

Laura Rauhala

Sianlihan laatuominaisuudet

Selvitys Snellmanin koesikojen laatuominaisuuksista

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Elintarvike- ja maatalous yksikkö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike- ja maatalous yksikkö

Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarvike

Tekijä: Laura Rauhala

Työn nimi: Sianlihan laatuominaisuudet

Työn teettäjä: Snellmanin Lihanjalostus Oy

Ohjaaja: Matti-Pekka Pasto, Samu Palander

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 42

Lihatuotteita valmistaessa on tärkeää, että raaka-aineen laatu on kohdillaan. Lihan laadun vaikuttamiseen on vain rajallinen määrä keinoja siinä vaiheessa, kun lihaa käsitellään lopulliseksi tuotteeksi, koska suurin osa lihan laadusta määräytyy kasvatus, käsittely ja teurastusvaiheessa.

Työssä lähdettiin kartoittamaan Snellmanin koeasemalla kasvatettujen sikojen laatuominaisuuksia: teknologisia ominaisuuksia kuten pH, väri ja vedensidontakyky sekä marmorointia joka on aistittavaan laatuun vaikuttava tekijä. Lisäksi oli tarkoituksena tutkia nouseeko minkäänlaisia eroja jonkin tietynlaisen ominaisuuden, paremmuudeksi eli nousisiko esim. sukupuolista jokin toisia paremmiksi. Tutkimukset suoritettiin Snellmanin Lihanjalostus Oy:n tehtaalla kolmesta eri sikaerästä, joista kaksi oli pääkohteina olevia koesikoja ja yksi erä ns. normaalilinjalta saattunnaisilta tiloilta tulevia sikoja, jotka otettiin tutkimukseen mukaan vertailukohtaksi. Eristä otettiin sisäpaistista ja ulkofileestä pH- ja värimittaukset. Tämän lisäksi sisäpaisteista tehtiin valumakoe, ja ulkofileistä arvioitiin marmorointi.

Mittauksista voitiin havaita, että erityisesti pH:n arvot eivät ole niin hyviä kuin olisi optimaalisinta ja samalla nähtiin hyvinkin yksiselitteisesti, että pH -arvojen nostamiseen keskittyminen tulee nostamaan myös muiden ominaisuuksien arvoja parempaan suuntaan. Lisäksi tuloksista voitiin arvella, että lihan laadun parantamiseksi on keskityttävä enemmän geenipuolen muutoksiin.

Avainsanat: sika, lihan laatu, pH, marmorointi, väri

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ilmajoki School of Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation:

Author: Laura Rauhala

Title of thesis: Quality features of swine meat

Supervisor(s): Matti-Pekka Pasto, Samu Palander

Year: 2014

Number of pages: 42

When producing meat products it is very important that the quality of the material is high. There are only a few ways to affect meat quality when making final products, because most of the quality features are determined by its growing, handling and slaughter.

In this research the goal was to examine the quality of Snellman's test swine which are grown in a research station. Technological features like: pH, colour and water binding as well as marbling, which is more important to sensory quality, was tested. In addition the purpose of the thesis was also to find if some feature, for example gender, gave better results than others. The research was made in Snellmanin Lihanjalostus Oy Company's factory and tests were made on three different groups of swine. Two of the groups were test swine and one group was normal swine for comparison. We took pH and colour samples from all of the swine's hams and sirloins. Also we took a water binding test from the hams and from the sirloins we determined the quality of the marbling.

The research showed that the pH results were not as optimal as they could be. It was clear from the results that focusing on raising the pH would also make other features (colour and water binding) better.

Keywords: swine, meat quality, pH, marbling

SEINÄJOKIS YRKESHÖGSKOLA

Sammanfattning av slutarbete

Skolningsenhet: Livsmedel- och jordbruksenheten

Skolningsprogram: Utbildningsprogrammet för jordbruksnäring

Inriktningalternativ: Livsmedel

Författare: Laura Rauhala

Arbetets namn: Kvalitativegenskaper i griskött

Handledare: Matti-Pekka Pasto, Samu Palander

År: 2014

Sidantal: 42

När man producerar köttprodukter det är viktig att råvarokvaliteten är bra. Möjligheterna att påverka råvarokvaliteten i det skede då köttet bearbetas till en slutprodukt är begränsade, eftersom köttkvaliteten till största del bestäms vid uppfödning, behandling och slaktning.

Undersökningens mål var att kartlägga kvalitetsegenskaperna hos provsvin uppfödda på Snellmans försöksstation; teknologiska egenskaper så som pH, färg och vattenbindning samt marmorering som är en faktor som inverkar på den sensoriska kvalitén. Dessutom undersöktes också huruvida det finns samband mellan olika egenskaper så som t.ex. köttkvalité och kön. Undersökningar utfördes i Snellmans Köttförädling Ab's fabrik. Proven togs av tre olika grupper av svin: två av så kallade provsvin och en grupp var normala slaktsvin som användes som jämförelsegrupp. Av partierna mättes pH- värde och färg på innerstekar och yttre fileer. Från innerstekarna togs dessutom ett avrinningsprov och på yttrefilerna bedömdes även marmoreringen.

Undersökningarna visade att speciellt pH-värdena inte var så bra som de optimalt kunde ha varit. På samma gång ser man också helt tydligt att om man lyckas få upp pH-värdet i köttet så kommer man samtidigt också att förbättra andra kvalitetsegenskaper. Utgående från resultaten kan man också säga att för att lyckas förbättra kött kvalitén avsevärt så bör man koncentrera sig mera på förändring av gener och arvsmassan.

