
RAKENTEESEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT PORSAAN ULKOFILEEN LUONTAISESSA MUREUTTAMISESSA



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Hämeenlinna, kevät 2016

Sanni Kuivanen



Visamäki
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Elintarviketekniikka

Tekijä	Sanni Kuivanen	Vuosi 2016
Työn nimi	Rakenteeseen vaikuttavat tekijät porsaan ulkofileen luontaisessa mureuttamisessa	

TIIVISTELMÄ

On yleisesti tiedettyä, että lihan mureus on yksi tärkeimmistä lihan laatuun vaikuttavista tekijöistä. Kuluttajat ovat valmiita maksamaan mureasta lihasta enemmän kuin sitkeästä lihasta.

Työ toteutettiin toimeksiantaja MP Maustepalvelu Oy:lle. Tavoitteena oli löytää lihan rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä. Kokeellisessa osuudessa tutkittiin lisämureuttajan vaikutusta porsaan ulkofileeseen eri pitoisuuksina. Kontrollinäytteeseen lisättiin suolaa ja vettä, jotta sen suolapitoisuus ja lisätyn veden määrä olivat samalla tasolla kuin käsitellyissä näytteissä. Näytteet analysoitiin rakenteenmittauslaitteella, jolla pyrittiin mittaamaan näytteiden mureutta. Näytteistä arvioitiin myös mureus, mehukkuus ja maun miellyttävyys aistinvaraisesti 7-portaisella asteikolla. Koe suoritettiin täysin samanlaisena kolme kertaa tulosten luotettavuuden parantamiseksi.

Tulosten perusteella lihaan lisätty lisämureuttaja mureuttaa lihaa toivotusti, mutta lihaa käsiteltäessä tulee olla tarkka siitä, että lisämureuttaja jakautuu tasaisesti suikaleiden sekaan. Maun miellyttävyys oli suurinta kun lisämureuttajaa oli lisätty 1 %. Oli kuitenkin huomattavaa, miten systemaattisesti osa raadista suoritti psykologisia virheitä, eli keskihakuisuusvirhettä ja tottumisvirhettä.

Kehitysehdotuksena on kokeen suorittaminen suuremmalla otantajoukolla, jolloin tuloksista saadaan luotettavammät kuin tässä työssä.

Avainsanat porsaan ulkofilee, mureutuminen, rakenteenmittaus

Sivut 47 s. + liitteet 1 s.

Visamäki

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Food Engineering

Author

Sanni Kuivanen

Year 2016

Subject of Bachelor's thesis

Factors affecting to texture of pork sirloin in natural tenderization

ABSTRACT

It is usually known that meat tenderness is one of the most important factors that affect meat quality. Consumers are ready to pay more for tender than tough meat.

The thesis was commissioned by MP Maustepalvelu Oy. The aim of the thesis was to find factors that affect the tenderness of meat. In the experimental part of the thesis the effect of an extra tenderizer on pork sirloin in different percentages was examined. There was also a control sample with added salt and water to make its salt and added water content at the same level as the treated samples. The samples were analyzed with a texture analyzer to measure the meat tenderness. In the sensory evaluation panelists evaluated the meat tenderness, juiciness and taste on a 7-point scale. The experiment was repeated three times exactly in the same way to improve the reliability of the results.

The results of the thesis show that the added tenderizer tenderizes meat in the desired way, but when meat is treated care must be taken that the extra tenderizer is distributed evenly with the meat strips. The palatability was the greatest when only 1 % of the extra tenderizer was added. It was also notable that some of the panelists made psychological mistakes i.e. centripetal and familiarization mistakes.

As a development proposal it is recommended that the experiment is conducted with a bigger number of samples to obtain more reliable results than in this thesis.

Keywords pork sirloin, tenderization, texture analyzer

Pages 47 p. + appendices 1 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LIHA.....	2
2.1	Lihan rakenne.....	2
2.2	Rigor mortis.....	4
2.3	Liha ja lämpö.....	5
3	PORSAANLIHA	7
3.1	Porsaanlihan mureus	7
3.2	Porsaanlihan laatu	8
3.3	Lihan mikrobiologia.....	8
3.4	Porsaan ulkofilee	9
4	MUREUS.....	11
4.1	Mureuteen vaikuttavat tekijät.....	11
4.2	Mureuden mittaus.....	12
5	LIHAN LUONTAINEN MUREUTTAMINEN	13
5.1	Raakakypsytyt.....	13
5.2	Riiputus	14
5.3	Mekaaninen mureutus	14
5.4	Marinointi.....	15
5.5	Muita menetelmiä.....	15
6	LIHAN RAKENTEEN TUTKIMINEN.....	17
6.1	Warner-Bratzler-testi.....	17
6.2	Rakenteen tutkiminen käytännössä	18
6.3	Rakenteen tutkiminen porsaasta.....	18
6.4	Sous vide -kypsennys	18
6.5	Aistinvarainen tutkimus	19
7	KOKEELLINEN OSUUS	22
7.1	Esikoe.....	22
7.2	Perehdytys	23
7.3	Varsinainen koe.....	23
7.4	Aistinvarainen arviointi.....	23
7.5	Rakenteenmittaus	24
8	TULOKSET.....	25
8.1	Rakenteenmittauksen tulokset.....	25
8.2	Aistinvaraisen arvioinnin tulokset.....	38

8.3 Tulosten vertailu.....	42
9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	43
LÄHTEET	45

Liite 1 Arviointilomake

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutetaan toimeksiantona MP Maustepalvelu Oy:lle. MP Maustepalvelu Oy on yli 60-vuotias yritys, joka aloitti raaka-ainetoimittajana ja vuosien varrella yhtiöstä on kehittynyt monipuolinen elintarvikealan toimija, jonka asiakkaat hyötyvät yrityksen vahvasta osaamisesta ja kansainvälisistä kontakteista. MP Maustepalvelu Oy tarjoaa kattavat palvelut aina ideoinnista ja raaka-ainetestauksista tuotekehitykseen, komponenttien hankintaan ja varastointiin sekä asiakaskohtaisten seosten valmistamiseen. (MP Maustepalvelu Oy n.d.)

Lihateollisuus on yksi tärkeimmistä teollisuuksista maailman taloudessa (Kim 2001, 565). Lihalla on suuri biologinen arvo proteiininlähteenä, sillä lihan proteiinien koostumus vastaa ihmisen omia proteiineja. Liha sisältää kaikki ihmisen terveydelle välttämättömät aminohapot. Liha on myös tärkeä B-vitamiinien, erityisesti B1-vitamiinin, niasiinin ja A-vitamiinin lähde. Liha on päälähte raudalle, kuparille, sinkille ja seleenille. (Warris 2000, 4–5; Kim 2001, 564; Remes 2013, 164.)

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia porsaan ulkofileen mureutumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Koska lihan rakenne ja ominaisuudet vaikuttavat olennaisesti lihan mureutumiseen, on lihan rakennetta ja ominaisuuksia esitelty tässä opinnäytetyössä laajempi kokonaisuus. Opinnäytetyössä kokeillaan lisämureuttajan vaikutusta porsaan ulkofileeseen. Tutkimusmenetelminä mureutumisen mittaukselle käytetään aistinvaraisen arvioinnin lisäksi rakenteenmittauslaitetta. Lihan mureutumista arvioimaan valittiin asiantuntijaraati toimeksiantajan yrityksestä. Työn tavoitteena on tutkia, mureutuuko liha nopeammin ja paraneeko lihan laatu käytettävän lisämureuttajan avulla.

2 LIHA

Lihan kulutus Suomessa on noussut tasaisesti elintason noustessa. Suomalaisista 96 prosenttia syö lihaa. Keskimäärin jokainen kansalainen syö vuodessa lähes 80 kiloa lihaa. Lihansyönnillä on suuri vaikutus terveyteemme, koska liha on monipuolinen ravintoaineiden lähde, ainoastaan kuitua ja C-vitamiinia ei saa lihasta. Liha ja liharuuat ovat suomalaisten paras proteiininlähde ja lihan sisältämä proteiini on hyvälaatuista. Se sisältää kaikki elimistön tarvitsemat välttämättömät aminohapot, joita tarvitaan muun muassa kudosten rakennusaineina. Liha pitää hyvin yllä kylläisyyden tunnetta. Proteiinipitoinen ruokavalio vähentää haitallista vatsaontelon sisäistä rasvaa. Proteiini myös säästää lihaskudosta ja kohdistaa laihtumista sinne minne pitääkin eli rasvakudokseen. Lihassa on kuitenkin myös tyydyttyneitä rasvahappoja eli kovia rasvoja sekä tyydyttymättömiä rasvahappoja eli pehmeitä rasvoja. Tyydyttyneet rasvat ovat jääkaappilämpötilassa kovia. Terveydelle niiden liiallinen saanti on riski. Ne lisäävät muun muassa sydän- ja verisuonisairauksien, joidenkin syöpien, tyypin 2 diabeteksen ja sappikivien riskiä. Noin puolet suomalaisten käyttämästä lihasta kulutetaan erilaisina lihavalmisteina ja puolet varsinaisena lihana. (Remes 2013, 162–163; Ijäs & Välimäki 2008, 91.)

Lihan mureutumiseen vaikuttavien tekijöiden tarkasteluun vaikuttaa olennaisesti lihan rakenteen tunteminen, rigor mortis, eli kuolonkankeus ja sen vaikutukset mureutumiseen

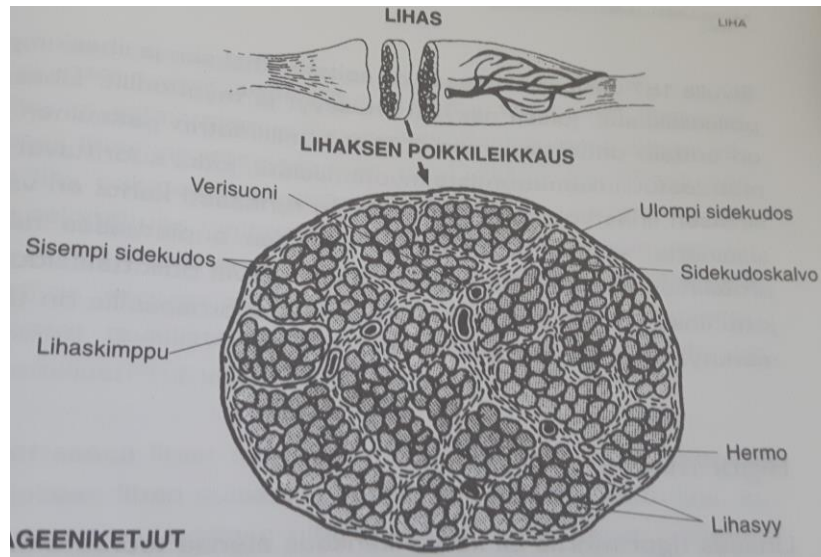
2.1 Lihan rakenne

Lihan rakenteen ymmärtäminen on tärkeää, jotta ymmärretään lihaksen ominaisuuksia ja jotta lihasta voidaan käyttää ravintona. Lihan laatuominaisuuksiin vaikuttaa esimerkiksi myofibrillien, eli lihassäikeiden, supistumistila ja rakenteen hajoaminen. On hyvä tietää, kuinka eri komponentit, kuten rasva, proteiini ja vesi ovat sitoutuneet lihakseen, jotta voidaan esimerkiksi valvoa eläimen kasvua. (Cassens 1987, 11.)

Lihasta ympäröi sidekudos, jota esiintyy verkkona koko lihaskudoksessa. Sidekudos päättyy jänteisiin, jotka ovat kiinnittyneet toisesta päästä luihin. Sidekudos on elimistön tukikudosta. Se koostuu pääasiassa erityisestä valkuaisaineesta, kollageenista, jonka puolestaan muodostavat kolme itsensä ympäri kietoutunutta peptidiketjua. Ketjujen välillä on poikittaissidoksia. Nuorella eläimellä näitä sidoksia on vähän, vanhalla, kasvunsa lopettaneella eläimellä sidoksia on runsaammin. Rasitukselle alttiiksi joutuviissa lihaksissa, kuten jalkalihaksissa, sidekudos on karkeampaa ja sitä on myös enemmän kuin passiivisimmissa lihaksissa, kuten fileessä. Lihassy on erittäin ohut, vain noin 0,01-0,1 millimetrin paksuinen. Se muodostuu hyvin monista myofibrilleistä, jotka suorittavat varsinaisen lihastyön. Myofibrilleissa on runsaasti kahta eri valkuaisainetta, aktiinia ja myosiinia. Lihaksen supistuessa näiden proteiinien

välille muodostuu niitä lyhentäviä poikittaissidoksia, jotta lihas voi liikkua. Tällä biokemiallisella prosessilla on tärkeä merkitys lihan mureudelle. (Dahlgren 1994, 186–188.)

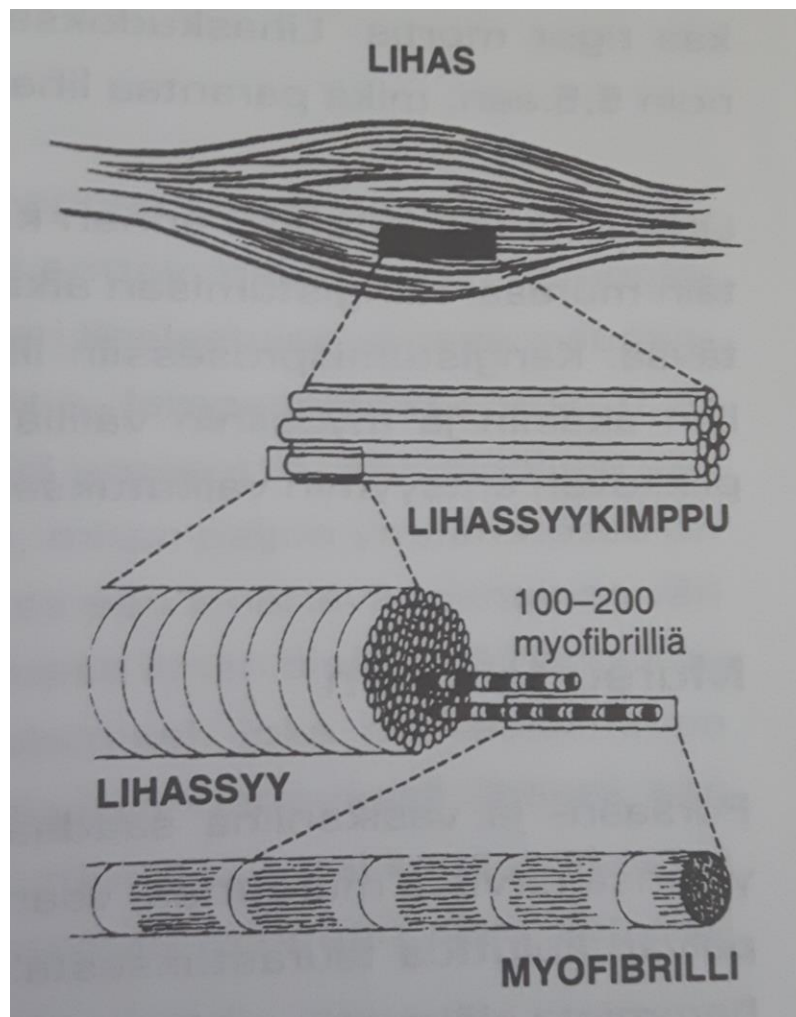
Kuvassa 1 on esitetty lihaksen poikkileikkaus, josta ilmenee miten lihas on rakentunut.



Kuva 1. Lihaksen poikkileikkaus (Dahlgren 1994).

Suurin osa lihaksesta on vettä. Elävässä kudoksessa keskimääräinen veden määrä on 75 % lihaksen painosta. Toiseksi eniten lihaksessa on proteiinia. (Huff-Lonergan 2010, 5.)

Kuvassa 2 (s. 3) on esitetty lihaksen rakentuminen lihassykimpuista ja edelleen myofibrilleistä.



Kuva 2. Lihaksen rakentuminen (Dahlgren, 1994).

2.2 Rigor mortis

Kemialliset prosessit jatkuvat elimistössä, vaikka eläimen elämä päättyy teurastukseen. Lihassoluissa on kuoleman jälkeen vielä varastoituneena energiaa lihan sisäisenä hiilihydraattina, glykokeeninä. Glykokeenistä saadaan aineenvaihdunnassa energiaa, joka pitää lihakset jonkin aikaa lepotilassa. Lihakseen varastoitunut energia pitää lihassäikeiden aktiinin ja myosiinin erillään. Sillä lihasten lepotila kestää 2–4 tuntia teurastuksen jälkeen. Lihassolujen käytettyä energiavarastot loppuun alkaa rigor mortis eli kuolonkankeus. Aktiini ja myosiini liittyvät yhteen muodostaen aktomyosiinia, jolloin lihakset jäykistyvät ja lyhentyvät. Voimakkaimmillaan kuolonkankeus on vuorokauden kuluttua teurastuksesta. Silloin myös lihaksen vedensidontakyky on huonoimmillaan ja liha sitkeimmillään. Kuolonkankea liha soveltuu huonosti ruuanlaittoon. Se on hyvin kimmoisaa, minkä voi todeta painamalla lihaa sormella. Syntynyt kuoppa palautuu nopeasti ennalleen. (Remes 2013, 158; Ijäs & Välimäki 2008, 96.)

Lihassa rigor mortis eli kuolonkankeus etenee teurastuksen jälkeen siten, että adenosiinitrifosfaatti (ATP) estää lihassolun supistumisen. Aineenvaihdunta-reaktioiden yhteydessä ATP kuitenkin hajoaa, minkä seurauksena lihas supistuu. Elävissä soluissa glykogeeni palaa tavallisesti hiilidioksidiksi, mutta kuolleen eläimen soluissa reaktio pysähtyy maitohappoon. Tämän seurauksena pH laskee samalla kun lihas supistuu. Seurauksena tästä on rigor mortis. (Dahlgren 1994, 170, 188.)

