihatuotteet mehukkaammiksi.

Sous vide -kypsennyksessä suurimman riskin aiheuttavat itiölliset bakteerit. *Clostridium botulinum* -bakteeri kasvaa hapettomissa olosuhteissa ja sen itiöt voivat selvitä pastörintikäsitelyssä. Tämän vuoksi on tärkeää varmistaa riittävä lämpökäsittely, kun kypsennyslämpötilaa alennetaan. ECFF:n antamien suositusten mukaan riittävä lämpökäsittely *C. botulinumin* kannalta on 90 °C:ssa kymmenen minuuttia. Kun lämpötilaa laskeetaan esimerkiksi alle 90 °C:n, täytyy kypsennysaikaa pidentää.

Rakennemittauksien tuloksia ei otettu johtopäätöksissä lainkaan huomioon. Syy rakennemittauksien tuloksien mitätöintiin on tulosten ristiriitaisuus aistinvaraisten arviointien tuloksien kanssa. Ainoastaan naudanlihatuotteen C kohdalla tulokset olivat yhteneväiset. Tuote C oli palakooltaan muita tuotteita suurempi, joten rakennemittaus mahdollisesti soveltui tälle tuotteelle paremmin sen takia. Rakennemittauslaite tunnisti kuitenkin eri lihalajien välisen mureuden eron. Sianlihatuotteet olivat rakennemittaus tulosten perusteella mureampia kuin naudanlihatuotteet. Todennäköisesti pienen palakoon vuoksi rakennemittauslaite ei pystynyt erottamaan luotettavasti eri keitto-ohjelmilla kypsennettyjen näytteiden välistä eroa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa sian- ja naudanlihatuotteiden asiakas- ja kuluttajakokemusta. Asiakaskokemuksen voidaan katsoa parantuneen irtoavan nesteen määrän vähenemisellä uusien keitto-ohjelmien myötä. Kuluttajakokemus parani naudanlihatuotteista C:n ja D:n osalta uusilla keitto-ohjelmilla. Lisäksi uusien keitto-ohjelmien tuoteturvallisuus säilyi entisten kaltaisina. Uusien keitto-ohjelmien F-arvot olivat riittäviä ja tuotteiden mikrobiologinen laatu säilyi hyvänä.

## LÄHTEET

Appelbye, U. & Tuorila, H. (toim.) (2008). *Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät*. Helsinki: Helsinki University Press.

Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15–30. Haettu 5.11.2018 osoitteesta <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X11000035>

Boles, J.A. (2010). Thermal Processing. Teoksessa Toldrá, F. (toim.) *Handbook of meat processing*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.

European Chilled Food Federation (ECFF). (2006). Recommendations for the Production of Prepackaged Chilled Food. Haettu 13.11.2018 osoitteesta [https://www.ecff.net/wp-content/uploads/2018/10/ECFF\\_Recommendations\\_2nd\\_ed\\_18\\_12\\_06-2.pdf](https://www.ecff.net/wp-content/uploads/2018/10/ECFF_Recommendations_2nd_ed_18_12_06-2.pdf)

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. (2017). Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset. Ohje elintarvikealan toimijoille. Komission asetuksen (EY) No 2073/2005 soveltaminen sekä yleisiä ohjeita elintarvikkeiden mikrobiologisista tutkimuksista. Haettu 1.3.2019 osoitteesta [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-oppaat/eviran\\_ohje\\_10501\\_2\\_mikrobiologiset\\_vaatimukset\\_toimijoille.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-oppaat/eviran_ohje_10501_2_mikrobiologiset_vaatimukset_toimijoille.pdf)

Fredriksson-Ahomaa, M. & Korkeala, H. (2007). Liha- ja lihavalmisteet. Teoksessa Korkeala, H. (toim.). *Elintarvikehygienia; ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Ijäs, T., Leino, P. & Åkerström, A. (2001). *Lihankäyttöopas*. Helsinki: Otava.

Juárez, M., Aldai, N., López-Campos, Ó., Dugan, M. E. R., Uttaro, B. & Aalhus, J. L. (2012). Teoksessa Hui, Y. H. (toim.). *Handbook of meat and meat processing*. Second edition. USA: CRC press.