Keywords: svin, kött kvalitet, pH, marmorering

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
Sammanfattning av slutarbete	4
SISÄLTÖ	5
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	7
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
2 LIHAN LAATUUN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ.....	10
2.1 Ante mortem -vaikutukset	10
2.1.1 Geenit ja kasvatus	10
2.1.2 Teuraskuljetukset ja käsittely ennen teurastusta.....	11
2.1.3 Stressi.....	12
2.2 Post mortem -vaikutukset.....	13
3 LIHAKSEN RAKENNE	14
3.1 Lihaksen koostumus	14
3.2 Lihaksen muuttuminen lihaksi	14
4 LIHAN LAATUOMINAISUUDET	16
4.1 pH	16
4.2 Väri.....	17
4.2.1 Värin muodostuminen	17
4.2.2 Värin määrittäminen.....	18
4.3 Marmorointi eli lihaksen sisäinen rasva.....	18
4.3.1 Marmoroinnin määrittäminen	19
4.3.2 Marmorointiin vaikuttavat tekijät.....	20
4.4 Vedensidontakyky	21
4.4.1 Veden sijoittuminen lihaksessa	21
4.4.2 Vedensidontakykyyn vaikuttavia tekijöitä	22
5 TUTKIMUS.....	24
5.1 Tutkimussuunnitelma	24

5.2 Käytetyt välineen ja menetelmät	25
5.2.1 pH	25
5.2.2 Väri	26
5.2.3 Marmorointi	27
5.2.4 Vedensidontakyky	28
6 TULOKSET	29
6.1 pH	30
6.2 Väri.....	32
6.1 Marmorointi	33
6.2 Valuma.....	36
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	38
LÄHTEET	40

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1 NPB:n väri standardit ja L* arvon vaikutus sävyn tummuuteen.....	18
Kuva 2 Marmoroinnin viisi tasoa porsaans pihvissä, joka on leikattu kymmenennen kylkiluun läheltä.....	20
Kuva 3 Marmorointi tasot, jotka pohjaavat lihaksen sisäisen rasvan määrään	20
Kuva 4 pH:n vaikutus valumaan.....	23
Kuva 5 Sisäpaistin pH-mittaus	25
Kuva 6 Ulkofileen pH-mittaus.....	25
Kuva 7 Sisäpaistin värimittaus	26
Kuva 8 Ulkofileen värimittaus.....	26
Kuva 9 Marmoroinnin kuvaaminen karkepaloitte-lupisteellä	27
Kuva 10 Sisäpaistien valutusteline.....	28
Kuva 11 5.2. normaalioista 3 pisteytetty ulkofilee: 99 kg emakko (imisä).....	35
Kuva 12 5.2. normaalioista 1 pisteytetty ulkofilee: 102 kg emakko (imisä).....	35
Taulukko 1 Mittausten keskiarvotulokset	29
Taulukko 2 Sisäpaistien pH-luokittelut	30
Taulukko 3 Ulkofileiden pH-luokittelut	31
Taulukko 4 Sikojen keskipaino pH-luokittain	31
Taulukko 5 Sikojen keskipaino pH-luokittain 2	32
Taulukko 6 Sisäpaistien L*-arvot pH-luokittain.....	32
Taulukko 7 Ulkofileiden L*-arvot pH-luokittain.....	33
Taulukko 8 Marmoroinnin keskiarvot painoluokittain (5.2. koesiat)	34
Taulukko 9 Marmoroinnin keskiarvot painoluokittain (12.2. normaalioista)	34
Taulukko 10 Marmoroinnin keskiarvot painoluokittain (19.2. koesiat)	34
Taulukko 11 Sisäpaistin keskivalumat pH-luokittain.....	36
Taulukko 12 Valuman ja L*-arvon yhteys.....	37

Käytetyt termit ja lyhenteet

Ante mortem	Ennen kuolemaa
Post mortem	Kuoleman jälkeinen
Rigor mortis	Kuolonkankeus
Valuma	Lihasta haihtuva tai valuva vesi
Denaturoituminen	Proteiinien rakenteiden muuttumista (useimmiten hajoa- mista), joka vaikuttaa proteiinin toimintakykyyn
Verenlasku	Eläintä pistetään puukolla kaulavaltimoon ja valutetaan veret pois ruhosta
Imisä	Porsimaton emakko
Leikko	Kastroitu karju

1 JOHDANTO

Snellmanin koesioista tarkkaillaan jokaisesta teurastuserästä sisäpaistista ja ulkofileestä pH sekä samoista osista värimittauksella lihan vaaleus (L^*), sen punaisuus (a^*) ja keltaisuus (b^*). Nämä ovat laatutekijät, joihin koeasemien jalostus perustuu, ovat olleet kansallisesti jalostettavia ominaisuuksia reilun 20 vuoden ajan (Uimari, Wallén & Sevón-Aimonen 2012, 1).

Tutkimusten tarkoituksen oli kerätä koesioista edellä mainitut tiedot. Näiden lisäksi otettiin sisäpaistista valumakoe ja ulkofileistä määritettiin marmorointia. Vertailuryhmäksi otettiin satunnaisesti valittuja sikoja päivittäin teurastettavien normaalisikojen joukosta. Lisäksi oli ajatuksena tutkia, löytyykö tuloksista yhteyksiä joidenkin tietynlaisten ominaisuuksien suhteen. Esimerkiksi osoittautuuko sukupuoli, paino tms. ominaisuus laatuun selkeästi vaikuttavaksi tekijäksi.

Tutkimuksen tulosten oli tarkoitus toimia alkuselvityksenä ennen Snellmanin isompaa lihan laadun seuranta ja parantamiseen tähtäävää kokonaisuutta. Ajatuksena oli saada käsitys sianlihan tämän hetkisestä laadusta ja viitteitä siitä, mitä kautta näitä ominaisuuksia voitaisiin lähteä parantamaan.

2 LIHAN LAATUUN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Sianlihan laatuun vaikuttavat monet eri tekijät: rotu ja sen perimä, kasvuympäristö, ravinto, teuraskuljetukset, teurastusta edeltävät olosuhteet sekä itse teurastustilanne sen jälkeisine toimenpiteineen.

Lihan laatuun vaikuttaa suuri määrä eri geenejä, ja niiden aiheuttamiin ilmentymiin pyritään vaikuttamaan jalostuksella. Sianlihassa suurin laatuongelma on ns. PSE-liha (pale eli vaalea, soft eli pehmeä, exudative eli vetinen). Laatuongelman aiheuttaa lyhytaikainen, hieman ennen teurastusta tapahtuva stressaantuminen. 1990-luvun alussa PSE-lihaa esiintyi erityisen paljon. Tutkimusten jälkeen löydettiin lopulta geeni, joka altistaa PSE-lihan syntyyn. Tämä geeni on yhteydessä nopeampaan kasvuun ja lihaksikkuuteen, ja siten se oli yleistynyt eurooppalaisissa sikaroduissa, kun juuri näitä ominaisuuksia sioilta oli tavoiteltu. Nykyään jalostuksen ansiosta kyseinen geeni on saatu pääasiallisesti pois suomalaisesta sika-aineksesta. (Uimari ym. 2012, 2.) Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö PSE-lihaa pääsisi syntymään, koska geenien ja käsittelyn vaikutus on lähestulkoon 50/50 (Puolanne 2013, 42).