Lihaksen energiavarasto tyhjenee 0,5-2 vuorokaudessa, jonka jälkeen alkaa rigor mortis. Lihaskudoksen pH on laskenut noin 7,2:sta noin 5,5:een, mikä parantaa lihan säilyvyyttä. Riittävä lihan happamuus on tärkeää säilyvyyden lisäksi mureuden, värin ja vedensidontakyvyn takia. Lihan pH:n lasku heikentää vedensidontakykyä, joka on haluttu ominaisuus valmistettaessa kuivamalla tehtäviä lihavalmisteita. Lihan pilaantumista aiheuttavat proleolyttiset eli valkuaisaineita hajottavat bakteerit viihtyvät lihassa parhaiten, kun sen pH on yli 6,0. Liha, joka valmistetaan ennen kangistumisen alkamista, on erittäin mureaa. Kangistumisen aikana liha on sitkeää ja tuskin syötävää. Kangistumisprosessiin liittyvä voimakas sidos myofibrillien aktiinin ja myosiinin välillä katkeaa ainoastaan proteiineja pilkkovan entsyymin vaikutuksesta. (Dahlgren 1994, 188; Remes 2013, 158; Ijäs & Välimäki 2008, 96.)

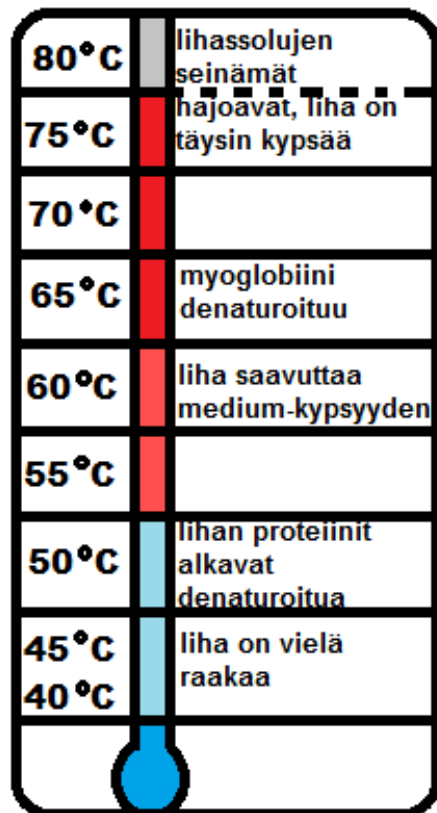
2.3 Liha ja lämpö

Lämpö muuttaa lihan proteiineja. Liha on noin 70–75-prosenttisesti vettä ja 20-prosenttisesti proteiineja. Viisi prosenttia lihan vedestä on sitoutunut lihan proteiineihin ja 95 prosenttia lihassäikeiden välissä oleviin ohuisiin putkistoihin, joissa vesi pysyy kapillaari-ilmiön ja osmoosin avulla. Lihasta tulee mehevää silloin, kun vesi pysyy mahdollisimman hyvin sitoutuneena lihan rakenteessa. Kun lämpö nousee tarpeeksi korkealle, liha menettää vedensidontakykynsä ja alkaa kypsytyessään kuivua. (Remes 2013, 248.)

Lihan proteiinit ovat erilaisten aminohappojen muodostamia pitkiä ja monimutkaisia molekyyliyhdistöjä. Osa aminohapoista on vesiliukoisia, osa taas hakeutuu vedestä pois päin. Useimmat proteiinit ovat luonnollisessa olomuodossaan vesiliukoisia, mutta reagoiessaan kuumuuden kanssa, ne muuttuvat veteen liukenemattomiksi. Proteiinit saavat esimerkiksi lihan ruskistumaan. Proteiinien luonnollinen kerämainen rakenne muuttuu kuumentamisen, hapon tai mekaanisen rasituksen vaikutuksesta. Kuumentessa proteiinikerät avautuvat, ja ne alkavat muuttua vesiliukoisesta veteen liukenemattomiksi. Ilmiötä, jossa lihan proteiinirakenne rikkoutuu, kutsutaan denaturoitumiseksi. (Remes 2013, 248.)

Jokaisella proteiinilla on luontainen lämpötilansa, jossa sen rakenne alkaa muuttua. Kuten kuvasta 3 (s. 6) näkee, niin liha on raakaa +40 °C:seen saakka. +50 °C:ssa ensimmäiset proteiinit alkavat muuttua. Lihaa mureuttavat entsyymit ovat silloin aktiivisimmillaan, mutta lämpötilan noustessa +55 °C:seen, ne denaturoituvat ja menettävät toimintakykynsä. Lihasta saadaan si-

tä mureampaa, mitä pidempään sen lämpötila pysyy alle +55 °C:ssa. +60 °C:ssa suuri osa lihan proteiineista denaturoituu. Muutoksen huomaa lihan väristä. Se muuttuu punaisesta vaaleanpunertavaksi ja liha saavuttaa medium-kypsyyden. Lihan sidekudos muuttuu vesiliukoiseksi ja hyytelöityy merkittävässä määrin +60–70 °C:ssa. +65 °C:ssa happea sitova myoglobiini on denaturoitunut ja muuttunut vesiliukoisesta veteen liukenemattomaksi, jolloin lihasneste muuttuu kirkkaaksi. +80 °C:ssa lihasta tulee täysin kypsää, kun viimeisetkin lihaproteiinit denaturoituvat ja soluseinämät hajoavat. Lihan rakenne alkaa olla jo kuiva, koska lihan vedensidontakyky on merkittävästi heikentynyt. (Remes 2013, 248–250.)



Kuva 3. Lihassa tapahtuvat muutokset eri lämpötiloissa (Remes, 2013).

3 PORSAANLIHA

Vuonna 2011 sianlihaa tuotettiin Suomessa eniten, 201,8 miljoonaa kiloa. Toisena oli siipikarjan tuotanto, 101,5 miljoonaa kiloa ja vasta kolmantena naudanliha, 86,2 miljoonaa kiloa. (Remes 2013, 164.)

Sian lihaksessa on paljon valkoisia lihassoluja, mikä tekee siitä naudanlihaa vaaleampaa. Sidekudosta sialla on vähemmän kuin naudalla. Sianliha on hienosyisempää ja mureampaa kuin naudalla eikä sitä tarvitse juuri raakakypsytää. Sianlihan rasvan määrä on jalostuksella pudotettu vähäiseksi. Nahanalais-ta rasvaa kutsutaan silavaksi. (Remes 2013, 165.)

Sianliha on hienosyistä, väriltään vaaleanpunaista ja luonnostaan mureaa. Sitä ei tarvitse raakakypsytää. Muihin teuraseläimiin verrattuna sianlihaa kulutetaan Suomessa selvästi muuta lihaa enemmän. Sianruhossa on rasvaa silavakerroksena heti nahan alla sekä lihasten ja sisäelinten ympärillä. Lihaskudoksessa on sen sijaan rasvaa vain muutama prosentti. Myös eri ruhonosien rasvapitoisuus vaihtelee: kinkussa ja fileissä rasvapitoisuus on pieni, kun taas kyljessä rasvaa on runsaasti. Sianliha leikataan yleensä luuttomaksi ja samalla näkyvä rasva poistetaan. (Ijäs & Välimäki 2008, 97.)

3.1 Porsaanlihan mureus

Lihan mureus on yksi lihan laatuun vaikuttavista tekijöistä, joka vaikuttaa lihan aistittavaan maukkuuteen (Warris 2000, 108.). Kaikista laatu tekijöistä mureus on ehkäpä tärkein. Jokin, joka ensin vaikuttaa yksinkertaisesti kovalta tai murealta, huomataan pian, että mureutta onkin oikeasti vaikeampi kuvailla, mitä aluksi luultiin. Kuvaukset, kuten sitkeä, kova tai pehmeä, kuvaavat kaikki jonkinasteista mureutta. Huomataan myös, että objektiivinen mureuden mittaaminen on hyvin vaikeaa, koska kone ei pysty kuvaamaan näitä kaikkia erilaisia rakenteen ominaisuuksia. Kun osa mureuden tekijöistä voidaan mitata tarkasti, niin osa rakenteen tekijöistä ei esiinny mitattavina. Ihmiskone on yleensä paras keino kuvailla mureutta. (Kerth 2013, 99.)

Kolme päätekijää, jotka aiheuttavat lihan rakenteen ovat sarkomeerin pituus, sidekudospitoisuus ja sen liittymisaste sekä proteolyyttisten muutosten laajuus, jotka ovat tapahtuneet ruumiinavauksen aikana. Lisäksi suuret pitoisuudet sisäistä rasvaa (marmorit) tekevät lihasta mureamman, koska rasva on pehmeämpää kuin lihas. Lihalla, jolla on suuri vedensidontakyky, on enemmän taipumusta mureuteen kuin pienemmän vedensidontakyvyn omaavalla lihalla. (Warris 2000, 253.)

Kun eläin teurastetaan, tapahtuu lihassa muutoksia. Liha alkaa jäykistyä. Tätä muutosta kutsutaan rigor mortikseksi. Maitohappoa muodostuu lisää, joka laskee pH:ta. Lihaskuitu turpoaa nesteestä ja muuttuu kovaksi. Välittömästi teurastuksen jälkeen verenkiertojärjestelmä lopettaa toimintansa, mutta ent-

syymit pysyvät aktiivisina. Glykogeenin hapetus tuottaa maitohappoa. Matala glykogeenivarasto tuottaa tahmean lihan, joka ei ole toivottua. (Mudambi 2006, 125.)

Jäykkä lihas alkaa pehmetä jonkin ajan kuluttua teurastuksesta. Tätä kutsutaan ikääntymiseksi. Lihan mureus kasvaa ajan kuluessa. Pitoajan olosuhteet tulee olla tarkkaan valvottuja. Valvomattomat olosuhteet mahdollistavat esimerkiksi bakteerien kasvun. Valvotut olosuhteet ovat lämpötilan pito tasaisena, hiilidioksidia ilmassa ja 70 %:n suhteellinen ilmankosteus. Tämä helpottaa pitämää lihan hyvässä kunnossa kolmesta kuuteen viikkoa. Ikääntymisprosessin jälkeen liha on valmista myytäväksi. Ikääntymisprosessia kutsutaan myös lihan kypsymiseksi. (Mudambi, 125.)

On tiedettyä, että jääkaappisäilytyksessä lihasta tulee mureampi. On myös yleisesti tiedossa, että tuotteesta tulee mureampi, koska myofibrilleissä tapahtuu proteolyttisiä muutoksia ja ne liittyvät proteiineihin. (Huff-Lonergan 2010, 11.)

3.2 Porsaanlihan laatu

Lihaksen rasvan (marmorointi) päätehtävä on edistää mehukkuutta ja mureutta. Muutamat tutkimukset esittävät, että alhaiset lihaksen rasvan tasot vähentävät syömislaatua. Toisaalta korkeat tasot ovat suotuisia. Parantunut mureus voi aiheutua siitä, kun pehmeä rasva laimentaa kovan myofibriilin aiheuttamia haittoja, eli laskee leikkausvoimaa, tai rasva voi laskea lihaksen jäykkyyttä. (Warris 2000, 121.)

Bejerholmin ja Barton-Gaden (1986) Tanskassa tekemässä tutkimuksessa tutkittiin rasvatason ja syömislaadun yhteyttä. Tutkimuksessa saatiin selville, että kasvattamalla rasvatasoa mureus, maku ja yleinen hyväksyttävyys kasvasivat. Näytteissä, jotka arvioitiin mureammaksi, oli myös alhaisempi leikkausvoiman tarve. Kun näytteet jaettiin ryhmiin niiden mitatun rakenteen perusteella, tutkijat huomasivat, että korkeammat rasvatasot esiintyivät mureamassa porsaassa. (Warris 2000, 121–122.)

3.3 Lihan mikrobiologia

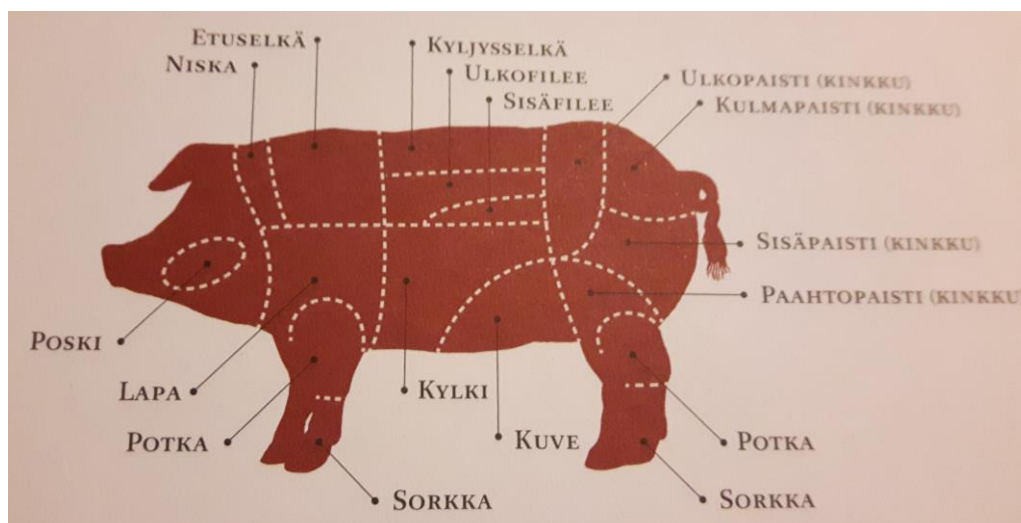
Lihassa on runsaasti proteiineja, rasvoja vaihdellen ja hiilihydraatteja ei ole juuri lainkaan. Liha on myös vesipitoinen elintarvike, jonka pH-luku on lähellä neutraalia. Liha on myös herkästi pilaantuva elintarvikeraaka-aine ja aiheuttaa helposti ruokamyrkytyksiä, jos sitä käsitellään huolimattomasti. Lämminveristen eläinten bakteeriston optimilämpötila on usein noin 37 °C. Sianliha on huonommin säilyvää, kuin esimerkiksi naudanliha. Hyvin mikrobipitoisten kohtien poistaminen käsittelyjen aikana vaikuttaa säilyvyyttä parantavasti. Sian teurastuksen yhteydessä poistetaan nykyisin pää, sorkat ja peräaukon ympäristö, koska niissä on paljon mikrobeja, osa taudinaiheuttajia. (Häikiö 2003, 65–67.)

Lihan mikrobiologian ymmärtäminen auttaa lihan parempaan säilymiseen, koska osataan valita oikeanlaiset säilytysolosuhteet. Lihan parempi säilyminen taas auttaa lihan mureuttamiseen, sillä raakakypsytyksessä lihan tulee säilyä useita viikkoja.

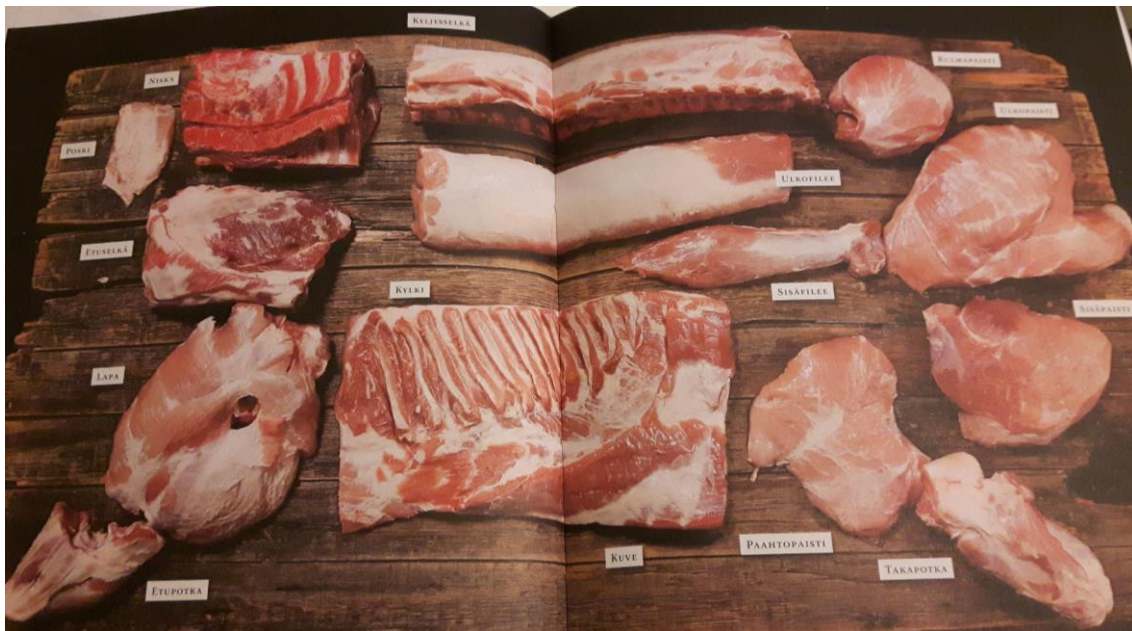
3.4 Porsaan ulkofilee

Sianruhosta kahdeksan prosenttia on ulkofileetä. Ulkofilee kuuluu kyljysseleeseen joka muodostuu siis kylkiluihin ja selkärankaan kiinnittyvistä ulko- ja sisäfileistä. Ulkofilee kuuluu vähärasvaisiin ruhonosiin paistien ja kinkkujen kanssa. (Remes 2013, 179; Ijäs & Välimäki 2008, 91.)

Kuvassa 4 on esitetty porsaasta saatavat ruhonosat. Kuvasta näkee mistä kohdasta porsaasta ulkofilee saadaan. Kuvassa 5 (s. 10) on esitetty ruhonosat leikattuina. Kuvasta näkee minkä näköinen leikattu ulkofilee on verrattuna esimerkiksi sisäfileeseen.



Kuva 4. Porsaasta saatavat ruhonosat (Remes, 2013).



Kuva 5. Porsaasta saatavat ruhonosat leikattuina (Remes, 2013).

4 MUREUS

Ruuissa, joissa rakenne on dominoiva laatuksiteeri, kuten lihassa, rakenne on hyvin kriittinen ominaisuus. Lähes samaa lihaa myydään kaupassa eri hinnoin, ja erona näissä lihoissa on juuri niiden rakenne. (Bourne 2002, 2.)

Lihan mureus riippuu sen sisältämän sidekudoksen määrästä, lihaksen solurakenteen kiinteydestä ja lihaksen supistumisesta. Suurin este lihan mureudelle on sidekudos. Lihaa ympäröivä sidekudos voidaan kuitenkin poistaa leikkaamalla. Sen sijaan lihassyitä ympäröivä sidekudos ei irtoa leikkaamalla, koska se on ohuina kalvoina lihan sisällä. Sidekudos pehmenee ja sulaa kuumentamalla liha +70 °C:een. (Remes 2013, 162.)