Kerth, C. R. (toim.). (2013). *The science of meat quality*. Ebook central - tietokanta. Haettu 1.11.2018 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi>

Korkeala, H. (2007). Bacillus cereus. Teoksessa Korkeala, H. (toim.) *Elintarvikehygienia; ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Korkeala, H. & Heikinheimo, A. (2007). *Clostridium perfringens*. Teoksessa Korkeala, H. (toim.). *Elintarvikehygieniä; ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Korkeala, H. & Lundén, J. (2007). *Listeria monocytogenes*. Teoksessa Korkeala, H. (toim.). *Elintarvikehygieniä; ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Lawrie, R. A. & Ledward, D. (2006). *Lawrie's Meat Science*. Seventh edition. Abington: Woodhead Publishing Ltd.

Leino, P., Kohtala, J., Kymäläinen S., Tarvainen, J., & Henriksson, J. (2007). *Liha-alan ammattioppi*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lihatiedotusyhdistys ry (n.d.,a). Lihan koostumus. Haettu 29.10.2018 osoitteesta <https://www.lihatiedotus.fi/mita-liha-on/lihan-koostumus.html>

Lihatiedotusyhdistys ry (n.d.,b). Lihan kypsyminen. Lihan koostumus. Haettu 31.10.2018 osoitteesta <https://www.lihatiedotus.fi/mita-liha-on/lihan-koostumus/lihan-kypsyminen.html>

Lindström, M. (2007). Lämpötila. Teoksessa Korkeala, H. (toim.). *Elintarvikehygieniä; ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Lindström, M. & Korkeala, H. (2007). *Clostridium botulinum*. Teoksessa Korkeala, H. (toim.). *Elintarvikehygieniä; ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta 2011/1367. Haettu 13.11.2018 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20111367?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=elintarvikehuoneistojen%20elintarvikehygieniasta>

Mänttari, S. (2012). Tuki- ja liikuntaelimistö, liikkuminen. Biologian laitos. Slideplayer.fi. Haettu 13.5.2019 osoitteesta <https://slideplayer.fi/slide/6023933/>

Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2012). *Tilastollisten menetelmien perusteet*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Parkkinen, K. & Rautavirta, K. (2013) *Uteliäs kokki. Elintarviketietoa ja -kemialta ruoanvalmistajalle*. Helsinki: Restamark Oy.

Pesonen, M. (2015). Naudanlihan syöntilaatuun vaikuttavat tekijät. Kirjallisuusselvitys. Luonnonvarakeskus Luke. Haettu 25.10.2018 osoitteesta [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485474/luke-luobio\\_6\\_2015.pdf?sequence=6](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485474/luke-luobio_6_2015.pdf?sequence=6)

Pihlajaviita, S. (2014). Sous vide. Hellävaraista ruuanvalmistusta turvallisuus huomioon ottaen. Luentomateriaalit. Elintarvikepäivät.

Remes, M. (toim.) (2013). *Liha – kaikki lihasta laiturilta lautaselle*. Helsinki: Readme.fi Oy.

Ruokavirasto. (n.d.). Säilyvyysaika ja sen määrittäminen. Omavalvonta. Elintarvikealan yhteiset vaatimukset. Haettu 1.3.2019 osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/omavalvonta/sailyvyysaika-ja-sen-maarittaminen/>

Ryynänen, T., Kaikkonen, P. & Metsänvuori, K. (1991). *Lihateollisuuden ammattioppi 2*. Helsinki: VAPK-kustannus.

Solunetti, (2006a). Yleistä lihaskudoksesta. Haettu 29.10.2018 osoitteesta <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/lihaskudos/>

Solunetti, (2006b). Yleistä luusta. Haettu 29.10.2018 osoitteesta <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/luu/>

Warris, P. (2000). *Meat science: an introductory text*. Ebook central -tietokanta. Haettu 9.11.2018 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi>

## AISTINVARAISEN ARVIOINNIN ARVIOINTILOMAKE

**Rakenne - Mureus**

Pureskele huolellisesti näytettä suussasi ja arvioi kuinka helposti se hajoaa eli kuinka paljon joudut tekemään hampailla työtä palasen hajottamiseksi. Tee arviointi useammasta (5-7) lihapalasesta ja arvioi tulos näiden palasten kokonaisvaikutelmasta.