2.1 Ante mortem -vaikutukset

2.1.1 Geenit ja kasvatus

Lihan laatuominaisuudet ovat aina jossain määrin perinnöllisiä, joten valitsemalla jalostuksessa haluttavia ominaisuuksia voidaan saada lopullistakin laatua parannettua (Aberle, Forrest, Gerrard & Mills 2001, 95-96). Aina näin ei välttämättä käykään, esimerkiksi halotaanigeeni (geenivirhe, joiden kantajat muodostavat herkemmin PSE:tä) yleistyi, kun tavoiteltiin nopeampaa kasvua. Geenien määrittämä sukupuoli voi olla myös eri tavoin laatuun vaikuttava tekijä. Sioilla sukupuolen vaikutus lihan laatuun on nähtävissä ns. karjun hajuna, jonka osa kuluttajista havaitsee (Aberle ym. 2001, 98).

Ruokinnalla voidaan jalostuksen ohella vaikuttaa lihan laatuun. Runsasenergisellä ruokinnalla saadaan yleensä paremman makuista lihaa kuin karkearehuruokinnalla (Jokela & Rinne 1996, 11). Eduksi laadulle on mahdollisimman nopea kasvu ja suuri rasvapitoisuus, koska hitaasti kasvava liha on kovempaa ja kuivempaa, eivätkä ne yleensä ole haluttuja ominaisuuksia. Ominaisuudet, joihin ruokinnalla on keskinkertainen tai suuri vaikutus, ovat pääasiassa ravitsemukseen eli lihan ravintoarvoihin liittyviä tekijöitä kuten valkuaispitoisuus, rasvapitoisuus ja rasvahappokoostumus. Aistinvaraisista tekijöistä eniten pystytään vaikuttamaan aromeihin ja jalostusteknologisesti rasvapitoisuuteen sekä rasvan ominaisuuksiin (Jokela & Rinne 1996, 12). Esimerkiksi rehun valkuais-energiasuhteen tiedetään vaikuttavan lihaksen sisäisen rasvan määrään, tosin vaikutuksia ei tunneta tarkasti (Jokela & Rinne 1996, 17-18).

Kasvatusympäristöllä voidaan vaikuttaa sikojen viihtyvyyteen ja stressiherkkyyteen, mutta näillä tekijöillä ei kuitenkaan ole tutkitusti ollut vaikutusta pH-arvoon tai vedensidontakykyyn (Immonen 1984, 28). Tästä huolimatta jatkuva stressaaminen ympäristötekijöistä on haitallista eläimelle, koska tällaisella eläimellä on vähemmän energiaa kohdata stressi, joka aiheutuu teuraskuljetuksista ja teurastustilanteesta (Linqvist 2008, 17). Enemmän vaikutuksia saadaan säätelemällä ruokintaa esimerkiksi jättämällä siat ruokkimatta teurastuspäivänä (Immonen 1984, 26-27). Kasvatusympäristöllä ja sen virikkeellisyydellä voi kuitenkin olla vaikutuksia lihan aistittaviin ominaisuuksiin.

2.1.2 Teuraskuljetukset ja käsittely ennen teurastusta

Sikojen käsittely lastaustilanteissa ja oleskelu teurastamon navetalla vaikuttavat paljon tulevaan laatuun. Kuljetuksessa ja teurastuksessaakin syntyy usein erilaisia laaturiveitä kuten lihasten sisäisiä verenvuotoja, ruhjeita ja jopa luunmurtumia (Riihikoski 1984, 30). Useimmiten kuljetuksesta aiheutuu eläimille myös stressiä, koska tilanne poikkeaa normaalista. Lyhyt lepääminen navetassa kuitenkin vaikuttaa sikojen palautumiseen kuljetuksesta (Riihikoski 1984, 35-36). Kaikissa sikojen ajotilanteissa (lastauksessa, purussa, tainnutukseen ajossa) tulisi toimia mahdolli-

simman rauhallisesti ja estää paniikkitilanteet erityisesti silloin, kun tainnutus on lähellä eikä rauhoittumismahdollisuutta enää ole. Tällöin saataisiin stressistä johtuvat fyysiset ja kemialliset muutokset pidettyä mahdollisimman vähäisinä.

2.1.3 Stressi

Stressi on ehdottomasti yksi suurimmista tekijöistä, joka vaikuttaa tulevan lihan laatuun. Stressillä tarkoitetaan fysiologisia muutoksia kuten sydämen syke, lämpötila ja verenpaine, joita eläimessä tapahtuu, kun ympäristö- tms. tekijä muuttuu totutusta. Stressitilanteessa vapautuu useita eri hormoneja, jotka vaikuttavat aina lihastasolla asti. (Aberle ym. 2001, 92.)

Sika on suhteellisen stressiherkkä eläin johtuen mm. sen fysiologiasta. Sian on vaikea jäähdyttää itseään, koska ne eivät hikoile, joten niiden ruumiinlämpö on herkkä nousemaan ja myös hengitystiheys sekä sydämen lyöntitiheys kasvaa nopeasti (Riihikoski 1984, 30). Stressiherkillä eläimillä on tyypillisesti korkeat lämpötilat, nopea pH:n lasku ja rigor mortiksen aikainen asettuminen (Aberle yms. 2001, 94).

Sikojen herkkyys muodostaa PSE:tä johtuu niiden lihasten vaaleudesta. Ns. valkoisissa lihassoluissa hapellinen toimintakyky on heikkoa, ja juuri stressaavissa tilanteissa näiden lihasten energiantuotto muuttuu hapettomaksi, mistä johtuen maitohappoa muodostuu lihaksiin (Leiponen, [viitattu 4.4.2014] 55). PSE:tä aiheuttaa lyhytaikainen stressi. Stressi voi aiheuttaa myös päinvastaista laatuvirhettä ns. tervalihaa (DFD, dark eli tumma, firm eli kiinteä, dry eli kuiva). Tämä ilmiö on tyypillisempi naudanlihalle ja aiheutuu pidempikestoisesta stressistä, joka kuluttaa lihasten glykogeenivarastoja. Liian alhaiset glykogeenivarastot lihaksissa teurastushetkellä aiheuttaa pH:n jäämisen liian korkealle tasolle (Leiponen, [viitattu 4.4.2014] 56).