Lihan maittavuuden tekijöitä ovat ulkonäkö, aromi, flavi, mehuu, muus ja väri. Näihin tekijöihin vaikuttavat laji, rotu, eläimen ikä, sukupuoli, ruokavalio sekä teurastuksen jälkeiset käsittelyt. Useimmat lihatutkimukset liittyvät suoraan tai välillisesti maittavuuden ominaisuuksista kypsennettyyn lihatuotteeseen. Karja- sekä liha-alan kuten myös lihatutkijoiden pitäisi muistaa, että hyväksyttävät aistinvaraiset ominaisuudet ovat välttämättömiä myynnille ja tuotteen kulutukselle. (Cross 1987, 307.)

Yleisin tapa ilmaista tai kuvata mureutta on purenna vastustus, toisin sanoen, kuinka paljon voimaa tarvitaan purekseen palan lihasta. Tämä kuitenkin kuvaa vain osaa mureudesta. Tämän voisi myös kuvata kovuudella, kiinteydellä, pirstoutumisen helpoudella sekä usealla muulla rakennetta kuvaavalla termillä. Vastakypsennetyssä lihassa yleisimmät mitattavat yksiköt ovat purenna voiman vastustus ja pirstoutumisen helppuus. (Kerth 2013, 99.)

Laboratoriot ja kuluttajatutkimukset ovat osoittaneet mureuden olevan tärkein aistittava ominaisuus lihalle. Mureus kypsennetyssä lihaksessa voidaan katsoa johtuvan sen sidekudoksesta ja supistuvista proteiineista. Mureuden vaihtelevuus johtuu taustatekijöistä, eli sidekudoksesta, ja aktomyosiinistä. (Cross 1987, 307.)

4.1 Mureuteen vaikuttavat tekijät

Tekijät, jotka vaikuttavat mureuteen, ovat sarkomeerin supistumistaso, proteiinien hajoaminen sekä sidekudoksen määrä (Kerth 2013, 100–104). Lisäksi lihaksessa oleva rasva parantaa mureutta ja mehevyttä (Heikkinen & Kortelampi 1997, 164).

Lihan raakakypsyminen vaikuttaa sen mureuteen. Teurastuksessa eläimen veri lasketaan pois, jolloin veren mukanaan tuoman hapen kulku estyy kudoksiin. Glykogeeni eli lihastärkkelys alkaa muuttua entsyymien vaikutuksesta maitohapoksi. Lihaksen happamuus lisääntyy ja pH-arvo laskee vuorokauden kuluessa 7,0:sta 5,5–5,7:een. Happamuuden lisääntyminen parantaa lihan säily-

vyyttä. Samanaikaisesti liha muuttuu jäykäksi ja sitkeäksi. Lihäs saavuttaa kuolonkankeuden eli *rigor mortiksen* vuorokaudessa. Tällöin liha on kaikkein sitkeimmillään ja sopimatonta ruoanvalmistukseen. Kangistuminen johtuu lihasten voimakkaasta supistumisesta. Lihassupistus syntyy, kun lihassolujen sisällä olevat aktiini- ja myosiinifilamentit liikkuvat lomittain toistensa väliin ja lihassolujen ja lihassolukimppujen ympärillä olevat kalvot muuttavat aktiinin ja myosiinin lomittain liikkumisen näkyväksi lihassupistukseksi. Liha on rigor-vaiheessa hyvin kimmoisaa. Lihassupistuksessa käytettävä energia kuuluu siihen, että myosiini irtoaa aktiinista, jotta voisi tarttua siihen uudelleen ja jatkaa lihassupistusta. Kun lihakset ovat käyttäneet kaiken saatavilla olevan energian, myosiini jää aktiiniin kiinni. Näin syntyy kuolinkankeus eli rigor mortis. (Saarela, Hyvönen, Määttä & von Wright 2010, 88.)

Sidekudoksen määrä vaihtelee huomattavasti eri lihaksissa, mutta sidekudoksen määrä ei ole ratkaiseva tekijä mureudessa. Kun liha lämpiää 40 °C:seen, alkavat myofibrillit kutistua voimakkaasti denaturoitumisen vaikutuksesta, ja niiden halkaisija pienenee. Kun lämpötila on 60 °C, kutistuminen on voimakkaimmillaan. Myofibrillien tilavuus on pienentynyt noin puolella ja soluihin sitoutuneen veden määrä on vähentynyt noin 40 prosenttiin. Sidekudos alkaa kutistua 65 °C:ssa. Sidekudos kutistuu pituussuunnassa. Juuri tämä on syynä siihen, että lihapala voi muuttaa muotoaan huomattavastikin kuumennuksen seurauksena. Pihvilihan sidekudoskalvoon tulisikin tehdä poikittaisviilto ennen paistamista, jotta sidekudoksen kutistuminen ei muuttaisi lihapalan muotoa. Lämpötilan kohotessa kollageeni liukenee ja hyytelöityy osittain, mikä pehmentää lihaa. (Dahlgren 1994, 190–191.)

Teurastuksen jälkeiset biokemialliset muutokset vaikuttavat olennaisesti mureuteen ja flavoriin eli makuun. Verenkierron heikkeneminen teurastuksen jälkeen edellyttää kudosten siirtymistä anaerobiseen metaboliaan, eli solut tulevat toimeen ilman happea, mikä aiheuttaa metabolisten sivutuotteiden tuotantoa kuten maitohapon tuottoa lihaksissa. (Brewer 2010, 29–30; Solunetti n.d.)

4.2 Mureuden mittaustapa

Leikkausvoima on yleisin ja laajimmin hyväksytty objektiivinen mittaustapa mureudelle. Kuten nimi kertoo, se mittaa voimaa, joka tarvitaan leikkaamaan palan kypsennetystä lihasta. Jotta yhdenmukaisuus on taattu, näytteet leikataan paloiksi yhdenmukaisilla mitoilla. Pihvit tai suikaleet leikataan 2,5 senttimetrin paksuisiksi ja kypsennetään käyttämällä kuivalämpömenetelmää, joka tarkoittaa kaikkia kypsennysmenetelmiä, joissa lämpö siirretään lihaan ilman kosteutta eli liha ei kostu. Kypsennetty liha viilennetään, jotta tarkasti mitatut näytteet voidaan käyttää mittaukseen. Tutkimukset osoittavat, että leikkausvoima kypsennetyissä näytteissä sekä kypsennetyissä, jonka jälkeen viilennetyissä näytteissä, on sama. (Kerth 2013, 106–107.)

5 LIHAN LUONTAINEN MUREUTTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään lihan luontaista mureutusta. Lihan mureuttamiseen on olemassa erilaisia keinoja, kuten raakakypsytytys, riiputus, mekaaninen mureutus sekä marinointi. Lisäksi yleisesti käytössä ovat tuoreiden hedelmien avulla mureuttaminen sekä mureuttajasuolan käyttö. Pakastuksella ei kuitenkaan ole vaikutusta lihan mureutumiseen. (Saarela ym. 2010, 89.)

Pakastettaessa lihan mureutuminen keskeytyy, mutta prosessi jatkuu jälleen lihan sulaessa. Tämän vuoksi pakastettu liha on sulatettava hitaasti, jotta mureuttavat entsyymit ehtisivät vaikuttaa. (Dahlgren 1994, 189.)

5.1 Raakakypsytytys

Mureus syntyy lihaan raakakypsytyksessä, joka alkaa heti eläimen teurastamisen jälkeen. Siinä vaiheessa, kun lihapala on keittiössä, raakakypsytytys on jo tehnyt tehtävänsä. Raakakypsytytys tehoaa ruhon parhaisiin osiin, kuten fileisiin ja paisteihin. Runsaasti sidekudosta sisältävät osat eivät siitä hyödy, sillä sidekudos ei pehmenne raakakypsytyksellä. (Remes 2013, 250.)

Raakakypsymiseen tarvittava aika riippuu sidekudoksen ja lihaskudoksen laadusta. Sianliha on luonnostaan niin mureaa, ettei sitä tarvitse raakakypsyttää. Lihakset, joita eläin käyttää paljon eläessään, ovat voimakkaasti kehittyneitä ja sisältävät paljon ja sitkeää sidekudosta. Niskan ja raajojen lihakset ovat huomattavasti sitkeämpiä kuin selkälihakset ja paistit. (Saarela ym. 2010, 89.)

Raakakypsennyksen aikana liha mureutuu sen omien, proteiinia hajottavien entsyymien vaikutuksesta. Entsyymit löyhentävät proteiinien välisiä sidoksia. Samalla syntyy lihan makua parantavia aromiyhdisteitä. Mitä pidempään lihaa raakakypsytetään, sitä enemmän aromiaineita lihaan syntyy. Edellytys raakakypsytykselle on lihan happamoituminen, joka tapahtuu heti teurastuksen jälkeen, kun lihaksen energiavarat kuluvat loppuun. Happamuus on lihalle hyväksi, sillä se estää lihaa pilaavien mikrobien toimintaa. Raakakypsennyksen yhteydessä lihaa varastoidaan noin kaksi viikkoa 2-4 °C:ssa. Nykyisin liha pakataan raakakypsennystä varten useimmiten valmiiksi paloitetuna tyhjiöpakkaukseen. Näin lihan kuivuminen vähenee ja hukka pienenee. (Dahlgren 1994, 189; Remes 2013, 250.)

Tuoreen lihan väri on helakan punainen, raakakypsytyksen aikana se tummuu ja muuttuu paikoitellen harmahtavaksi. Lihan omat entsyymit alkavat pilkkoa lihaskudoksen proteiineja. Raakakypsytys ei ole kuitenkaan aktiinin ja myosiinin toisistaan irtoamista. Entsyymien vaikutus kohdistuu lihan muihin proteiineihin. Raakakypsytys aikana toimivien entsyymien ei tiedetä merkittävästi hajottavan myöskään sidekudosta. Sidekudosta hajottavia entsyymejäkin on, mutta niiden optimi-pH on alle viisi ja normaali lihan pH-arvo on

noin 5,4–5,6. Entsyymien vaikutuksesta liha mureutuu raakakypsytyksen aikana. Proteiinien hajoamisesta syntyy yhdisteitä, jotka vaikuttavat edullisesti lihan tuoksuun ja makuun. (Saarela ym. 2010, 88–89.)

Nykyisin lihan raakakypsyminen tapahtuu lähes yksinomaan tyhjiö- ja suoja-kaasupakkauksissa. Pakkaus mahdollistaa riittävän pitkän raakakypsyamisajan estämällä kalliiksi tulevan painohävikin synnyn ja parantamalla lihan säilyvyyttä. Paistit ja fileet ovat ruhon arvo-osia, jotka säilyvät hyvin pakattuina 4–6 viikkoa lähellä nollaa olevassa lämpötilassa. Säilyvyys on hyvä, sillä bakteeritoiminta on hapettomassa pakkauksessa hidasta. Turvallinen ja tehokas raakakypsytyksesi vaatii tuoreen lihan, äärimmäisen hygieenisen käsittelyn ja hyvän vakumoinnin. (Saarela ym. 2010, 89; Remes 2013, 160.)

5.2 Riiputus

Riiputus on vanhin käytössä olevista raakakypsytysmenetelmistä, jolloin ruho säilytetään kylmävarastossa koukkuun ripustettuna. Kokonaisten ruhojen riiputtamisesta on teollisuudessa luovuttu, koska se vaatii runsaasti varastotilaa ja painohävikki on suuri. Ruhon arvo-osat raakakypsytetään nykyään pakkauksissa. (Saarela ym. 2010, 89; Remes 2013, 160; Ijäs & Välimäki 2008, 97.)

Perinteisellä riiputuksella tarkoitetaan syötäväksi tarkoitetun lihan roikuttamista kokonaisena ruhona viileän varjoisassa paikassa. Riiputuskäsittelyllä lihan laatu paranee huomattavasti; riiputettu liha on mureampaa kuin riiputtamaton liha. Riiputusaika vaihtelee olosuhteittain ja eläimittäin. (Suomen riisikeskus 2014)

5.3 Mekaaninen mureutus

Kokolihaa voidaan mureuttaa mekaanisesti pihvikoneella. Terät viiltävät lihan kudosta ja solukoita pienempiin osiin. Pihvit menettävät mehukkuutta eikä lihaan muodostu raakakypsyneen lihan herkullista aromia. (Saarela ym. 2010, 89.)

Kun liha on suolattu esimerkiksi monineulasuolauskoneella, sen jälkeen voidaan käyttää erilaisia laitteita, joilla vapautetaan lihan proteiineja sitomaan vettä. Suolatut lihat ohjataan ahtaan paikan läpi, jolloin syntyvä paine rikkoo lihaksen proteiineja sekä puristaa suolalaukkaa lihan kuitujen väliin. Puristus voidaan saada aikaan esimerkiksi ajamalla liha kahden säädettävän telan välistä tai lihamyllyyn asennettavan niin sanotun aktivaattorin säädettävän aukon läpi. Lisäksi on käytössä erilaisia veitsimureuttajia, jotka viiltelevät lihaa ja vapauttavat proteiineja sitomaan vettä maseerausta varten. (Leino, Kohtala, Kymäläinen, Tarvainen & Henriksson 2007, 49.)

Maseerauksessa on kyseessä lihojen mekaaninen käsittely. Siinä lihapalat ovat pyörivässä astiassa, maseerausrummussa, jonka seinässä olevat kiinteät

ohjaimet nostavat lihaa ylös. Lihapalat sekä hiertyvät toisiaan vasten että putoavat toistensa päälle. Tämä hierto ja iskuenergia löysentävät lihan rakennetta ja vapauttavat proteiineja. (Leino ym. 2007, 49–50.)

5.4 Marinointi

Marinointi on hyvin vanha menetelmä, jota on käytetty lihan säilyvyyden parantamiseksi. Marinoinnin tavoitteena on estää lihassa olevien haitallisten bakteerien kasvu. Tämä saavutetaan käyttämällä marinadiin suolaa ja happamia aineksia, eli marinadin pH-arvo pyritään saamaan alhaiseksi. Maitohappobakteereja on käytännössä kaikkialla, ja edistämällä niiden kasvua sopivilla aineksilla, voidaan ruokaa pilaavien bakteerien kasvua ehkäistä. Tällöin säilyvyys paranee ja samalla luontaiset mureuttavat entsyymit ehtivät vaikuttaa. Marinadin tulee sisältää jotakin hapanta siksi, että lihan valkuaisaineiden kyky sitoa vettä paranee ja lihasta tulee mehukkaampaa. Happaman ympäristön ansiosta myös kollageeni liukenee helpommin ruoanlaiton yhteydessä. (Dahlgren 1994, 271–272.)

Marinointi edistää lihan mureutumista ja maustumista. Marinadit valmistetaan öljystä, vedestä, suolasta, mausteista, sokerista, emulgointi- ja sakeuttamisaineista sekä hapoista. Hapot laskevat lihan pH:ta, mikä edelleen parantaa lihan säilyvyyttä ja mureutta. (Saarela ym. 2010, 89; Remes 2013, 195.)

Marinoinnissa lihaa pidetään mausteiden kera öljyssä ja etikassa tai jossain muussa happamassa liemessä, kuten sitruunamehussa, oluessa, piimässä, jogurtissa tai viinissä. Liha pidetään marinoinnin ajan viileässä ja annetaan lämmetä huoneenlämpöiseksi ennen kypsentämistä. Lihan mureuttamisessa marinointi on mainettaan tehottomampi menetelmä. Marinointiliemi tunkeutuu hitaasti lihan sisään. Vuorokaudessa edistystä tapahtuu noin yhden senttimetrin verran. Jos marinadissa on 3-4 prosenttia suolaa, lihan proteiinien vedensidontakyky paranee, jolloin lihasta tulee mehevämpää kuin suolattomassa marinadiliemessä. Lihassa on myös omia entsyymejä, jotka happamassa ympäristössä mureuttavat lihaa. (Remes 2013, 250–251.)

5.5 Muita menetelmiä

Lihaa voidaan mureuttaa myös tuoreiden hedelmien avulla. Hedelmät sisältävät proteiineja hajottavia entsyymejä ja hedelmiä onkin käytetty jo varhain luonnonkansojen keskuudessa mureuttamaan lihaa. Esimerkiksi papaijan papaiini, ananaksen bromeliini ja viikunan fysiini vaikuttavat sekä kollageeniin että aktomysiiniin mureuttaen lihaa. Entsyymien lisäksi mureutukseen vaikuttaa pienessä määrin myös hedelmien sisältämä happo. Optimilämpötila entsyymeille on noin 55 astetta. Entsyymit vaikuttavat lähinnä lihan pinnassa, joten käsittelyllä on merkitystä vain ohuissa leikkeissä ja suikaleissa. (Parkkinen & Rautavirta 2010, 141.)

Lihan mureuttamiseen käytetään myös mureuttajasuolaa. Mureuttajasuola sisältää suolan lisäksi lihan proteiineja pilkkovaa entsyymiä. (Parkkinen & Rautavirta 2010, 141.)

6 LIHAN RAKENTEEN TUTKIMINEN

Lihan rakenteen tutkiminen rakenteenmittauslaitteella suoritetaan kypsennystä lihasta. Kypsennystapahtuma on tärkeä ja tulee olla toistettavissa. Saavutettava lämpötila riippuu siitä, milloin kollageeni alkaa muuttua gelatiiniksi. Tämä tapahtuu yleisesti yli 60 °C:een yläpuolella. Yleensä näytteet on kuumennettu paistamalla, grillaamalla tai sulkemalla näytteet kuumakestoiseen muovipussiin ja kuumentamalla ne vesihauteessa 80 °C:een ja 100 °C:een välillä kunnes liha saavuttaa sisälämpötilaksi 70 °C:tta tai 80 °C:tta. Tämän jälkeen näytteet jäähdytetään nopeasti ja voidaan säilöä muutamia päiviä kunnes rakenne on saatu mitattua. (Warris 2000, 254.)

Elintarvikkeen rakenne havaitaan tunto-, näkö- ja kuuloaistin yhteisvaikutuksena, eivätkä rakenneominaisuudet selity suoraan kemiallisilla yhdisteillä kuten haju ja maku. Elintarvikkeen molekyylien keskinäinen järjestyminen synnyttää niin sanotut reologiset ominaisuudet. Instrumentaalinen rakennemittaus keskittyy pureskeluun ja siitä aiheutuviin muutoksiin. (Hakala, Miettinen & Vehkalahti 2005, 148.)

Tässä luvussa käsitellään rakenteen tutkimisen ja aistinvaraisen arvioinnin lisäksi sous vide -kypsennysmenetelmä, koska kokeellisessa osuudessa jäljiteltiin sous vide -kypsennysmenetelmää.