0 = erittäin sitkeä, vaatii pitkän pureskelun ennen kuin tuote on nieltävää massaa

4 = ei sitkeää, ei mureaa, vaatii jonkin verran työtä, kovahko

6 = melko helposti purtavissa, jo melko miellyttävän mureaa

8 = mureaa, hajoaa pienellä työllä pureskeltaessa

10 = erittäin mureaa, menettänyt rakenteensa (palakokoa ei pysty määrittelemään) eikä hajoaminen vaadi pureskelua, ylikypsä, täysin hajonnut

erittäin sitkeä                      0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10                      ylikypsä

Kommentit \_\_\_\_\_

**Rakenne - Mehukkuus**

Pureskele näytettä suussasi ja arvioi *lihan rakennetta*, vapautuuko siitä nestettä pureskeltaessa. Mikäli näyte vaatii runsaasti sylkeä pureskeltaessa, on näyte kuiva. **Mitä enemmän nestettä lihasta vapautuu, sitä mehukkaampi näyte on.**

Tee arviointi useammasta lihapalasta ja arvioi tulos näiden palasten kokonaisvaikutelmasta.

0 = näyte vaatii runsaasti sylkeä pureskelun aikana, kuiva

4 = näytteestä vapautuu jonkin verran nestettä suuhun pureskeltaessa

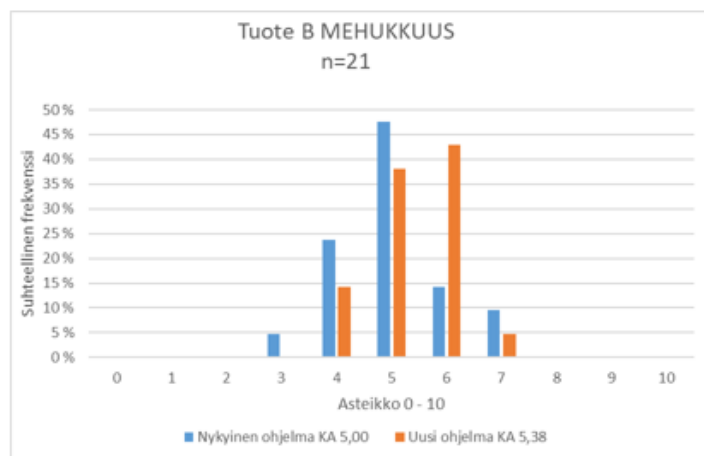
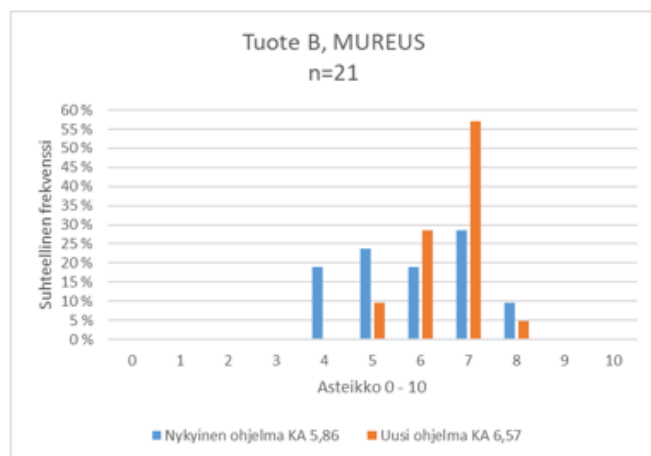
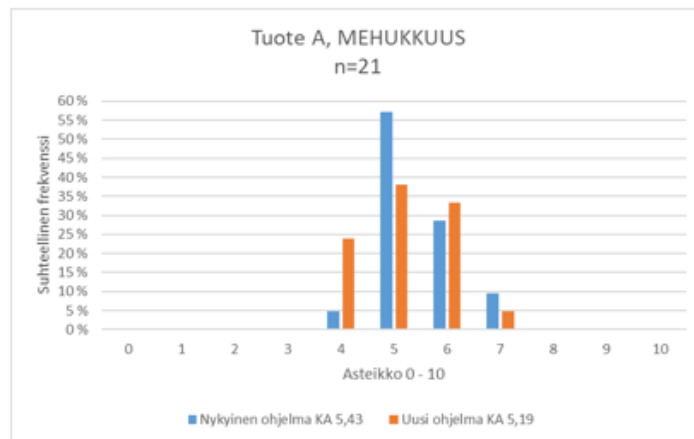
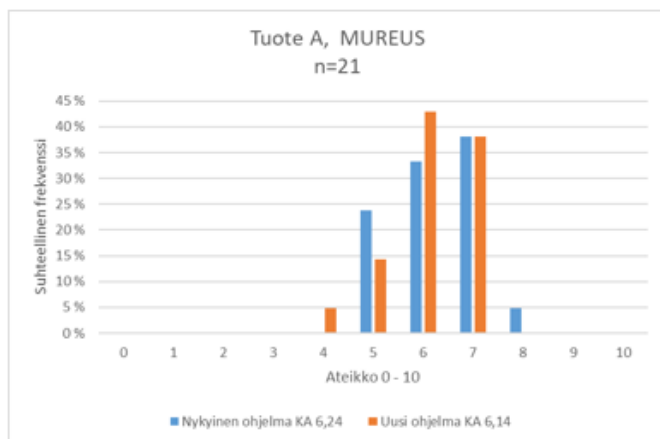
7 = näytteestä vapautuu kohtalaisesti nestettä pureskeltaessa