2.2 Post mortem -vaikutukset

Post mortem tekijöitä, jotka vaikuttavat lopulliseen lihan laatuun, ovat pääasiassa lämpötilan muutokset eli jäähtyminen. Jäähdytys- ja säilytyslämpötilat vaikuttavat lihaskudosten kemiallisten reaktioiden nopeuteen. Toivottavaa olisi jäähdyttää lihasten lämpötila mahdollisimman nopeasti, mutta myös liian nopea jäähdyttäminen voi aiheuttaa epätoivottavia seurauksia kuten kylmäsupistumisen. (Aberle ym. 2001, 99-100.)

Sianlihan jäähdyttämisen pitäisi tapahtua nopeasti, jotta saadaan pienennettyä pH:n laskunopeutta ja sitä kautta vähennettyä PSE:n mahdollisuutta. pH:n lisäksi jäähdyttämisen onnistuminen vaikuttaa muihinkin tärkeisiin laatuominaisuuksiin: vedensidontakykyyn, väriin ja lihan koostumukseen. Sianruhojen jäähdytykseen vaikuttaa moni eri tekijä: ruhon koko, rasvan määrä, eri lihasten koko ja ruhon lähtölämpötila. Tästä johtuen ruhoissa on jäähdytyksen aikana eri lämpötiloja eri kohdissa. (Savell, Mueller. & Baird 2005, 449-459.)

Sian ruhojen tyypillinen jäähdyttäminen koostuu useimmiten kahdesta eri osasta. Ensimmäisenä on shokkikylmiö, jossa lämpötila on $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Siellä ruhot ovat 30–60 minuutin ajan ja sen jälkeen ruhot jäävät ns. tasauskylmiöön, jossa lämpötila on noin $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tällä tavalla jäähdytettyjen ruhojen lämpötila on vajaa $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ noin 90 minuutin jälkeen. Tämä on hyvin optimaalinen jäähdytystapa, koska PSE:n vähentämiseksi ruhojen tulisi olla 2-3 tunnin kuluessa $20\text{--}25$ asteisia. (Linqvist 2008, 23-24; Reagan & Honikel 1985.)

3 LIHAKSEN RAKENNE

3.1 Lihaksen koostumus

Lihaskudoksen kemiallinen koostumus sisältää karkeasti 75 % vettä, 19 % proteiineja, 2,5 % rasvaa ja 3,5 % muuta kuten hiilihydraatteja ja vitamiineja (Lawrie 1998, 59).

Sian lihakset koostuvat sekä vaaleista että punaisista lihaksista, ja näiden värierot johtuvat lihasten erilaisista lihassolutyypeistä (Puolanne 1984, 38). Vaaleat lihakset sisältävät paljon eläintärkkelystä eli glykogeenia ja muodostavat herkästi maitohappoa (laktaattia) hapettomissa olosuhteissa. Punaiset lihakset taas sisältävät vähän eläintärkkelystä ja niiden kyky tuottaa maitohappoa on heikompi.

Lihaksen rakenne on monitasoinen. Lihas koostuu lihassykimpuista ja lihassykimput koostuvat lihassyistä, jotka ovat laatuominaisuuksien mm. vedensidontan kannalta tärkeä taso. Lihassyt rakentuvat myofibrilleistä, joita on yhdessä lihassyssä useita. Myofibrillien sisällä on lihaksen supistumisen kannalta tärkeä rakenne sarkomeeri, jossa myosiini ja aktiini koostavat sarkomeerin sisäiset säierakenteet. (Lawrie 1998, 33; 39-40.)

3.2 Lihaksen muuttuminen lihaksi

Kun lihas alkaa muuttumaan lihaksi, tärkeässä asemassa on kehossa normaalisti vallitseva homeostaattinen tila. Homeostaasi on tasapaino, joka vallitsee kehossa mm. lämpötilan, energia varastojen ja pH:n suhteen. Muutokset, jotka tapahtuvat lihaksen muuttuessa lihaksi, ovat pitkälti seurausta kehon yrityksestä ylläpitää homeostaasia edelleen yllä, vaikka siihen tarvittavat edellytykset vaikeutuvat. (Aberle ym. 2001, 84.)

Tainnuttamisen jälkeen tehtävä pisto veren ulosvaluttamiseksi aloittaa ruhossa tapahtuvat post mortem -muutokset. Homeostaasin ylläpitämiseksi lihaksissa energia-aineenvaihdunta muuttuu anaerobiseksi. Koska verenkierto ei enää poista anaerobisessa tilanteessa syntyvää laktaattia, se kertyy lihaksiin. Laktaatti aiheut-

taa pH:n laskun, joka on yksi isoimmista post mortem -muutoksista. Toinen iso loppulaatuun vaikuttava tekijä on aineenvaihdunnan jatkumisesta aiheutuva ruhon lämpötilan nousu, kun jäähditys ei enää onnistu. (Aberle ym. 2001, 84-86.)

Aberlen ym. mukaan (2001, 86-89) isoin post mortem muutoksista on lihaksen jäykistyminen kuoleman jälkeen eli rigor mortis. Lihasten jäykistyminen aiheutuu, kun pysyviä liitoksia syntyy aktiinin ja myosiinin välille kemiallisesta reaktiossa, mikä aiheuttaa elävänkin lihaksen supistumisen. Tämä jäykistymisreaktio jatkuu, kunnes rigor mortis on täydellinen. Rigor mortis on täydellinen kun lihaksista on tullut venymättömiä.

4 LIHAN LAATUOMINAISUUDET

Lihan laatua on vaikea ilmaista absoluuttisin termein, ja useimmiten kuluttaja määrittää laatuominaisuudet ostokäyttäytymisensä kautta, kun kyseessä on raakaliha-tuotteet. Laatu syntyy useasta eri osatekijästä ja lihan laatu on vaikea ilmaista täsmällisesti. Lihan laatu voidaan kuitenkin jakaa jopa seitsemään eri kategoriaan: aistinvaraiseen, kemialliseen, fysikaaliseen, ravitsemukselliseen, teknologiseen, hygieeniseen ja eettiseen laatuun (Jokela & Rinne 1996, 11).

Teknologisilla laatuominaisuuksilla tarkoitetaan niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat lihan käsittelyyn, pakkaamiseen, kypsentämiseen sekä eri tuotteiksi prosessointiin. Hygieeniset laatuominaisuudet vaikuttavat pitkälti mm. lihan säilymiseen. Kuluttajan kannalta ehkä tärkeimpiä ominaisuuksia ovat aistinvaraiset ominaisuudet kuten ulkonäölliset väri, marmorointi ja valuma sekä aistittavat ominaisuudet maku, mehukkuus ja mureus. (D'Souza 2007, 49.)