6.1 Warner-Bratzler-testi

Yleisin rakenteenmittaukseen käytetty testi on Warner-Bratzler-testi. Testin kehitti K.F. Warner ja L.J. Bratzler 1930-luvun alussa. Bratzler hioi tekniikan viimeisimpään muotoon 1949. Warner-Bratzler-testi mittaa voimaa, joka tarvitaan leikkaamaan lihanäytettä 1 mm paksuisella terällä. Voima ilmoitetaan kilogrammoina. Mitä suurempi voiman määrä on, sitä sitkeämpää on kyseinen liha. (Warris 2000, 254; Cross 1987, 315.)

Koska kypsennetty liha on helposti epämuodostunut, näyte pitää puristaa paikoilleen ennen yhtäkään leikkausta. Tosiasiassa kun käytetään sanaa leikkausvoima, niin menetelmä ei vain mittaa leikkausta. Kyseessä on leikkauksen ohella puristus- ja vetolujuusvoimia. (Warris 2000, 255.)

Elintarvikkeissa, kuten lihassa, on melko monimutkainen kuiturakenne suljeuissa sidekudoksissa sekä rasvakertymiä ja koska ihmisten purenta on hyvin monimutkainen, on kehitetty muita menetelmiä, joilla pystyttäisiin paremmin arvioimaan lihan koostumusta. Ehkä mielenkiintoisimman välineen kehitti Proctor ym. (1955,1956), jossa tekohampaat imitoivat mekaanisesti ihmisen purentaa. Purentavoimia mitattiin venymäantureilla. (Warris 2000, 256.)

6.2 Rakenteen tutkiminen käytännössä

Rakenteenmittaukseen valittavat näytteet tulee valita mahdollisimman eri kohdista lihasta. Lihassäikeet tulee olla oikeassa kulmassa terää kohden ja näytteet tulee leikata kohtisuoraan tarkoin mitoin käyttämällä hyvin terävää veistä tai poraa. Testihetkellä näytteiden tulisi olla saman lämpöisiä keskenään. Yleensä valitaan huoneenlämpö (noin 20 °C), koska kuumia näytteitä on vaikeampi leikata. (Warris 2000, 257.)

Elintarvikkeiden rakennetta mitataan laitteilla, jotka jäljittelevät ihmistä tai keskittyvät vain yhteen ominaisuuteen kerrallaan. Rakennemittarit ovat perustoiminnaltaan samanlaisia: ulkoinen mäntä puristuu näytettä vasten, ja rakenneminaisuuksia mitataan voiman, ajan ja etäisyyden funktioina. Jäljittelevät laitteet eli teksturometrit huomioivat aistimuksen vaiheet: ensimmäinen puraisu, pureskelu ja sen jälkeinen aika. Laitteen antamat tulokset perustuvat voima vastaan muodonmuutos-kuvaajaan ja aistinvaraisesti tuotettuun rakenneprofiiliin. (Hakala ym. 2005, 149.)

6.3 Rakenteen tutkiminen porsaasta

Näyte olisi hyvä kypsentää vesihauteessa ja vakuumiin pakattuna. Veden lämpötilan tulisi olla 80 °C ja näytteen sisälämpötilan tulee saavuttaa 78 °C. Näytteet tulee jäähdyttää juoksevan veden alla 45 minuuttia, poistaa pakkauksista ja valuttaa. Sen jälkeen niitä tulisi säilyttää yön yli jääkaapissa noin neljässä celsiusasteessa ja muovipussiin pakattuina, jotta estetään nesteen haihtuminen lihasta. Sitten näytteet leikataan 1 x 1 x 2,5 cm ($\pm$ 0,5 mm) kokoisiksi paloiksi, pitkä sivu lihassyyn suuntaisesti. Jokaisesta lihapalasta tulisi näytteitä leikata kahdeksan tai enemmän. (Warris 2000, 258.)

6.4 Sous vide -kypsennys

Sous vide on ranskaa ja tarkoittaa ruuan kypsentämistä tyhjiöön pakattuna matalalla lämpötilalla vesihauteessa. Tekniikan kehitti vuonna 1974 ranskalainen keittiömestari Georges Pralus, joka havaitsi, että hanhenmaksasta tuli poikkeuksellisen mehevää, kun sitä kypsennettiin tyhjiöpakkauksessa matalassa lämpötilassa. Tänä päivänä suuri osa esimerkiksi suurkeittiöiden käyttämistä lihoista ja liharuuista on teollisuuden sous vide -tekniikalla kypsytettyä. Sous vide takaa lihan aromien, mehevyyden ja mureuden säilymisen pakkauksessa samalla kun hävikki valmistuksessa jää erittäin pieneksi. (Remes 2013, 262.)

Sous vide edellyttää laitteita, joilla vesihauteen lämpötilaa voidaan säätää 0,5 asteen tarkkuudella. Sous vide -kypsennyksessä pakkausmateriaalin tulee olla tiivistä hapen ja vesihöyryn läpäisevyyden estämiseksi ja sen tulee kestää korkeita lämpötiloja. Tavallisesti käytetään polyamidi- ja polyeteenilaminaattien muodostamaa monikerroskalvoa. (Remes 2013, 262.)

Sous vide -menetelmässä ruoka kypsennetään tyhjiöpakattuna vesihauteessa perinteisiä kypsennysmenetelmiä alhaisemmissa lämpötiloissa. Tekniikka toimii myös uunissa, mutta vedessä lämpö johtuu ruokaan paremmin ja lämmön säätäminen on tarkempaa. Tyhjiö ei itsessään ole oleellinen kypsymisen kannalta, mutta se on tarpeellinen keino pakata raaka-aine valmistusta varten. Tyhjiöpakkauksessa ei lihasta haihdu vettä, joten hidas haudutus yli +60 asteessa tekee runsaasti sidekudosta sisältävästä lihasta mehevää. Kun vesihauteen lämpötila on sama kuin lihan haluttu sisälämpötila, se ei voi kypsyä yli. Lopputuloksena saadaan kauttaaltaan samaan lämpöön kypsynyttä lihaa. Sous vide -menetelmä ei ruskista lihaa, joten paistopinta ja tarpeelliset makuaromit otetaan nopealla paistamisella pannulla. (Remes 2013, 262–264.)

6.5 Aistinvarainen tutkimus

Ruoan väri, haju ja maku, eli sen aistittava laatu, vaikuttaa haluun syödä tai välttää ruokaa. Tämä on mahdollista, koska ruokaa voidaan havainnoida aistijärjestelmän välityksellä. Aisteilla on ollut ratkaiseva merkitys lajin säilymisen kannalta, koska niiden ohjaamina elimistöön on saatu tärkeitä ravintoaineita ja voitu välttää vahingollisia aineita. Ohjaus ei pääty haluun syödä tai välttää ruokaa, vaan mitä houkuttelevampi aistittava laatu on, sitä mieluosampaa on syöminen. (Tuorila & Appelbye 2005, 17.)

Aistinvaraisella tutkimuksella on tieteellistä perustaa klassisessa psykofysiikassa. Psykofysiikka on psykologian osa, joka tutkii ärsykkeen ja sen aiheuttaman elämyksen tai muun vasteen suhdetta. Aistinvaraisen arvioinnin tapauksessa ärsyke on näyte ja vaste on arvioijan näytteelle antamat pisteet tai muu arvio. (Tuorila & Appelbye 2005, 17–18.)

Elintarvikkeiden aistinvarainen tutkimus määrittellään Lawlessin ja Heymanin (1999) oppikirjassa tieteelliseksi menetelmäksi saada aikaan sekä mitata, analysoida ja tulkita aistien välityksellä syntyviä vasteita elintarvikenäytteeseen. Esitetty määritelmä kuvaa hyvin perinteistä aistinvaraista mittausta, joka ei kuitenkaan välttämättä kata tutkimuskysymyksiltään ja menetelmiltään monimuotoista ja monitieteistä hyväksyttävyystudkimusta. (Tuorila & Appelbye 2005, 19.)

Aistinvaraisessa arvioinnissa käytetään kaikkia aisteja ja aistit vaikuttavat toisiinsa. Elintarvikkeita arvioitaessa havaintoja tehdään yleensä ulkonäöstä, aromista, flavorista, rakenteesta ja lämpötilasta. Flavorilla eli maitolla kuvataan maun, retronasaalin (eli suusta nenänielun kautta hajuepiteelille siirtyvän) hajun ja kemosensuksen yhteisvaikutelma. Kunkin aistin tärkeys vaihtelee tutkittavan elintarvikkeen ominaisuuksien mukaan. Lihassa rakenne on hyvin tärkeä hajun ja flavorin lisäksi. Aistinvaraisten havaintojen tekeminen perustuu sekä aistien että aivojen toimintaan. Jokaisen ihmisen aivoihin kertyy tietoa ja kokemusta aikaisemmista altistuksista haju-, maku- ja muille ärsykeille, ja näin arviointeihin sekoittuu aistikokemusta muokkaavia odotuksia, asenteita ja mielikuvia. (Tuorila & Appelbye 2005, 19–21.)

Flavori (maitto) on suomennos sanasta flavor, joka viittaa maun, retronasaalin hajun ja kemotunnon antamaan yhteisvaikutelmaan suussa. Suomen kielessä ei kyseiselle englannin kielessä yleisesti käytetylle sanalle ole vastinetta. Flavoria kuvailtaessa käytetään makua, aromia ja kemotuntoaistimuksia kuvaavia sanoja. Flavorille ei siten ole omaa erityistä terminologiaansa, saati kuvailevien sanojen erillisiä luokituksia. (Karhunen & Tuorila 2005, 51.)

Elintarvikkeen rakenteen havaitseminen on tavallisesti usean aistipiirin yhteistyötä. Havainnointi alkaa näköaistin avulla tapahtuvista visuaalisista havainnoista. Rakenteen havainnointi jatkuu elintarvikkeita käsin kosketeltaessa kosketukseen sekä liikkeeseen ja asentoon reagoivien tuntoaistinsolujen avulla, esimerkiksi lihan mureus tai sitkeys veitsellä leikattaessa. Suussa rakenne aistitaan suuontelossa ja nielukanavassa olevien reseptorien välityksellä. Kuu- loaisti on mukana pureskelun aikana. (Karhunen & Tuorila 2005, 51–52.)

Aistinvaraisen mittauksen kohteet voidaan jakaa analyttisiin laboratoriomittauksiin, joissa on koulutettu raati tai mieltymysmittauksiin, joka on kuluttaja-tutkimus. Aistinvaraisten menetelmien mittalaitteena toimii ihmisistä koostuva arvioijajoukko. Mittauksen luotettavuus perustuu hyvin suunniteltuun kokeeseen ja kontrolloituun arviointitilanteeseen. Ihminen ei käyttäydy mittaus- tilanteessa kuten laite, vaan arviointiin vaikuttavat yksilölliset psykologiset ja fysiologiset tekijät. Arvioijien kouluttamisella näiden tekijöiden vaikutusta voidaan vähentää. (Mustonen, Appelbye & Vehkalahti 2005, 55.)

Analyttisissä laboratoriomittauksissa keskitytään arvioitavan tuotteen aistit- taviin ominaisuuksiin, kuten hajuun, makuun, flavoriin, rakenteeseen ja ulko- näköön. Analyttisillä laboratoriomittauksilla voidaan selvittää, onko esimer- kiksi kahden tuotteen välillä aistein havaittavaa eroa. Selkeämmin toisistaan eroavien tuotteiden mittaamisessa puolestaan keskitytään erojen suuruuden ja laadun selvittämiseen. (Mustonen ym. 2005, 55–56.)

Aistinvaraisissa testeissä on neljä päätyyppiä: erotustestit, järjestystestit, luo- kittelutestit ja aistien kuvailu -testit (Warris 2000, 265.).

Erotustesteissä panelistien tulee tehdä valinta kahden tai useamman näytteen välillä, joko valikoimalla mistä näytteestä he pitävät tai mikä näyte on huo- nampi toisiin verrattuna, esimerkiksi kumpi näytteistä on kovempi. Yksi esi- merkki erotustestistä on kolmitesti, jossa arvioijalle annetaan kolme lihanäy- tettä samanaikaisesti ja valita niistä se, joka on erilainen, kaksi muuta ovat samanlaisia. Jokainen näyte esitetään erilaisena puolella yhdistelmistä ja ta- saisesti joko ensimmäisenä, toisena tai kolmantena näytteenä. (Warris 2000, 265.)

Erotustesteissä haittana on se, että voidaan vertailla vain kahta eri näytettä. Tässä kohtaa järjestystestit voittaa erotustestit. Arvioijille annetaan näytteitä satunnaisessa järjestyksessä ja arvioijan tulee järjestää ne jonkin arvioitavan ominaisuuden mukaan, kuten kovuuden tai maun intensiteetin. Jos lihanäyt-

teet eroavat toisistaan huomattavasti niin ominaisuus voidaan tarkastella tilastollisesti eri arvioijien kesken. (Warris 2000, 265–266.)

Erotus- ja järjestystestit kertovat helposti näytteiden erosta toisiinsa nähden. Ne eivät kuitenkaan kerro kuinka erilaisia näytteet ovat keskenään. Luokitteluasteikot mahdollistavat näytteiden luokittelun ennalta määriteltujen ominaisuuksien mukaan, kuten rakenteen, mehukkuuden ja maun suhteen. Kategorioiden määrä voi vaihdella, mutta tulisi olla viiden ja kymmenen välissä. Alle neljän muuttujan kategoria ei ole kovin herkkä asteikko ja yli kymmenen taas ei ole tarpeellista, koska se on jo liian laaja. Taulukossa 1 on esimerkki kahdeksan pisteen luokitteluasteikosta rakenteelle. (Warris 2000, 266.)

Taulukko 1. Kahdeksan pisteen luokitteluasteikko rakenteelle.

Asteikon piste	Kuvaus
8	Erittäin murea
7	Hyvin murea
6	Melko murea
5	Hieman murea
4	Hieman kova
3	Melko kova
2	Hyvin kova
1	Erittäin kova

Makuelämykseen vaikuttava osatekijä on ruoan rakenne. Rakennetta on hyvin vaikea kuvailla, mutta monissa yhteyksissä se on hämmästyttävän tärkeää. Rakenne aistitaan ainakin kahdella tavalla. Ensimmäinen puraisu antaa alkukäsityksen ruoan rakenteesta, ja ruoan tunnustelu jatkuu pureskeltaessa, joka koostuu puremisesta ja jauhamisesta. Lämpötila voi muuttaa rakennetta jauhamisen aikana, esimerkiksi suklaapalaa syödessä. Tätä voisi kuvailla suutuntumaksi. (Dahlgren 1994, 278.)

Aistinvaraisessa arvioinnissa on arvioijien mahdollista suorittaa psykologisia virheitä, eli keskihakuisuusvirhettä ja tottumisvirhettä. Keskihakuisuusvirhe on taipumus välttää ääripäitä ja käyttää asteikon keskiosaa. Tottumisvirheessä arvioija antaa aina saman vastauksen, vaikka ärsykkeen voimakkuus muuttuu. (Kälviäinen ym. 2005, 158.)

7 KOKEELLINEN OSUUS

Työn kokeellinen osuus suoritettiin osin toimeksiantajan tiloissa ja osin Hämeen ammattikorkeakoulun elintarvikelaboratoriossa. Kokeellisen osuuden alku, eli lihan mureutus ja kypsennys sekä aistinvarainen arviointi tapahtui toimeksiantajan tiloissa. Hämeen ammattikorkeakoulun elintarvikelaboratoriossa toteutettiin kokeellisen osuuden loppu, eli rakenteen mittaaminen. Kokeellisessa osuudessa suoritettiin esikoe, jotta varsinaisessa kokeessa ei enää tarvinnut harjoitella lihojen käsittelyä. Lisäksi esikokeella määritettiin lihojen kypsennysaika. Kokeellisessa osuudessa järjestettiin aistinvaraisen arvioinnin raadille perehdytys, jolla pyrittiin saamaan raatilaiset käyttämään arviointilomaketta samalla tapaa ja arvioimaan näytteitä samoin periaattein.

7.1 Esikoe

Tiedettiin, että porsaanlihan tulee olla läpikypsää syötäväksi ja sen sisälämpötilan tulee olla 73 °C. Jotta tähän päästiin, kypsytettiin liha 100 %:n höyryssä 80 °C:een lämpötilassa. Liha leikattiin 1,5 senttimetriä paksuiksi pihveiksi. Pihvit leikattiin jälleen suikaleiksi, joiden leveys oli noin 2,5 senttimetriä. Lihamäärä jaettiin neljään osaan, jotta saatiin kontrollinäyte, 1 %:n lisämureuttajapitoisuus, 3 %:n lisämureuttajapitoisuus ja 5 %:n lisämureuttajapitoisuus. Eri näytteiden lisätyn nesteiden määrä ja suolapitoisuus tasattiin samalle tasolle, jotta niillä ei olisi toisistaan poikkeavaa vaikutusta aistinvaraiseen arviointiin. Lisämureuttajan suolapitoisuus oli 14 % ja suurin lisäysmäärä oli 5 %. Taulukossa 2 on esitetty tehdyt näytteet ja niissä olevat lisäykset. Kaikissa lisäysten määrä oli siis 5 %:a lihan painosta.

Taulukko 2. Näytteet ja niiden lisäykset.

Näyte	Suola (%)	Vesi (%)
kontrolli	0,7	4,3
5 %:n lisämureutus	0	0
3 %:n lisämureutus	0,28	1,72
1 %:n lisämureutus	0,56	3,44

Kun lihoihin oli tehty lisäykset, ne laitettiin vakuumpusseihin, jotka saumattiin ensin kuumasaaajalla. Näin lihoja voitiin pyöritellä ja saada lisäykset paremmin lihaan sisään eli liha maseerattiin, mutta käsin. Tämän jälkeen pussit avattiin ja suljettiin vakuumpakkauslaitteella tiiviiksi, jotta pakkauksiin ei jäänyt ilmaa. Tämän jälkeen pussit laitettiin 100 %:n höyryuuniin ja selvitetiin lihojen kypsytysaika seuraamalla lihojen sisälämpötilaa. Tulokseksi saatiin 23 minuuttia, jonka jälkeen lihojen sisälämpötila oli ylittänyt 73 °C:ta. Tämä valittiin varsinaisiin kokeisiin kypsytysajaksi.