10 = näytteestä vapautuu runsaasti nestettä pureskeltaessa, hyvin mehukas

erittäin kuiva                      0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10                      erittäin mehukas

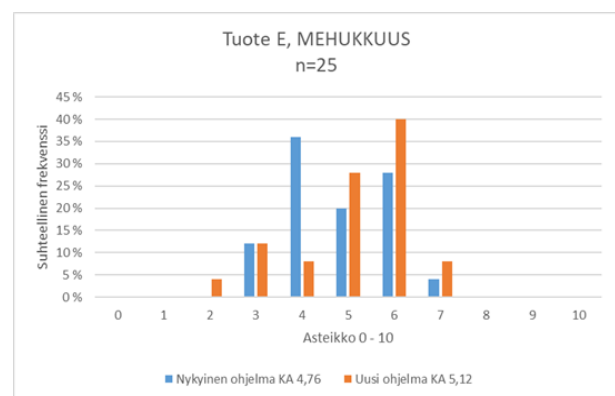
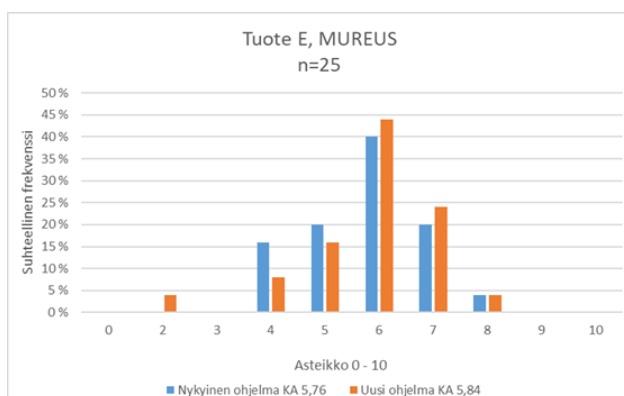
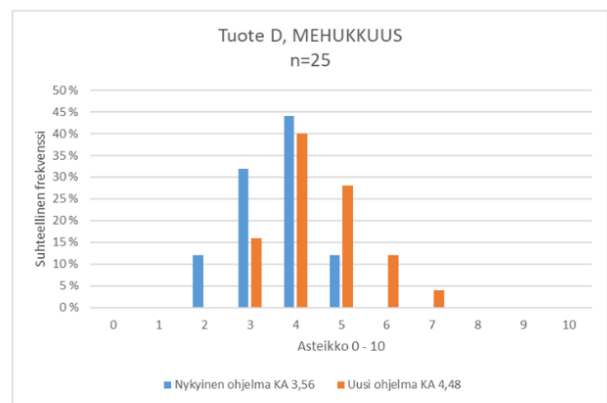
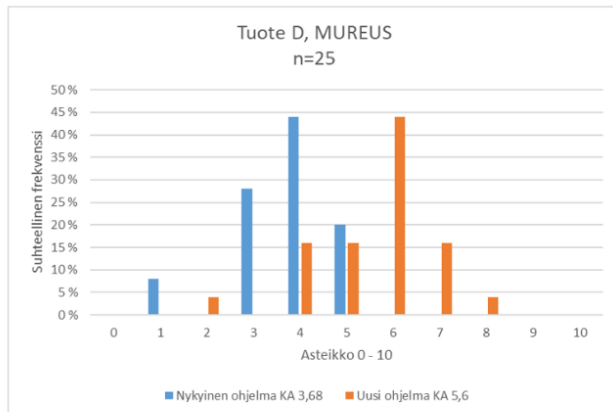
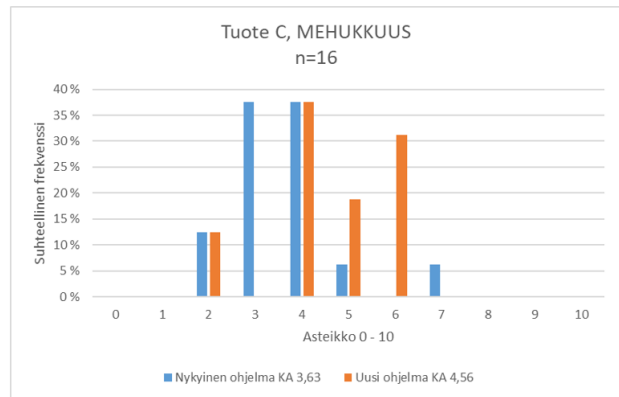
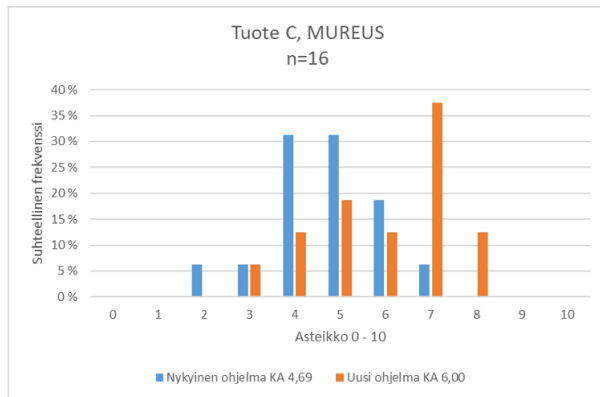
Kommentit \_\_\_\_\_