4.1 pH

pH:lla kuvataan mitattavan aineen happamuutta tai emäksisyyttä. pH eli happamuusaste kuvaa positiivisten vetyionien aktiivisuutta mitattavassa kohteessa (Onkamo 2010, 6). Neutraali pH on 7 ja mitä alempi pH on, sitä happamampi kyseinen tuote on.

pH:n laskuun vaikuttaa lihaksissa olevan glykogeenin määrä teurastushetkellä. Tämä glykogeeni pilkkoutuu teurastuksen jälkeen laktaatiksi, joka aiheuttaa pH:n laskemisen (Ruusunen ym. 2006, 3). Stressi ennen teurastusta aiheuttaa maitohapon muodostumisen lihaksiin ja niihin jäämisen, jolloin maitohappo laskee pH-arvoa liikaa (Puolanne 1984, 38).

Ihanteellinen sianlihan pH, 24 h post mortem, tulisi olla keskimäärin välillä 5.5 -5.9 (Huff-Lonergan, Lonergan & Beermann 2003, 225). Pelkästään loppu pH ei vaikuta lihan laatuun, vaan myös se kuinka nopeasti pH:n lasku tapahtuu. Jos pH pääsee laskemaan nopeasti, niin se useimmiten johtaa proteiinien denaturoitumiseen ja sitä kautta heikompaan vedensidontaan ja vaaleaan väriin. Normaalitasoa

alemmaksi laskeva pH aiheuttaa myös vedensidontakyvyn heikkenemistä, vaikka laskemisen nopeus olisikin normaali. Myöskin liian korkea loppu pH yhdistettynä hitaaseen laskunopeuteen vaikuttaa erityisesti rakenteeseen ja väriin (Lonergan 2008, 2).

4.2 Väri

Väri, joka havainnoidaan silmillä, koostuu monesta eri tekijän yhdistelmästä. Jokaisella värillä on kolme ominaisuutta: sävy, kylläisyys ja valoisuusarvo (engl. hue, chroma, value). Sävy kuvaa sitä, mitä useimmiten ihmiset pitävät värinä, lihan tapauksessa punainen. Kylläisyys kuvaa värin intensiivisyyttä eli kuinka paljon valkoista valoa väriin sekoittuu. Valoisuusarvo kertoo yleisesti värin valonheijastuksesta ja värin kirkkaudesta. (Aberle ym. 2001, 112.)

4.2.1 Värien muodostuminen

Lihan pigmentit muodostuvat kahdesta eri proteiinista hemoglobiinista: veren pigmentistä ja myoglobiinista, joka on lihasten pigmentti. Onnistuneen verenlaskun jälkeisessä lihaskudoksessa väri tulee pääasiallisesti myoglobiinista, jota on 80 - 90 prosenttia kokonaispigmentistä. Myoglobiini koostuu globiinista sekä hemirenkaasta, jonka sisällä olevan raudan hapettumisaste vaikuttaa lihan väriin. Lihaksessa olevan myoglobiinin määrä vaihtelee eri lajien, iän, sukupuolen ja lihasten välillä. Värien vaihtelun erottaa hyvin, jos vertaa sian lihaa esimerkiksi naudan lihaan. Sianlihan tyypillinen väri määritellään yleensä harmahtavan pinkiksi (engl. greyish pink). (Aberle ym. 2001, 112–113.)

Lihan väriin vaikuttavat aina myös ulkoiset olosuhteet. Muuan muassa teurastamolosuhteet, eläinten käsittely ennen teurastusta ja ruhojen jäähdyttämisen tehokkuus ovat osatekijöitä jotka vaikuttavat lihan väriin. Myös lihasten sisältämä energia teurastushetkellä vaikuttaa lopputulokseen. Jos sika on teurastushetkellä uupunut eli lihaksissa ei ole energiaa eikä maitohappoa muodostu, voi liha jäädä tummaksi. (Honikel 1984, 23.)

Jos muut tekijät ovat mahdollisimman samanlaiset jokaisella kerralla, niin silloin jäähdytyksellä on suuri vaikutus väriin pH:n laskun ja sen optimaalisen kehittymisen kautta (Linqvist 2008 34 -35; Jones ym. 1993). Korkea pH vaikuttaa lihan vedensidontakykyyn ja erityisesti vapaan veden määrään, joka näkyy tummempana ja punaisempana lihana. Vastaavasti matalampi pH pienentää vedensidontakykyä ja saa lihalle aikaan vaaleamman värin (Puolanne 2013, 39).

4.2.2 Väriin määrittäminen

Lihan väriä kuvataan kolmella parametrilla: L^* , a^* ja b^* . L^* kuvaa vaaleutta, parametri a^* mittaa punaisuutta ja parametri b^* kertoo keltaisuudesta (Hunterlab 2012 [viitattu 28.4.2014]). Lihassa se ilmenee siten, että suurempi L^* arvo tarkoittaa vaaleaa lihaa ja korkeampi a^* tarkoittaa punaisempaa lihaa.



Kuva 1 NPB:n väri standardit ja L^* arvon vaikutus sävyn tummuuteen (National Pork Board 2010)

Laadullisesti näistä parametreista tärkein on L^* , koska lihan vaalea väri on yhteydessä pH:hon ja vedensidontakykyyn. Optimaalinen L^* arvo asettuu välille 48-54 (Sevón-Aimonen & Mäki-Tanila 2006, 2).

4.3 Marmorointi eli lihaksen sisäinen rasva

Kuluttajat ovat pitkään vaatineet mahdollisimman vähän visuaalista rasvaa käyttämässään lihoissa. Koska ruhon rasvattomuuden ja lihaksen sisäisen rasvan välillä on yhteys, on rasvattomuuden suosiminen tarkoittanut marmoroinnin vähentymistä siitäkin huolimatta, että lihaksen sisäinen rasva tekee lihasta mehukkaampaa ja maukkaampaa. Kuitenkin korrelaatio näiden kahden tekijän välillä on suh-

teellisen pieni ja marmoroinnin lisääminen ilman ulkoisen rasvamäärän kasvamista on mahdollista (Jeremiah 2001, 1). Kuluttajien kannalta on myös kiinnostavaa, etteivät kalorimäärät lihassa juurikaan kasva, vaikka lihan marmorointiluokitus olisi suurempi (Jeremiah 2001, 3).