7.2 Perehdytys

Opinnäytetyössä päädyttiin pitämään aistinvarainen arviointi näytteille, sillä elintarviketeollisuudessa tuotteen maku on yksi tärkeimmistä asioista, joka vaikuttaa kuluttajien ostohalukkuuteen ja näin tuotteen menekkiin. Jotta aistinvaraisen arvioinnin suorittajat käyttäisivät arviointilomaketta samalla tapaa ja arvioisivat näytteitä samoilla periaatteilla, oli arvioijille pidettävä perehdytys. Perehdytyksessä arvioijille annettiin samanlainen arviointilomake jota tultiin käyttämään varsinaisessa arvioinnissakin. Arvioijille annettiin kaksi eri näytettä, jotka heidän piti arvioida. Näytteet olivat porsaan sisäfilee ja porsaan ulkofilee. Molemmat oli käsitelty samoin kuin varsinaisen kokeen näytteet tultiin käsittelemään, kuitenkin erona se, että perehdytyksen näytteissä ei ollut käytetty lisämureuttajaa. Näytteisiin oli siis lisätty vain vettä ja suolaa. Lisäysten kokonaismäärä oli 5 %. Näytteet valmistettiin siis samoin kuin varsinaisessa kokeessa valmistettu kontrolli eli 0 % -näyte. Porsaan sisäfileen tuli kuvastaa aistinvaraisen arvioinnin lomakkeen oikeaa ääripäätä, eli mureinta, mehukkainta ja miellyttävintä arvosanaa. Porsaan ulkofileen tuli kuvastaa keskivaiheella olevaa arvosanaa. Perehdytyksessä arvioijilla oli 5-portainen asteikko, mutta varsinaiseen kokeeseen päädyttiin nostamaan asteikkoa 7-portaiseksi, sillä sisäfilee oli jo mureinta, mitä asteikolla pystyi laittamaan ja ulkofilee hyvin lähellä myös mureinta arvoa. Päätettiin, että maisteltu sisäfilee on edelleen arvosanassa 5 ja ulkofilee arvosanassa 3. Näillä tiedoilla arvioijat arvioivat varsinaisen kokeen näytteitä kolmena eri maistokertana. (Kälviäinen, Roininen & Appelbye 2005, 157.)

Perehdytyksen perusteella todettiin, että vakumointi vetää lihat täysin yhteen ja kääntelee niitä sekä osa lihoista taipui kaksin kerroin, jolloin ne eivät ole tasalaatuisia, eikä niiden arviointi ole samanarvoista arvioijien kesken. Tämän perusteella päätettiin vakumointi jättää pois ja sulkea lihat kuumasaumaajalla pussiin, ilman vakumointia.

7.3 Varsinainen koe

Varsinainen koe suoritettiin kolme kertaa, jotta voitiin parantaa tulosten luotettavuutta verrattuna vain yhteen suoritukseen. Ennen jokaista aistinvaraista arviointia olivat näytteet valmisteltava edellisenä päivänä, jotta lisämureuttaja ehti vaikuttaa halutun 24 tuntia.

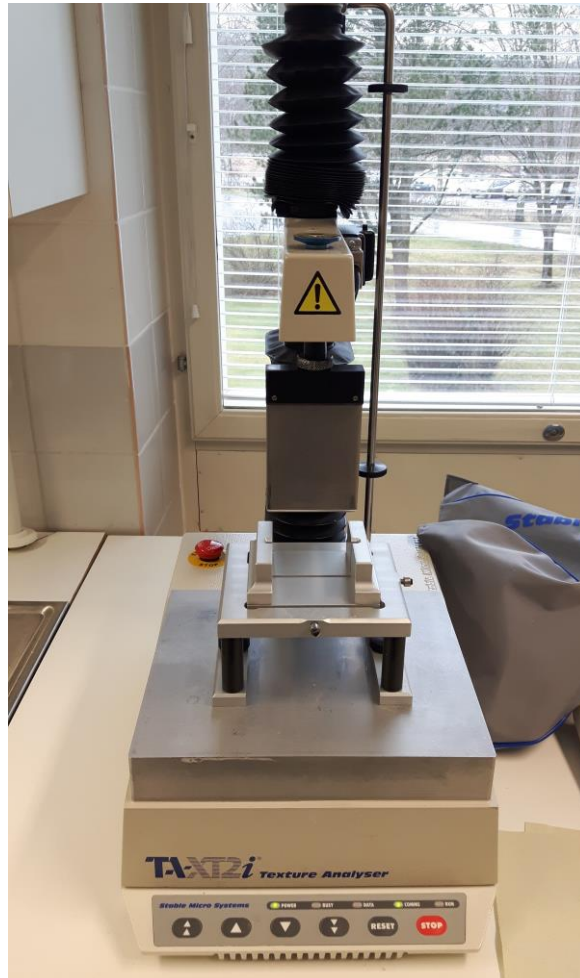
7.4 Aistinvarainen arviointi

Aistinvaraisen arvioinnin raati muodostettiin asiantuntijaraadista. Jokainen raatilainen oli ollut yrityksessä useamman vuoden töissä, ja ovat työssään tottuneet maistamaan tuotteita. Raadissa oli edustettuna tuotekehitys, myynti sekä laadunvalvonta. Jokaiselle arvioijalle oli tarjolla kooditettujen näytteiden lisäksi arviointilomake, kynä, vettä ja mahdollisuus sylkeä näytteet pois, mikäli ei niitä halunnut syödä tai ne maistuivat epämiellyttävältä.

Aistinvaraisen arvioinnin lomake laadittiin 7-portaiseksi luokka-asteikolla. 7-portainen asteikko oli lisäksi strukturoimaton numeerinen asteikko. Tämä valittiin siksi, että perehdytyksessä todettiin 5-portaisen asteikon olevan liian suppea neljälle näytteelle, jotka ainakin teoriassa poikkesivat toisistaan. (Mustonen ym. 2005, 62–63.)

7.5 Rakenteenmittaus

Rakenteenmittaus suoritettiin kaikille näytteille, joita oli yhteensä kolme kertaa neljä, eli 12 eri näytettä. Jokaisesta näytteestä otettiin kahdeksan koepalaa, jotka analysoitiin TAXT2i Texture Analyser-rakenteenmittauslaitteella. Kuvassa 7 on esitetty laite käyttövalmiina. Laitteeseen asetettiin käytettäväksi teräksi suora terä ja alustaksi sellainen alusta, josta terä pääsi menemään läpi, jotta laitteella voidaan analysoida lihan leikkaamiseen tarvittava voima.



Kuva 6. Rakenteenmittauslaite käyttövalmiina (Sanni Kuivanen, 2016).

8 TULOKSET

Tässä luvussa tarkastellaan kokeista saatuja tuloksia. Näytteille suoritettiin sekä aistinvarainen arviointi että rakenteenmittaus. Molempien testien tuloksia verrattiin toisiinsa. Aistinvaraisen arvioinnin tuloksista laskettiin keskiarvo, keskihajonta ja vaihteluväli. Rakenteenmittauksen tuloksista laskettiin myös keskiarvo, keskihajonta sekä vaihteluväli. Matemaattiset määritykset valittiin siksi, koska johtopäätösten ja objektiivisen tulkinnan tueksi tarvitaan tunnuslukuja, jotka lasketaan jakaumasta. Lisäksi määritettiin hajontaluvuista vaihteluvälit, koska niillä mitataan, kuinka laajalle tai suppealle välille havaintoarvot sijoittuvat. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 78–88.)

8.1 Rakenteenmittauksen tulokset

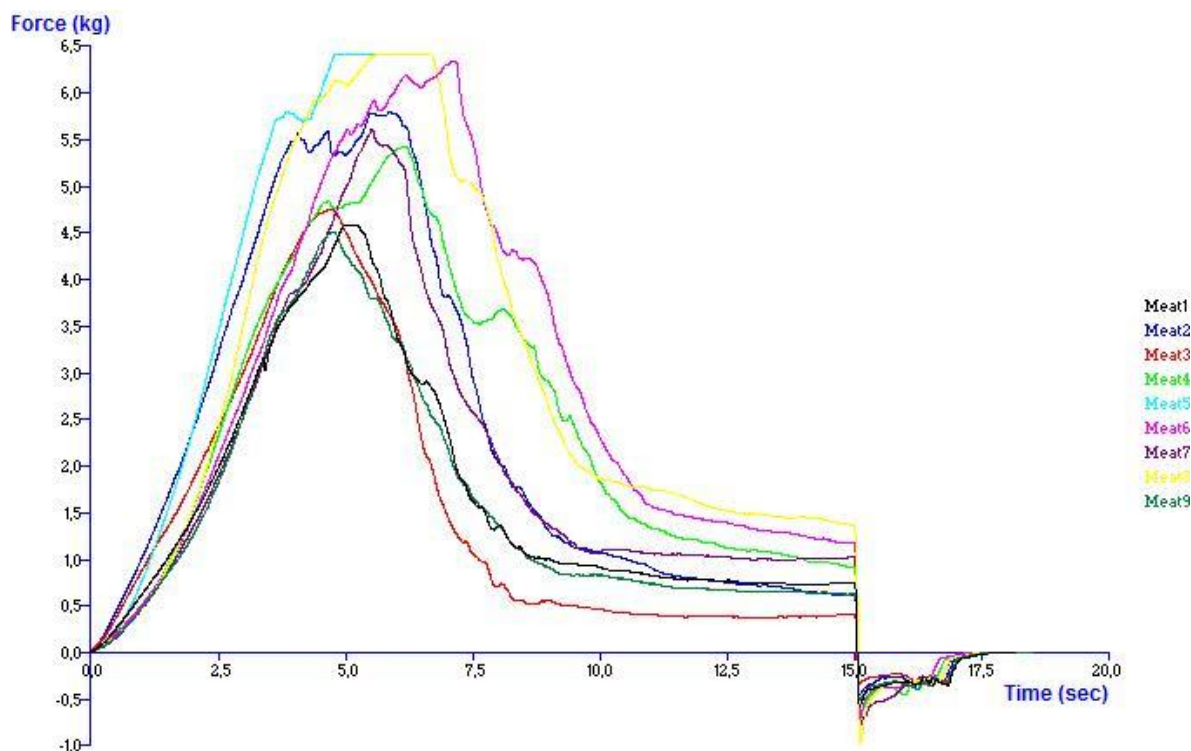
Rakenteenmittauksen tulokset on esitetty sekä kuvaajina että sanallisesti. Kuvaajat on otettu rakenteenmittauslaitteelta ja akseleina kuvaajassa on voima (kg) sekä aika (sec). Rakenteenmittauslaitteelta sai kuvaajan ja numeerisen voiman suuruuden lisäksi laskettuna kuvaajan pinta-alan, joka on esitetty kg/sec.

Aritmeettinen keskiarvo saatiin laskemalla rakenteenmittauslaitteelta saadut havaintoarvot yhteen ja tämä summa jaettiin muuttujien määrällä (Holopainen & Pulkkinen 2008, 83).

Vaihteluväli kuvaa havaintoaineiston kokonaispeittoa. Vaihteluvälissä ilmoitetaan aineiston pienin ja suurin arvo. Lisäksi vaihteluvälin pituus lasketaan vähentämällä aineiston suurimmasta arvosta sen pienin arvo. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 89–90.)

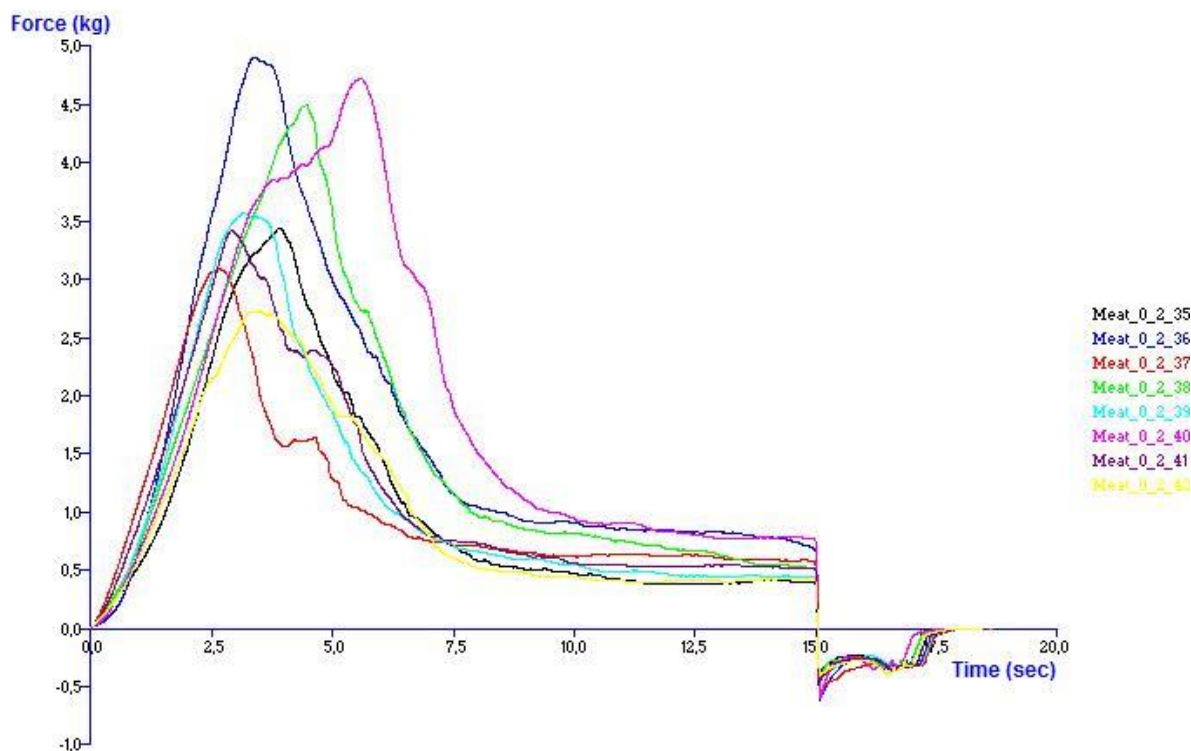
Keskihajonta saadaan laskettua vähentämällä kustakin havaintoarvosta aineiston keskiarvo ja laskemalla tämä potenssiin kaksi. Sitten tulee laskea edellä saatujen arvojen summa, jakamalla tulos havaintoarvojen lukumäärällä sekä ottamalla tästä saadusta arvosta neliöjuuri. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 90.)

Kuvassa 7 on esitetty ensimmäisen kokeen 0 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 5,44048 kg ja pinta-alan suhteen 33,2994 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (23,163;45,234) ja vaihteluvälin pituus on 23,071. Kuten kuvasta sekä vaihteluvälistä ja vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus ensimmäisen kokeen ensimmäiselle näytesarjalle tuotti hyvinkin epäluotettavan tuloksen. Tästä kuvasta ja saaduista arvoista ei voi täysin luotettavasti sanoa mikä oli ensimmäisen näytesarjan mureus. Tuloksiin vaikuttaa varmasti olennaisesti se, että näytteet eivät olleet täysin samankokoisia, ei leveydeltään, eikä paksuudeltaan. Kuitenkin rakenteenmittauksesta saatujen tulosten perusteella tällä näytteellä oli oman sarjansa pienin arvo 23,163 kg/sec, joka oli jokaisen muun saman kerran sarjan pienintä arvoa isompi. Tästä voidaan hyvin karkeasti päätellä näytteen olleen sitkeintä, mutta täysin luotettavaa tulosta ei voida antaa.



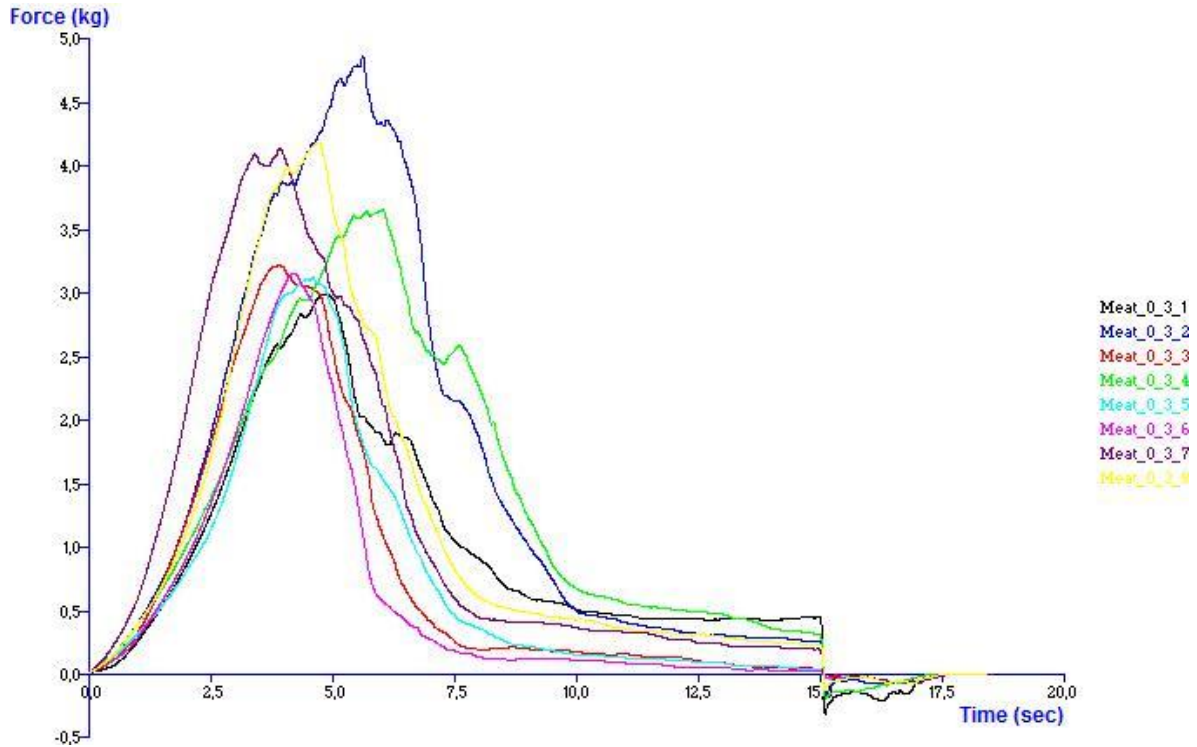
Kuva 7. Ensimmäisen kokeen 0 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 8 on esitetty toisen kokeen 0 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,809 kg ja pinta-alan suhteen 19,9563 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (15,139; 28,102) ja vaihteluvälin pituus on 12,963. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus tuotti toisen kokeen ensimmäisessä näytesarjassa hieman epäluotettavan tuloksen. Kuvassa on hieman hajontaa, mutta suurin osa linjoista kulkee melko samalla tavalla.