## AISTINVARAISTEN ARVIOINTIEN TULOKSET (Sianlihatuotteet)

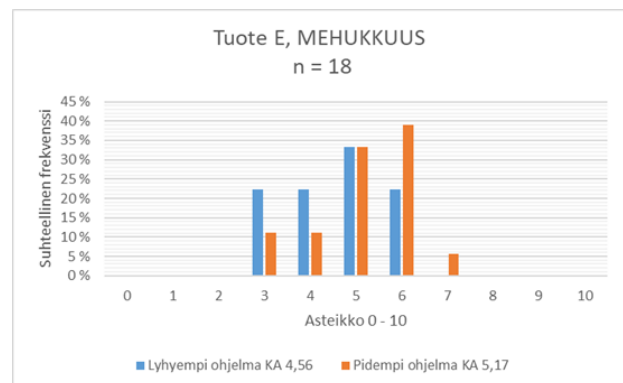
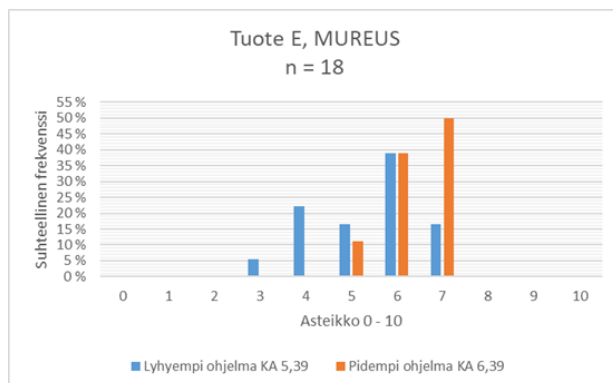
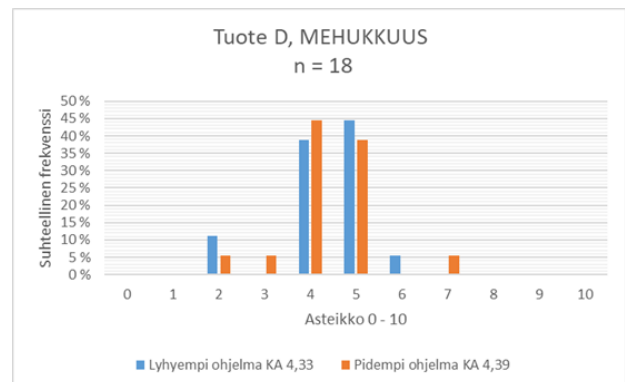
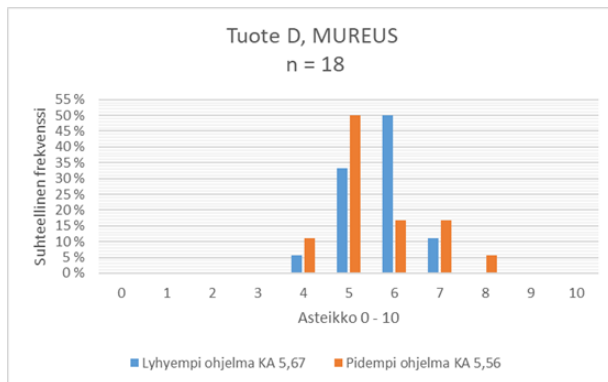
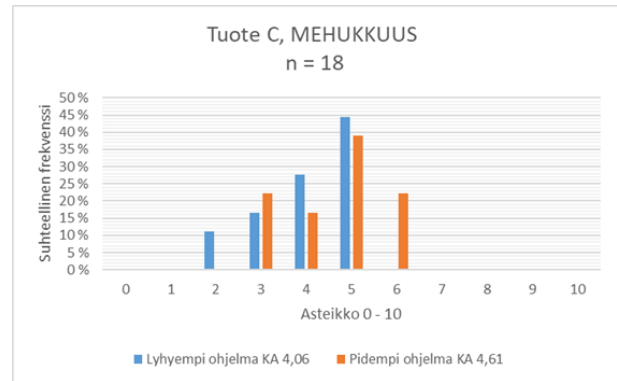
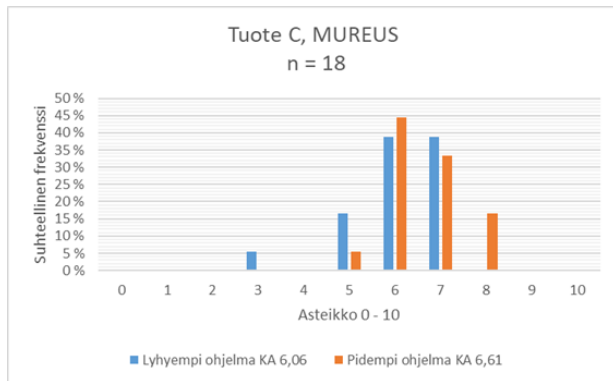




### AISTINVARAISTEN ARVIOINTIEN TULOKSET (Naudanlihatuotteet)



### AISTINVARAISTEN ARVIOINTIEN TULOKSET (Toisen erän arvioinnit naudanlihatuotteille)



## TILASTOLLISEN ANALYYSIOHJELMAN TULOSNÄKYMÄ (Tuote A)