Marmoroinnilla tarkoitetaan näkyvää lihaskudoksen sisäistä rasvaa, joka on asettunut lihassykimppujen väleihin. Lihaksen sisäinen rasva määritetään yleensä kemiallisesti, kun taas marmoroinnin määrittäminen voidaan tehdä pelkästään visuaalisesti (Jeremiah 2001, 2).

4.3.1 Marmoroinnin määrittäminen

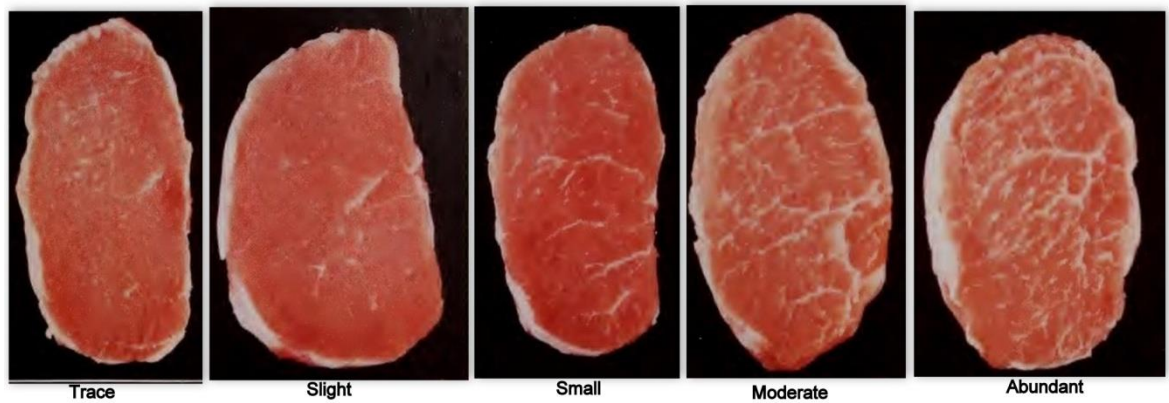
Marmorointia määrittäessä olosuhteiden tulisivat olla samanlaisia. Jones, Robertson ja Talbot (1992, 6-7) kertovat, että määrittäshetkellä tulisi käyttää tuoretta leikkauspintaa, joka on asettunut noin 15 minuuttia. Valaistuksen suositellaan olevan 100 luksia ja valonlähteen tulisi olla hehkulamppu.

Jones ym. (1992, 9) ovat myös määrittäneet viisiportaisen kuvasarjan, johon vertaamalla voidaan määrittää marmorointi. Tämä ei kuitenkaan ole välttämättä yksinkertaista, koska lopulliseen pisteytykseen vaikuttaa useampi eri tekijä.

Marmorointi voi olla

- karkeaa, jolloin rasvaa on isoja alueita
- hienoa, jolloin rasva on nähtävissä ohuempina ja hienompina juovina
- jakautunut tasaisesti pitkin lihasta
- epätasaisesti, jolloin rasva on vain osassa lihasta. (Jones ym. 1992, 7.)

Marmorointia määrittäessä tulisi huomioida kaikki tekijät. Jones ym. (1992, 7) mukaan pisteytyksessä näkyy se, että isommat rasvat saavat vain hieman enemmän painoa ja lihaksen ulkoista rasvaa koskettavia sisäisiä rasvajuovia ei huomioida lainkaan.



Kuva 2 Marmoroinnin viisi tasoa porsaan pihvissä, joka on leikattu kymmenennen kylkiluun läheltä.
(Jones ym. 1992)

Uudemmat visuaaliset standardit löytyvät amerikkalaiselta NPPC:ltä (National Pork Producers Council). Nämä pohjautuvat enemmän objektiiviseen mittaustulokseen eli lihasen sisäinen rasvamäärä määrittää annettavaa marmorointi lukemaa (Jeremiah 2001, 3).



Kuva 3 Marmorointi tasot, jotka pohjaavat lihasen sisäisen rasvan määrään
(National Pork Board 2010)

4.3.2 Marmorointiin vaikuttavat tekijät

Marmorointiin ja sen määrään vaikuttavat, eläimen ikä ja fyysinen kypsyys, ruokinta ja korkeaenergistien ruokintajaksojen kesto. Myös eri sikarotujen välillä on eroa siinä miten paljon marmorointia lihassa esiintyy. Geenien osuus marmorointiin on suhteellisen korkea, sillä jos eläimellä on vähäinen määrä lihasen sisäistä rasvaa, on sen määrään vaikea lähteä vaikuttamaan pelkästään ruokinnalla (Jeremiah

2001, 3). Kangasniemen ja Honkavaaran tekemän tutkimuksen mukaan (1989) lihaksen sisäisen rasvan periytyvyys oli suomalaisilla sikaroduilla 0,35 eli taso olisi helposti nostettavissa valinnan kautta. Samaisessa tutkimuksessa lihaksen sisäisen rasvan keskiarvoksi saatiin 1,9 %.

Sukupuoli näkyy lihaksen sisäisessä rasvassa myös. Yleensä uroksilla on vähemmän lihaksen sisäistä rasvaa kuin naarailla, kun taas kastroiduilla lihaksen sisäisen rasvan määrä on korkeampi kuin vastaavalla sukupuolella normaalisti (Lawrie 79, 1998).

4.4 Vedensidontakyky

Lihan vedensidontakyvyllä tarkoitetaan lihan kykyä pidättää omaa tai lisättyä vettä. Vedensidontakyky on tärkeä, kun lihaa käytetään raaka-aineena prosesseissa joissa mm. kuumennetaan lihaa. Hyvä vedensidontakyky tietää pienempää painohävikkiä prosessien eri vaiheissa ja tätä kautta pienempää taloudellista hukkaa. Vedensidontakyky määrittää myös monia lihan fyysisiä ominaisuuksia, kuten väriä ja koostumusta sekä kypsennetyn lihan mehukkuutta ja mureutta. (Aberle ym. 2001, 109–110.)

Teurastushetkellä ruhosssa on rasvattomassa lihassa noin 75 % vettä. Lihan vesipitoisuus ja veden sijainti lihaksen sisällä vaikuttaa lihan ominaisuuksiin ja myös laatuun (Leiponen [viitattu 8.12.2013], 55). Pääasiassa vesi on sitoutuneena lihasrakenteisiin lihassolujen ja lihassolu ryhmien väliin sekä lihassolujen sisälle, josta vesi löytyy myofibrilleissä, niiden välissä sekä myofibrillien ja sarkomeerien välisessä tilassa (Huff-Lonergan & Lonergan 2005, 196).