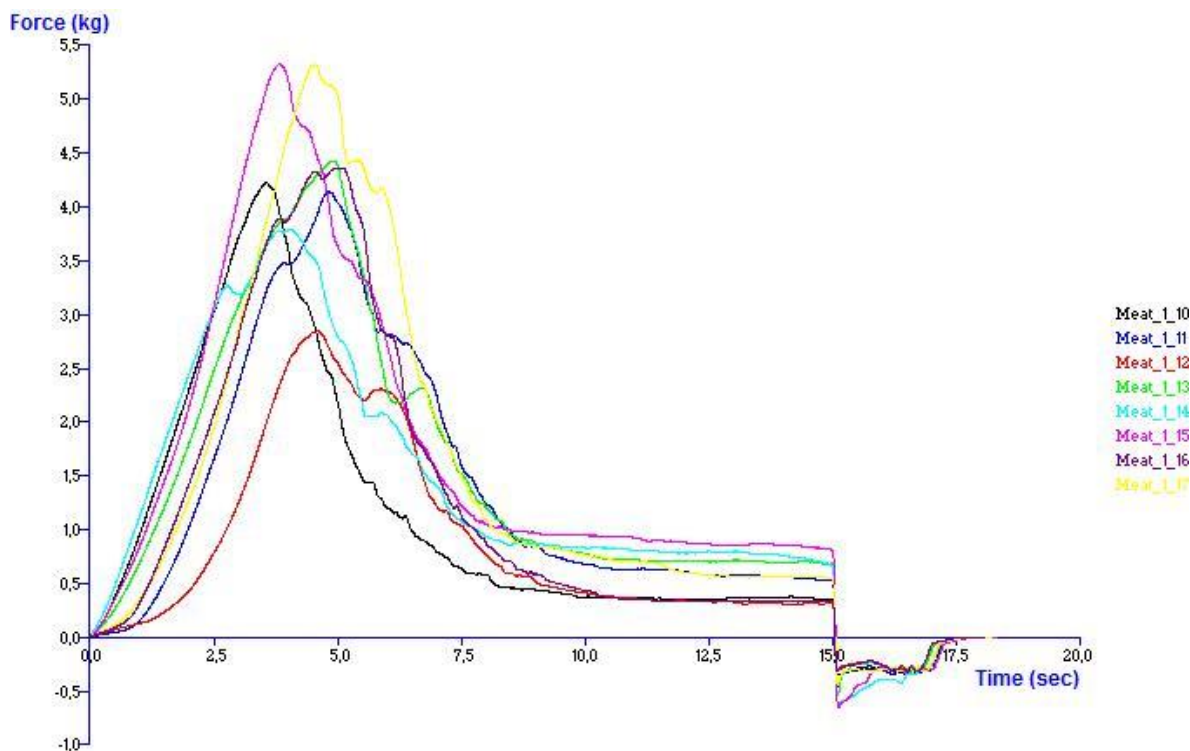
Kuva 8. Toisen kokeen 0 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 9 on esitetty kolmannen kokeen 0 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,67589 kg ja pinta-alan suhteen 16,8511 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (10,079; 24,966) ja vaihteluvälin pituus on 14,887. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus kolmannen kokeen ensimmäiselle näytesarjalle tuotti melko epäluotettavan tuloksen.



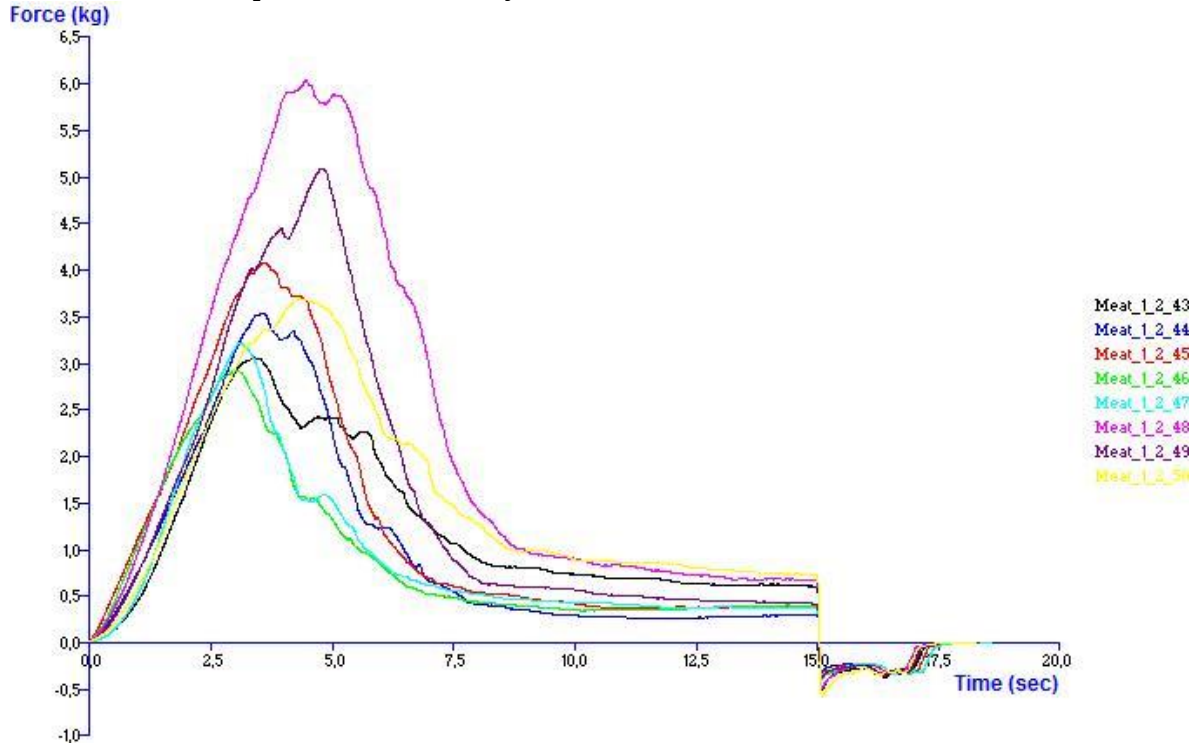
Kuva 9. Kolmannen kokeen 0 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 10 on esitetty ensimmäisen kokeen 1 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 4,3165 kg ja pinta-alan suhteen 21,8711 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (13,827; 27,424) ja vaihteluvälin pituus on 13,597. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus ensimmäisen kokeen toiselle näytesarjalle tuotti edelleen hieman epäluotettavan tuloksen, mutta oli kuitenkin jo parempi, kuin ensimmäinen näytesarja. Tästä kuvasta ja saaduista arvoista voidaan jo luotettavammin sanoa mikä oli näytteen mureus, mutta tarvittaisiin vielä suurempi otanta, jotta tuloksia voitaisiin kutsua luotettaviksi.



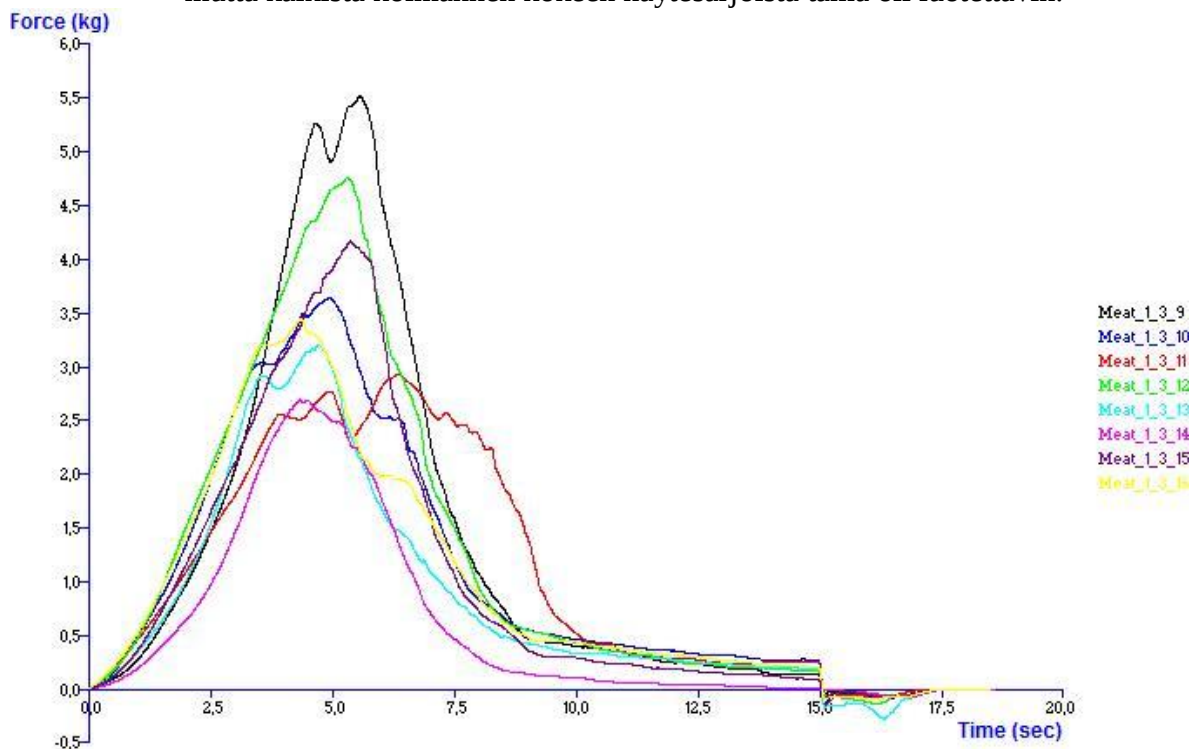
Kuva 10. Ensimmäisen kokeen 1 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 11 on esitetty toisen kokeen 1 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,96588 kg ja pinta-alan suhteen 20,3095 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (13,851; 33,824) ja vaihteluvälin pituus on 19,973. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus toisen kokeen toisessa näytesarjassa tuotti epäluotettavan tuloksen. Tästä ei voida luotettavasti päätellä mikä oli näytteen mureus.



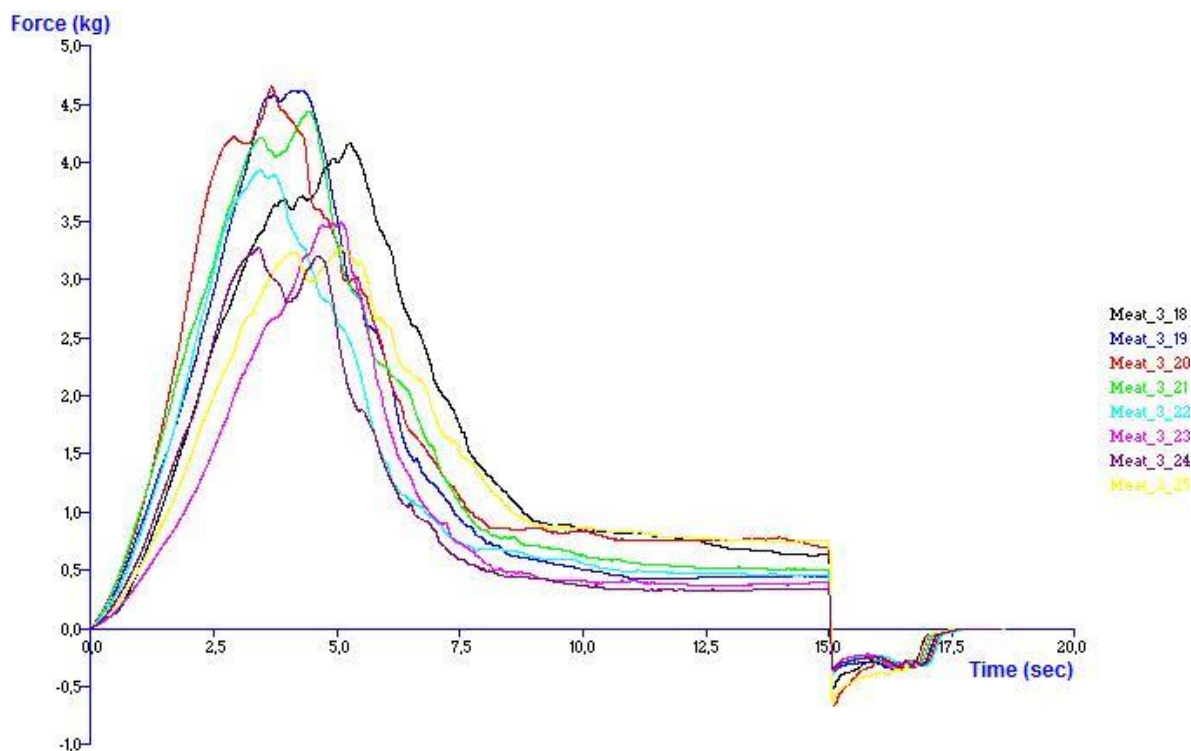
Kuva 11. Toisen kokeen 1 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 12 on esitetty kolmannen kokeen 1 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,8078 kg ja pinta-alan suhteen 18,178 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (10,769; 22,93) ja vaihteluvälin pituus on 12,161. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus kolmannen kokeen toiselle näytesarjalle tuotti melko epäluotettavan tuloksen, mutta kaikista kolmannen kokeen näytesarjoista tämä oli luotettavin.



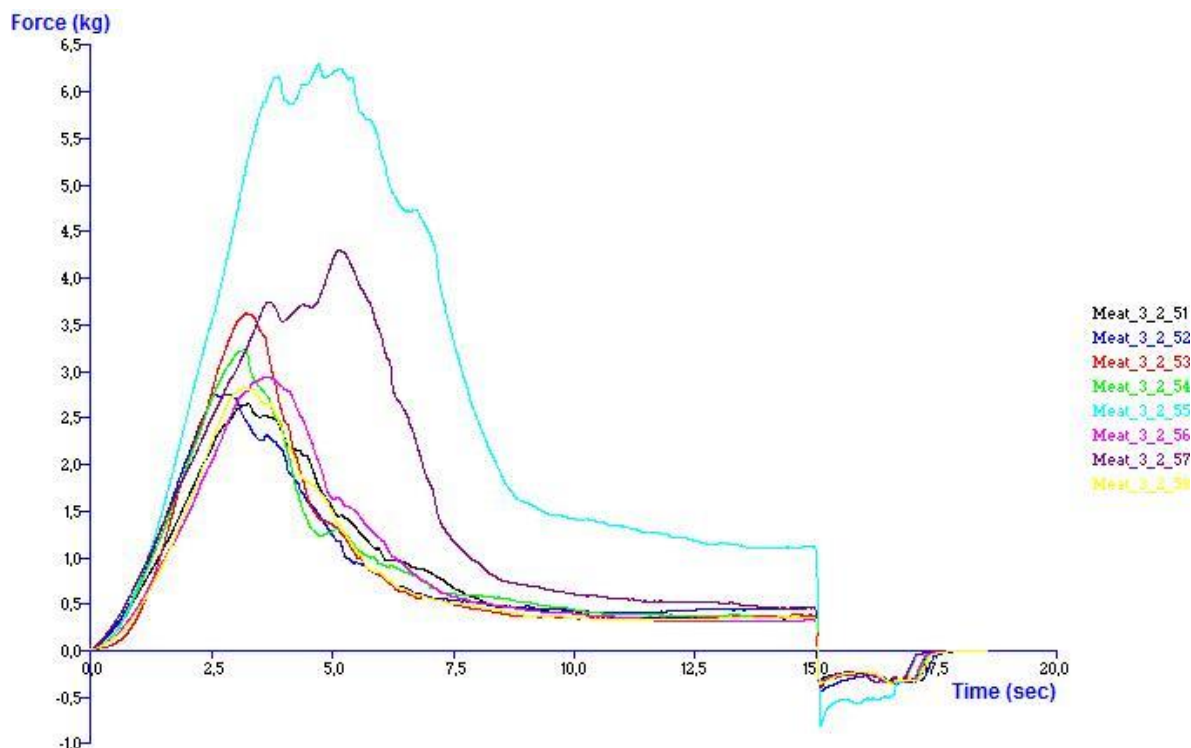
Kuva 12. Kolmannen kokeen 1 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 13 on esitetty ensimmäisen kokeen 3 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,99578 kg ja pinta-alan suhteen 21,3425 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (16,059; 25,753) ja vaihteluvälin pituus on 9,694. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus ensimmäisen kokeen kolmannelle näytesarjalle tuotti jälleen luotettavamman tuloksen, kuin ensimmäinen tai toinen näytesarja. Tästä voidaan jo melko varmasti kertoa mikä on näytteiden mureus.



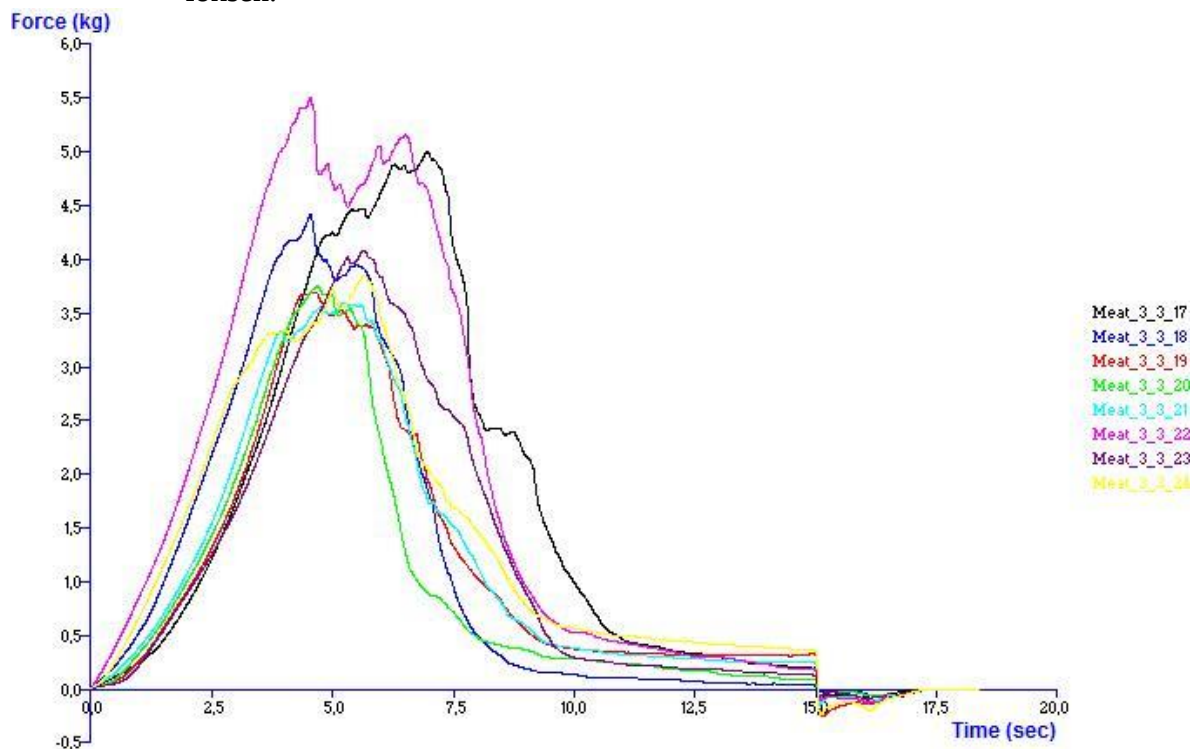
Kuva 13. Ensimmäisen kokeen 3 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 14 on esitetty toisen kokeen 3 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,58823 kg ja pinta-alan suhteen 18,3653 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (12,823; 40,932) ja vaihteluvälin pituus on 28,109. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus toisen kokeen kolmannelle näytesarjalle tuotti hyvin epäluotettavan tuloksen. Tästä näytteenä ei voi mitenkään kertoa luotettavasti mikä on näytteen mureus.