4.4.1 Veden sijoittuminen lihakseen

Vesi sijoittuu lihakseen kolmella eri tavalla: sitoutuneena vetenä, immobilisoituneena (englanniksi käytössä myös termi entrapped eli vangittu) vetenä ja vapaana vetenä (Huff-Lonergan & Lonergan 2005, 196). Vesi sitoutuu polaarisenä molekyylinä lihaksen proteiineihin ja tämän vuoksi osa vedestä on lihaksissa sitoutuneena

vetenä. Sitoutunutta vettä on vain n. 10 % lihaksen vesimäärästä ja se pysyy lihaksessa hyvin, niin jäätyksen kuin lämpökäsittelynkin aikana. Immobilisoitunut vesi sitoutuu lihaksen rakenteisiin vapaassa tilassa, muttei ole sitoutunut proteiineihin. Tähän veteen vaikuttaa eniten prosessi, jossa lihas muuttuu lihaksi ja pH:n alentuminen saattaa aiheuttaa veden karkaamisen lihaksesta. Tämän immobilisoituneen veden säilyttäminen lihassa on tärkeää jatkoprosessien kannalta. Vapaa vesi taas nimensä mukaisesti liikkuu kudoksissa esteettä. Se voi myös kehittää olosuhteiden muutoksen, joka aiheuttaa immobilisoituneen veden irtoamista (Huff-Lonergan & Lonergan 2005, 196).

4.4.2 Vedensidontakykyyn vaikuttavia tekijöitä

Suurin osa lihan vedensidontakyvystä määrittyy jo hyvin aikaisessa vaiheessa eli perimällä ja elävän eläimen käsittelyllä on suuri vaikutus lihan vedensidontakykyyn. Lihän käsittely rigor mortis -vaiheessa sekä jäädytyksen tiedetään vaikuttavan pH:n muutoksiin ja sitä kautta vedensidontakykyyn, joka on yhteydessä pH:hon. (Huff-Lonergan 2005, 4.)

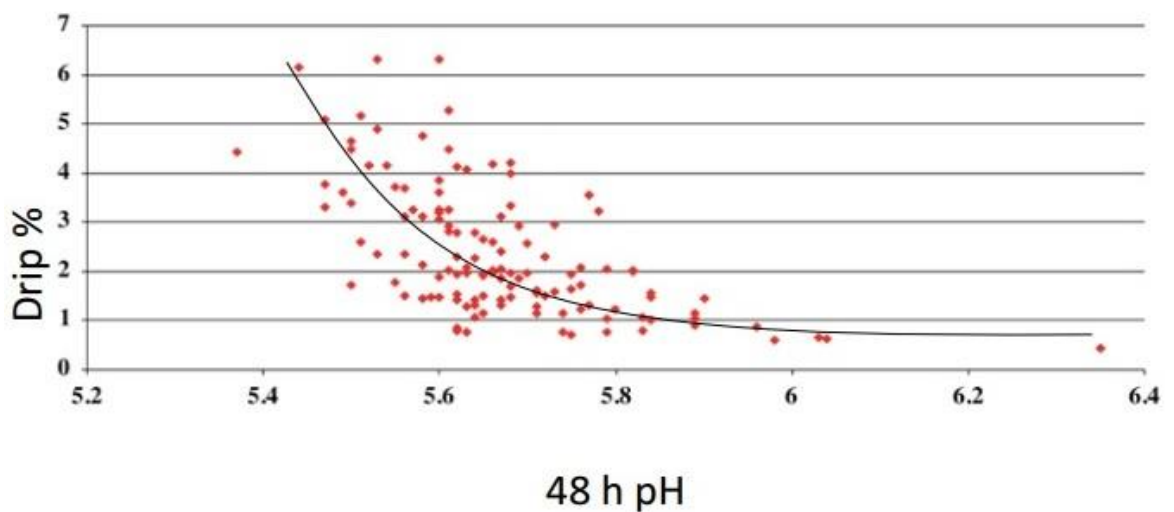
Kiihtynyt pH:n putoaminen ja matala loppu pH ovat suuresti yhteydessä matalaan vedensidontakykyyn ja suurempaan valumaan. pH:n putoaminen lihaksen ollessa vielä lämmin aiheuttaa proteiinien denaturoitumista, myös niissä proteiineissa joihin sidottu vesi kiinnittyy. Denaturoituminen ei kuitenkaan johdu yksin pH:sta vaan pH:n aiheuttamasta happamuudesta yhdistettynä lihaksen lämpöisyyteen ennen kuolonkankeuden saavuttamista. Lihän jäädyttäminen mahdollisimman pian verenlaskemisen jälkeen on tärkeä keino vähentää lämpötilan ja pH:n yhteisvaikutuksia. (Huff-Lonergan 2005, 5-6.)

On myös joitakin tekijöitä, jotka vaikuttavat lihaksessa olevan veden säilymiseen kuolonkankeuden saavuttamisenkin jälkeen. Esimerkiksi esi-rigor mortis vaiheessa valumaa ei juurikaan ole, mutta pidemmän ajan päästä teurastuksesta valuman määrän on tapana kasvaa (Huff-Lonergan 2005, 6-7). Tällöin kuolonkankeus aiheuttaa lihasten välisen tilan pienemistä, jolloin vedelle ei jää tilaa varastoitua.

Muita vedensidontakykyyn vaikuttavia tekijöitä Huff-Lonerganin (2005, 7) mukaan ovat:

- Leikkausvaiheessa leikattavien palojen koko. Suuremmissa paloissa on pienempi valuma
- Lihan säilytysolosuhteet. Tuore liha tulisi säilyttää mahdollisimman matalissa lämpötiloissa (ilman jäätymistä), jotta vedensidontakyky säilyy
- Lihan jäädytys ja sulatus. Jäädytetyllä ja sulatetulla voi olla jopa kaksinkertainen valuma tuoreeseen lihaan nähden. Toisaalta jäädytys tavalla on merkitystä, mitä nopeampi jäädytys niin sitä parempi

Valuman määrä on riippuvainen siitä miten ja mihin vesi on sitoutunut ja kuinka paljon sitä pääsee irtoamaan lihasten rakenteista jäähtymisen myötä (Lawrie, 220, 1998). Jonkin verran vedensidontakyvystä häviää aina väistämättä, johtuen eläimen kuolemasta.