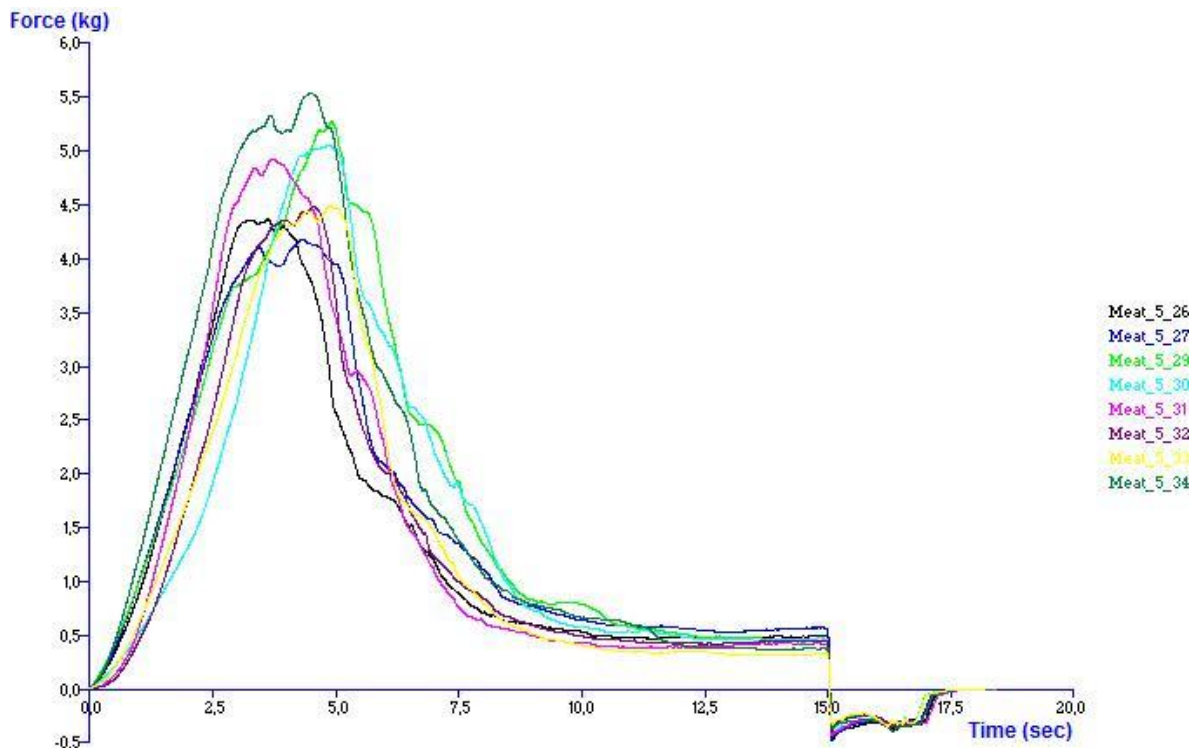
Kuva 14. Toisen kokeen 3 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 15 on esitetty kolmannen kokeen 3 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 4,25135 kg ja pinta-alan suhteen 21,817 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (15,586; 31,507) ja vaihteluvälin pituus on 15,921. Kuten kuvasta sekä vaihteluvälistä ja vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus kolmannen kokeen kolmannelle näytesarjalle tuotti melko epäluotettavan tuloksen.



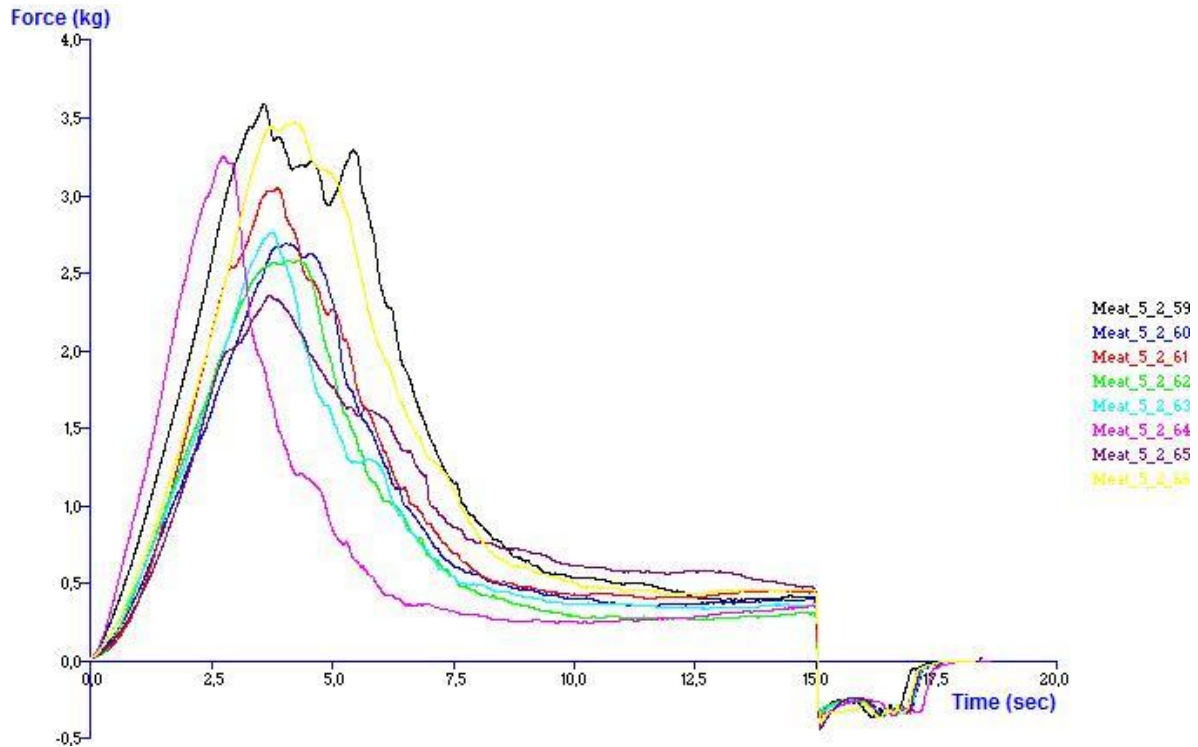
Kuva 15. Kolmannen kokeen 3 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 16 on esitetty ensimmäisen kokeen 5 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 4,80335 kg ja pinta-alan suhteen 24,0926 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (21,14; 28,851) ja vaihteluvälin pituus on 7,711. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus ensimmäisen kokeen neljännessä näytesarjassa tuotti ensimmäisen kokeen luotettavimmat tulokset. Tästä näytesarjasta voidaan jo kertoa luotettavasti mikä oli näytteen mureus. Kuviossa on hieman hajontaa, mikä varmasti johtuu näytteiden epätasaisesta paksuudesta ja leveydestä.



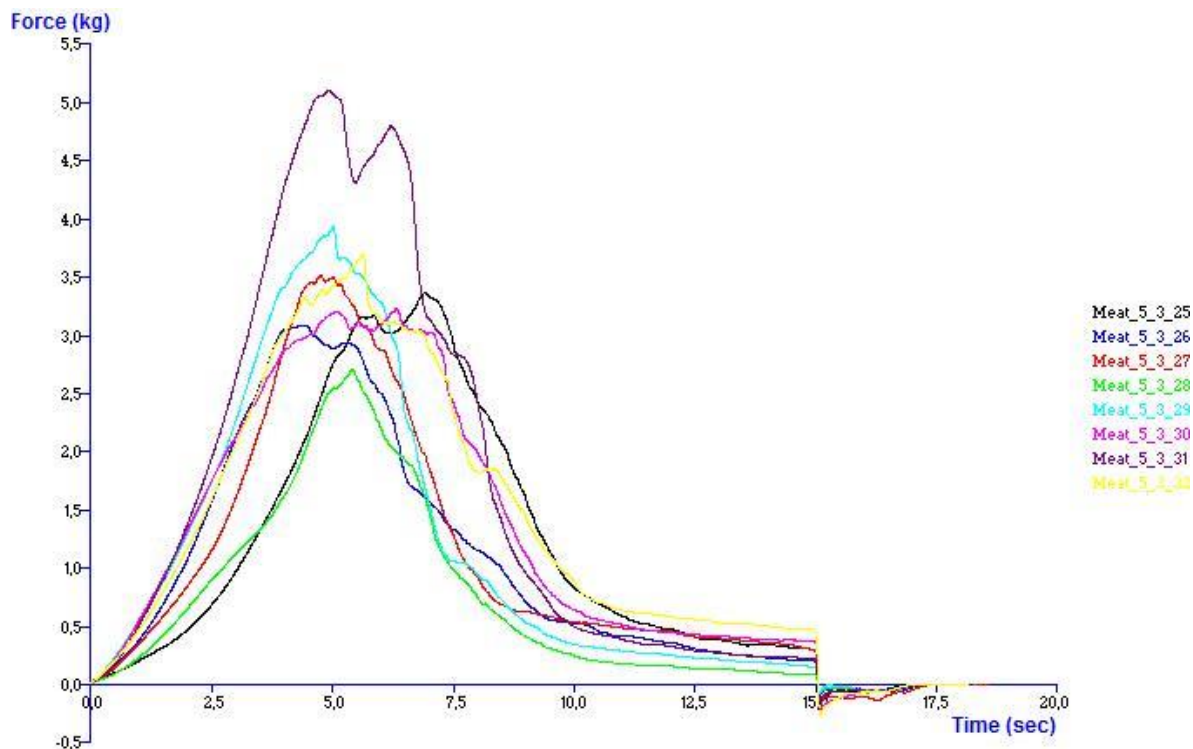
Kuva 16. Ensimmäisen kokeen 5 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 17 on esitetty toisen kokeen 5 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 2,97314 kg ja pinta-alan suhteen 15,2356 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (11,926; 20,608) ja vaihteluvälin pituus on 8,682. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus toisen kokeen viimeiselle näytesarjalle tuotti toisen kokeen näytteistä luotettavimman tuloksen. Tästä näytteestä voidaan jo lähes luotettavasti kertoa mikä on näytteiden mureus.



Kuva 17. Toisen kokeen 5 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Kuvassa 18 on esitetty kolmannen kokeen 5 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset käyräparvena. Numeerisina arvoina käyräparven keskiarvot ovat voiman suhteen 3,5872 kg ja pinta-alan suhteen 19,7494 kg/sec. Kokeen vaihteluväli on (12,047; 26,976) ja vaihteluvälin pituus on 14,929. Kuten kuvasta ja vaihteluvälistä sekä vaihteluvälin pituudesta huomaa, rakenteenmittaus kolmannen kokeen neljännelle näytesarjalle tuotti melko epäluotettavan tuloksen.



Kuva 18. Kolmannen kokeen 5 %:n lisämureuttajan lisäyksen tulokset.

Yhteenvedona rakenteenmittauksien tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Rakenteenmittauksien tulokset voiman ja pinta-alan suhteen.

	0 %	1 %	3 %	5 %
1. koe (kg, kg/sec)	5,4405 33,299	4,3165 21,871	3,9958 21,343	4,8034 24,093
2. koe (kg, kg/sec)	3,8090 19,956	3,9659 20,310	3,5882 18,365	2,9762 15,236
3. koe (kg, kg/sec)	3,6759 16,851	3,8078 18,178	4,2514 21,817	3,5872 19,749

Kuten taulukosta 3 näkee, ensimmäisellä koekerralla selvästi sitkeintä oli 0 %:a lisämureuttajaa sisältävä liha, eli kontrollinäyte. Murein kuitenkin oli näyte, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Toisella koekerralla sitkein oli näyte, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Mureinta oli näyte, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, kuten oli toivottuakin. Kolmannella koekerralla sitkeintä oli näyte, jossa oli 3

% lisämureuttajaa ja mureinta taas kontrollinäyte, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa.

Taulukossa 4 on esitetty rakenteenmittausten tuloksista lasketut keskihajonnat. Kuten taulukosta näkee, kaikista kokeista 5 %:n lisämureuttajan näytteillä on pienimmät keskihajonnat. Näin voidaan olettaa niiden kokeiden onnistuneen melko tasaisesti. Kolmannen koekerran kaikkien näytteiden (eli 0 %, 1 %, 3 % ja 5 %) tulosten keskihajontojen summa on kaikista kokeista pienin, eli karkeasti voidaan todeta kolmannen kokeen onnistuneen luotettavimmin. Toiseksi luotettavimmaksi voidaan karkeasti todeta ensimmäinen koe.

Taulukko 4. Rakenteenmittausten tulosten keskihajonnat.

	0 %	1 %	3 %	5 %
1. koe	8,0846	4,0875	3,4774	2,7697
2. koe	4,6037	6,2182	9,0994	2,8479
3. koe	4,8162	3,6264	4,8619	4,1355

Yhteenvedon voidaan vaihteluvälien pituuksista todeta, että suurimmat vaihteluvälit olivat toisessa kokeessa. Kokonaisuudessaan pienin vaihteluvälin pituus oli ensimmäisen kokeen 5 %:n lisämureuttajan näytteellä. Suurin vaihteluvälin pituus oli toisen kokeen 3 %:n lisämureuttajan näytteellä. Hajonta näytteiden välillä oli kuitenkin suuri, joka vaikuttaa tulosten luotettavuuteen.

8.2 Aistinvaraisen arvioinnin tulokset

Aistinvaraiset arvoinnit suoritettiin kolmena eri päivänä. Jokaisella maistokerralla oli täysin samalla tavalla käsitelty näytteet maistettavina. Näytteet maistettiin annetussa järjestyksessä, joka oli jokaisella kerralla hieman erilainen. Selkeyden vuoksi tulokset on esitetty tässä työssä pitoisuusjärjestyksessä pienimmästä suurimpaan. Arvioitavina parametreina olivat mureus, mehukkuus ja maun miellyttävyys. Arviointiasteikko oli 1-7, jossa 1 oli huonoin ja 7 paras arvosana. Näinollen tulosten keskiarvo on sitä parempi mitä lähempänä se on arvosanaa seitsemän.

Ensimmäisen maistokerran tulosten keskiarvot esitetään taulukossa 5. Ensimmäisellä maistokerralla liha, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, koettiin muureimmaksi. Mehukkaimmaksi koettiin liha, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Maultaan miellyttävimmäksi koettiin liha, jossa ei ollut lisämureuttajaa lainkaan.

Taulukko 5. Ensimmäisen maistokerran tulosten keskiarvot.

	0 %	1 %	3 %	5 %
Mureus	4,33	5,22	5,33	4,11
Mehukkuus	2,78	3,22	3,11	2,67
Maun miellyttävyys	4,28	3,56	3,00	3,11

Ensimmäisen maistokerran tuloksiin voi vaikuttaa se, mistä kohtaa ulkofileetä palat oli leikattu. Jokainen näyte oli kuitenkin samasta eläimestä, joten siitä erot eivät johdu. Näytteet kuivivat melko paljon kypsennyksen aikana, joka vaikuttaa mehukkuuteen negatiivisesti.

Ensimmäisen maistokerran tulosten keskihajonnat esitetään taulukossa 6. Suurin keskihajonta mureuden suhteen oli näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta mureuden suhteen oli näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Suurin keskihajonta mehukkuuden suhteen oli näytteessä, jossa oli % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta mehukkuuden suhteen oli näytteessä, jossa oli % lisämureuttajaa. Suurin keskihajonta maun miellyttävyyden suhteen oli näytteessä, jossa oli % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta maun miellyttävyyden suhteen oli näytteessä, jossa oli % lisämureuttajaa.

Taulukko 6. Ensimmäisen maistokerran tulosten keskihajonnat.

	0 %	1 %	3 %	5 %
Mureus	1,0541	1,3966	0,6667	1,2862
Mehukkuus	1,1331	1,3147	1,3699	1,4142
Maun miellyttävyys	1,3147	1,2571	1,2019	1,1967

Ensimmäisellä maistokerralla mureuden suhteen tulosten vaihteluväli oli kontrollinäytteessä (2,6) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,7) ja vaihteluvälin pituus oli 5. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (4,6) ja vaihteluvälin pituus oli 2. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,6) ja vaihteluvälin pituus oli 5.

Ensimmäisellä maistokerralla mehukkuuden suhteen tulosten vaihteluväli oli kontrollinäytteessä (1,4) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4.

Ensimmäisellä maistokerralla maun miellyttävyyden suhteen tulosten vaihteluväli oli kontrollinäytteessä (2,6) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4.

Toisen maistokerran tulosten keskiarvot esitetään taulukossa 7 (s.41). Toisella maistokerralla liha, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, koettiin mureimmaksi. Mehukkaimmaksi koettiin sekä liha, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, että liha, jossa

oli 5 % lisämureuttajaa. Maultaan miellyttävimmäksi koettiin liha, jossa oli 1 % lisämureuttajaa.

Taulukko 7. Toisen maistokerran tulosten keskiarvot.

	0 %	1 %	3 %	5 %
Mureus	4,50	4,50	5,30	5,50
Mehukkuus	2,80	2,90	3,20	3,20
Maun miellyttävyys	4,00	4,50	3,22	3,50

Toisen maistokerran tulosten keskihajonnat esitetään taulukossa 8. Suurin keskihajonta mureuden suhteen oli näytteessä, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta mureuden suhteen oli näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Suurin keskihajonta mehukkuuden suhteen oli näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta mehukkuuden suhteen oli näytteessä, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa. Suurin keskihajonta maun miellyttävyyden suhteen oli näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta maun miellyttävyyden suhteen oli näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa.

Taulukko 8. Toisen maistokerran tulosten keskihajonnat.

	0 %	1 %	3 %	5 %
Mureus	1,5	1,0672	0,5175	0,9574
Mehukkuus	0,9522	1,1968	1,2893	1,4514
Maun miellyttävyys	1,0541	0,9574	1,9245	1,0672

Toisella maistokerralla tulosten vaihteluväli mureuden suhteen oli kontrollinäytteessä (2,7) ja vaihteluvälin pituus oli 5. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (3,6) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (5,6) ja vaihteluvälin pituus oli 1. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (4,7) ja vaihteluvälin pituus oli 3.

Toisella maistokerralla mehukkuuden suhteen tulosten vaihteluväli oli kontrollinäytteessä (1,4) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,6) ja vaihteluvälin pituus oli 4.

Toisella maistokerralla maun miellyttävyyden suhteen tulosten vaihteluväli oli kontrollinäytteessä (2,5) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (3,6) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,6) ja vaihteluvälin pi-

tuus oli 5. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,5) ja vaihteluvälin pituus oli 3.

Kolmannen maistokerran tulosten keskiarvot esitetään taulukossa 9. Kolmannella maistokerralla liha, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, koettiin näytteistä mureimmaksi. Mehukkaimmaksi koettiin liha, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa. Maultaan miellyttävimmäksi koettiin liha, jossa oli 1 % lisämureuttajaa.

Taulukko 9. Kolmannen maistokerran tulosten keskiarvot.

	0 %	1 %	3 %	5 %
Mureus	4,78	5,22	5,56	5,78
Mehukkuus	3,56	3,11	3,33	3,44
Maun miellyttävyys	4,00	4,33	3,11	2,67

Kolmannen maistokerran tulosten keskihajonnat esitetään taulukossa 10. Suurin keskihajonta mureuden suhteen oli näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta mureuden suhteen oli näytteissä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa sekä 5 % lisämureuttajaa. Suurin keskihajonta mehukkuuden suhteen oli kontrollinäytteessä ja näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta mehukkuuden suhteen oli näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Suurin keskihajonta maun miellyttävyyden suhteen oli näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa. Pienin keskihajonta maun miellyttävyyden suhteen oli näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa.

Taulukko 10. Kolmannen maistokerran tulosten keskihajonnat.

	0 %	1 %	3 %	5 %
Mureus	1,7498	1,2273	1,5713	1,2273
Mehukkuus	1,499	0,9938	1,1547	1,499
Maun miellyttävyys	1,1547	1,1547	1,0999	1,3333

Kolmannella maistokerralla tulosten vaihteluväli mureuden suhteen oli kontrollinäytteessä (2,7) ja vaihteluvälin pituus oli 5. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (3,7) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,7) ja vaihteluvälin pituus oli 5. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (3,7) ja vaihteluvälin pituus oli 4.

Kolmannella maistokerralla tulosten vaihteluväli mehukkuuden suhteen oli kontrollinäytteessä (2,6) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,5) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,6) ja vaihteluvälin pituus oli 5.

Kolmannella maistokerralla tulosten vaihteluväli maun miellyttävyyden suhteen oli kontrollinäytteessä (2,6) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,6) ja vaihteluvälin pituus oli 4. Näytteessä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (2,5) ja vaihteluvälin pituus oli 3. Näytteessä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa, vaihteluväli oli (1,5) ja vaihteluvälin pituus oli 4.

Aistinvaraisen arvioinnin lomakkeista näki, että osa arviointiraadista on systemaattisesti vastannut jokaiseen kohtaan samalla tavalla. Tämä vaikuttaa tietysti tulosten keskiarvoihin. Oli kuitenkin hienoa huomata, että kokeissa kaksi ja kolme suurin osa raatilaista oli jäljillä mureimmasta näytteestä.

Yhteenvedona aistinvaraisesta arvioinnista voidaan todeta, että kokonaisuudessaan mureimpana näytteenä pidettiin näytettä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Toiseksi mureimpana pidettiin näytettä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa ja kolmanneksi mureimpana näytettä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Näytteistä mehukkaimpana kokonaisuudessaan pidettiin näytettä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Toiseksi mehukkaimpana pidettiin näytettä, jossa oli 5 % lisämureuttajaa ja kolmanneksi mehukkaimpana näytettä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Maultaan miellyttävimpänä pidettiin kaiken kaikkiaan näytettä, jossa oli 1 % lisämureuttajaa. Maultaan toiseksi miellyttävimpänä pidettiin näytettä, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa ja kolmanneksi miellyttävimpänä näytettä, jossa oli 3 % lisämureuttajaa.

Tuloksista voidaan päätellä, että lisämureuttaja vaikuttaa tuotteen makuun. Raadin arvioiden mukaan lisämureuttajan pieni lisäys kuitenkin parantaa lihan oman maun miellyttävyyttä. Jos lisämureuttajaa laitetaan liikaa, ei sen maku ole miellyttävä, ja se heikentää yleisesti makuelämystä lihan syönnissä.

8.3 Tulosten vertailu

Tulosten vertailu keskiarvojen perusteella näyttää siltä, että ensimmäisellä koekerralla rakenteenmittauksen perusteella murein näyte oli liha, jossa oli 3 % lisämureuttajaa. Aistinvaraisessa testissä tulos oli sama, näyte, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, arvioitiin mureimmaksi. Sitkeimmäksi aistinvaraisessa arvioinnissa arvioitiin näyte, jossa oli 5 % lisämureuttajaa. Rakenteenmittauksessa sitkeintä oli näyte, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa. Toisella koekerralla aistinvaraisessa arvioinnissa arvioitiin näyte, jossa oli 5 % lisämureuttajaa. Rakenteenmittauksessa tulos oli sama. Sitkeimmäksi aistinvaraisessa arvioinnissa arvioitiin näytteet, joissa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa ja missä oli 1 % lisämureuttajaa. Rakenteenmittauksessa sitkeintä oli näyte, jossa oli 1 % lisämureuttajaa ja toiseksi sitkeintä näyte, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa. Kolmannella koekerralla aistinvaraisessa arvioinnissa mureimmaksi arvioitiin näyte, jossa oli 5 % lisämureuttajaa. Rakenteenmittauksessa mureinta oli näyte, jossa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa. Aistinvaraisessa arvioinnissa tämä näyte arvioitiin sitkeimmäksi. Rakenteenmittauksen perusteella näyte, jossa oli 3 % lisämureuttajaa, oli näytteistä sitkein.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön kokeellisen osuuden osioiden tuloksiin vaikuttaa olennaisesti näytteiden valmistelu. Varsinkin rakenteenmittauksessa oleellista olisi näytteiden yhtenevä paksuus, joka hieman heitteli näytteiden välillä. On mahdollista saada näytteistä yhtä paksuja ja yhtä leveitä, sillä lihat leikattiin suikaleiksi jo ennen kypsennystä, jolloin niiden paksuus oli noin 1,5 senttimetriä ja leveys noin 2,5 senttimetriä. Kuitenkin kypsennyksen aikana lihoista poistui nestettä, mikä vaikuttaa lihasuikaleen kokoon joka suunnassa, eli myös paksuuteen ja leveyteen. Samalla eläimellä samassa lihaksessa voi kuitenkin olla hieman erilaisia kohtia, eli vaikka liha on täysin samasta eläimestä ja täysin samasta osasta, ei esimerkiksi kahta täysin samanlaista pihviä saa leikattua ja tämän jälkeen kypsennettyä niin, ettei eroa huomaisi. Jokaisella näytekerralla oli eri eläimestä lihaa, joka sekin vaikuttaa tuloksiin. Kuitenkin olisi ollut tärkeää leikata lihat vielä samankokoisiksi ennen rakenteenmittausta, jotta tulokista olisi saanut luotettavampia. Pienetkin erot lihojen paksuudessa vaikuttavat rakenteenmittaukseen oleellisesti.

Koko eläimen elinkaari vaikuttaa lihaksen rakenteeseen ja olennaisesti myös mureuteen. Eläimen perimä ja geenit vaikuttavat myös olennaisesti, vaikka siat eläisivät samoissa olosuhteissa ja samalla dieetillä, ei kahta samanlaista löydy, kuten ei ihmisistäkään.

Työn tulosten perusteella voidaan olettaa, että mureuttaminen lisämureuttajan avulla on kustannustehokkaampaa, kuin perinteisemmällä menetelmällä mureutettu liha. Lihaan kuitenkin tarttui makua lisämureuttajasta, joten se rajoittaa käytettävän lisämureuttajan määrää.

Mureutta on vaikea arvioida aistinvaraisella testillä, sillä toinen voi mieltää jonkun näytteen hyvinkin mureaksi, mutta toisen mielestä se on vielä melko sitkeää. Samoin makuaisti on kullakin yksilöllinen, eikä makuasioista voida kiistellä. Kuitenkin elintarviketeollisuudessa mennään yleisen maun mukaan, eli sen mukaan mitä eniten kaupoista ostetaan. Tämän lisäksi mukaan ovat vielä tulleet terveystrendit, jotka ohjailevat esimerkiksi tuotteisiin haluttavia rasva- ja suolaprosentteja.

Aistinvaraisessa arvioinnissa huomattiin arvioijien suorittavan psykologisia virheitä, eli keskihakuisuusvirhettä ja tottumisvirhettä. Näitä pyrittiin pienentämään ja välttämään raadin perehdytyksellä. Kaikki arvioijat eivät kuitenkaan psykologisia virheitä tehneet.

Aistinvaraisen arvioinnin raadin motivointi ei välttämättä ollut riittävää ja se saattoi aiheuttaa yksipuolisia vastauksia ja näin vääristää tulosta. Lisäksi perehdytys olisi voinut olla laajempi, jotta jokaisella olisi varmasti ollut käsitys siitä, miten näytteitä tuli maistaa ja miten arviointilomaketta haluttiin raatilaisten käyttävän. Aistinvaraiseen arviointiin vaikuttaa myös varmasti se, että

raatilailla oli ruokatunti tai kahvitauko ennen maistoja. Kahvijäämät ja voimakkaasti maustetut ruoat vääristävät makuja. Lisäksi ei ole tietoa tupakoivatko raatilaiset eli voiko se tekijä heikentää makuaisteja tai vääristää makua.

Kuitenkin raatilaiset työskentelevät elintarvikeyrityksessä, joten oletettiin, että raatilaiset eivät olisi käyttäneet arviointipäivinä voimakkaasti tuoksuvia kosmeettisia aineita. Kuitenkaan esimerkiksi flunssaista oloa ei kysytty arvioijilta, joten mikäli joku arvioijista oli vähänkin flunssainen, voi se heikentää makuaisteja.

Aistinvaraisen arvioinnin tuloksissa oli huomattavaa se, että monikaan ei löytänyt näytteissä eroja suhteessa toisiinsa. Arvioinneista huomaa myös sen miten hyvin lisämureuttaja on sekoitettu lihoihin, eli kuinka se on päässyt vaikuttamaan tasaisesti tai epätasaisesti näytteisiin. Lomakkeista huomasi, että osa oli arvioinut näytteet yhtä mureiksi, vaikka toisessa ei ollut lainkaan lisämureuttajaa ja toisessa 5 %:n lisämureuttajan lisäys.

Parannusehdotuksena on suorittaa koetta laajemmin useammilla toistoilla, jolloin tulosten luotettavuus paranee. Lisäksi suikaloidut lihapalat kannattaisi leikata vielä juuri ennen rakenteenmittausta täsmälleen samankokoisiksi, jotta lihapalan koko ei vaikuta rakenteenmittauksen tuloksiin. Rakenteenmittaus olisi hyvä suorittaa myös Warner-Bratzler-terällä, jolloin lihan mureutta pystytään määrittämään paremmin kuin pelkästään suoralla terällä mitattaessa. Suoralla terällä mitattaessa mittausta kohdistuu helposti vain lihan pintaan, eikä lihan sisäosiin.

LÄHTEET

- Bourne, M. 2002. Food Texture and Viscosity. Academic Press. Viitattu 18.3.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa: <http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/reader.action?ppg=21&docID=10186461&tm=1462198781663>
- Brewer, S. 2010. Technological Quality of Meat for Processing. Teoksessa Toldrá, F. (toim.) Handbook of meat processing. Wiley-Blackwell, 25–38.
- Cassens, R.G. 1987. Structure of muscle. Teoksessa Price, J.F. & Schweigert, B.S. (toim.) The science of meat and meat products. 3. p. Food & Nutrition Press, Inc., 11–52.
- Cross, H.R. 1987. Sensory factors and evaluation. Teoksessa Price, J.F. & Schweigert, B.S. (toim.) The science of meat and meat products. 3. p. Food & Nutrition Press, Inc., 307–322.
- Dahlgren, Ö. 1994. Elintarvikekemia. Helsinki: WSOY.
- Hakala, M., Miettinen, S.-M. & Vehkalahti, K. 2005. Aistinvaraisten ja kemiallis-fysikaalisten menetelmien vastaavuus. Teoksessa Tuorila, H. & Appelbye, U. (toim.) Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino, 139–152.
- Heikkinen, V. & Kortelampi, S. 1997. Elintarviketieto. Porvoo: WSOY.
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2008. Tilastolliset menetelmät. 5. uud. p. WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Huff-Lonergan, E. 2010. Chemistry and Biochemistry of Meat. Teoksessa Toldrá, F. (toim.) Handbook of meat processing. Wiley-Blackwell, 5–20.
- Häikiö, I. 2003. Elintarvikemikrobiologia. 5. uud. p. Porvoo: WSOY.
- Ijäs, T. & Välimäki, M.-L. 2008. Tunne elintarvikkeet. 2. p. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy
- Karhunen, L. & Tuorila, H. 2005. Aistien toiminta ja aistihavaintojen luokitukset. Teoksessa Tuorila, H. & Appelbye, U. (toim.) Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino, 33–54.
- Kerth, C.R. 2013. Science of Meat Quality. John Wiley & Sons. Viitattu 9.3.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa: <http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/reader.action?ppg=117&docID=10687860&tm=1457550958768>

Kim, Y.-S. 2001. Meat Production. Teoksessa Hui, Y.H., Nip, W.-K., Rogers, R.W. & Young, O.A. (toim.) Meat Science Applications. CRC Press. Viitattu 6.3.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa: <http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/reader.action?ppg=1&docID=10051268&tm=1457546660985>

Kälviäinen, N., Roininen, K. & Appelbye, U. 2005. Raadin valinta, harjaanuttaminen ja seuranta. Teoksessa Tuorila, H. & Appelbye, U. (toim.) Elin-
tarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino, 157–174.

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

MP Maustepalvelu Oy. n.d. Viitattu 17.2.2016.
<http://www.maustepalvelu.com/fi/>

Mudambi, S.R. 2006. Food Science. New Age International. Viitattu 18.3.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa: <http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/reader.action?ppg=14&docID=10323369&tm=1461929100098>

Mustonen, S., Appelbye, U. & Vehkalahti, K. 2005. Aistinvarainen mittaaminen. Teoksessa Tuorila, H. & Appelbye, U. (toim.) Elin-
tarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino, 55–69.

Parkkinen, K. & Rautavirta, K. 2010. Utelias kokki – Elin-
tarviketietoa ja -kemiala ruoanvalmistajalle. Vantaa: Hansaprint Oy.

Pearson, A.M. 1987. Muscle function and postmortem changes. Teoksessa Price, J.F. & Schweigert, B.S. (toim.) The science of meat and meat products. 3. p. Food & Nutrition Press, Inc., 155–184.

Remes, M. 2013. Liha: Kaikki lihasta laiturilta lautaselle. Porvoo: Bookwell Oy.

Saarela, A.-M., Hyvönen, P., Määttälä, S. & von Wright, A. 2010. Elin-
tarvikkeiden prosessit. 3. uud. p. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Solunetti. n.d. Metabolia. Viitattu 16.5.2016.
<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/metabolia/>.

Suomen riistakeskus. 2014. Hirvieläinsäälis. Viitattu 29.4.2016.
<http://riista.fi/metsastys/ohjeita-metsastajalle/saaliin-kasittelyn-ohjeet/hirvielainsaalis/>.

Toldrá, F. & Reig, M. 2012. Biochemistry of Raw Meat and Poultry. Teoksessa Simpson, B.K., Nollet, L.M.L. & Toldrá, F. (toim.) Food Biochemistry and Food Processing. Wiley-Blackwell. Viitattu 14.3.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa:

<http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/reader.action?ppg=1&docID=10560695&tm=1457982691886>

Tuorila, H. & Appelbye, U. 2005. Aistinvarainen tutkimus: tieteenala ja käyttöalueet. Teoksessa Tuorila, H. & Appelbye, U. (toim.) Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino, 17–31.

Warriss, P.D. 2000. Meat Science. CAB International. Viitattu 4.3.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa:

<http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/detail.action?docID=1025700>

4

ARVIOINTILOMAKE

Porsaanlihan mureuden, mehukkuuden ja maun arvioiminen

Arvioija _____ Pvm _____

Nainen _____ Mies _____

Arvioi näytteiden mureus, mehukkuus ja maku rengastamalla sopiva numero 7-portaisella asteikolla. Maista näytteet **annetussa järjestyksessä**. Huuhtelee suu vedellä näytteiden välillä.

Näyte _____

Mureus

Ei lainkaan murea 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin murea

Mehukkuus

Ei lainkaan mehukas 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin mehukas

Maun miellyttävyys

Ei lainkaan miellyttävä 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin miellyttävä

Näyte _____

Mureus

Ei lainkaan murea 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin murea

Mehukkuus

Ei lainkaan mehukas 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin mehukas

Maun miellyttävyys

Ei lainkaan miellyttävä 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin miellyttävä

Näyte _____

Mureus

Ei lainkaan murea 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin murea

Mehukkuus

Ei lainkaan mehukas 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin mehukas

Maun miellyttävyys

Ei lainkaan miellyttävä 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin miellyttävä

Näyte _____

Mureus

Ei lainkaan murea 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin murea

Mehukkuus

Ei lainkaan mehukas 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin mehukas

Maun miellyttävyys

Ei lainkaan miellyttävä 1 2 3 4 5 6 7 Erittäin miellyttävä