Kuva 4 pH:n vaikutus valumaan (Lonergan, 2008)

5 TUTKIMUS

5.1 Tutkimussuunnitelma

Snellmanille saapuu joka toinen viikko koeasemalta koesikoja. Näistä sioista otetaan joka kerta noin 24 h jälkeen teurastuksessa pH – lukemat sisäpaistista, ulkofileestä ja niskasta. Samalla mitataan värimittarilla sisäpaistin väri. Myös ulkofileen päädyistä (ruhon pään puoleisesta päästä) mitataan väri karkeapaloittelu pisteellä, heti sahan jälkeen. Tässä tutkimuksessa näiden lisäksi sioista otetaan pH- mitausten yhteydessä sisäpaistista näyte, josta määritettäisiin valuman kautta vedensidontakykyä. Marmorointiaste määritetään valokuvaamalla ulkofilee ja pisteyttämällä sitten jokainen valokuva. Pisteyttämiseen käytetään olemassa olevia marmorointistandardeja.

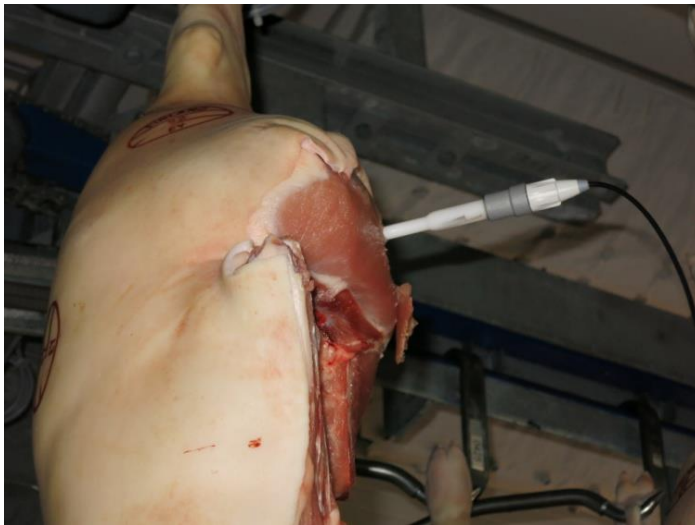
Saapuvien sikojen määrä vaihtelee 60 yksilöstä yli sataan yksilöön, mutta tarkoituksena oli kerätä kahdesta eri saapumiserästä laatutiedot. Samat laatutiedot kerättiin Snellmanin ns. normaalilinjan sioista, joita teurastetaan päivittäin ja jotka tulevat tavallisilta tiloilta. Vertailuryhmän kooksi normaalisioissa otettiin 50 kpl.

Koesikojen tuloksista oli tarkoitus tutkia mahdollisia erien sisäisiä eroja esimerkiksi sukupuolen, koon yms. vaikutusta mitattaviin tekijöihin. Lisäksi koesikoja verrattaisiin normaalilinjalta saatuihin tuloksiin, jotta nähtäisiin onko koesikojen laatuominaisuudet parempia, kuten voisi olettaa.

5.2 Käytetyt välineet ja menetelmät

5.2.1 pH

pH –mittarina tutkimuksissa oli käytössä Knickin Portamess 910, joka kalibroidaan mittarin ohjeiden mukaan aina ennen mittausten aloittamista. pH-mittaus tehtiin tasauskylmiössä, noin 24 tunnin kuluttua teurastuksesta.



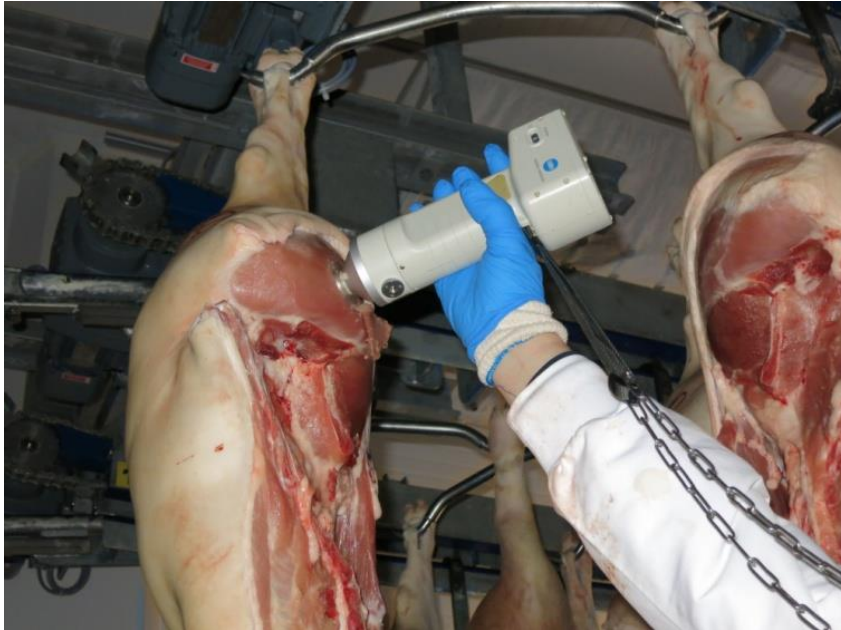
Kuva 5 Sisäpaistin pH-mittaus



Kuva 6 Ulkofileen pH-mittaus

5.2.2 Väri

Väri mitattiin Konica Minolta (Croma meter CR-400) värimittarilla. Sisäpaisteista värimittaus tapahtui kylmiössä samanaikaisesti pH-mittausten kanssa. Koska happi vaikuttaa lihan väriin voimakkaasti, jokaisesta mitattavasta sisäpaistista veistettiin ensin halkaisupinnan kuivunutta lihaa pois ja mitattiin väri tuoreesta leikkaukspinnasta, jolloin saadaan värille oikeammat arvot.



Kuva 7 Sisäpaistin värimittaus



Kuva 8 Ulkofileen värimittaus

Ulkofileestä väri mitattiin karkeapaloittelu pisteellä sahan jälkeen, kun selkä/kylkipala on leikattu eroon kinkusta ja etuosasta. Tällä tavoin ulkofileenkin väri mittaus saadaan tuoreesta leikkauspinnasta. Ulkofileen väri mitattiin ruhon oikeasta puolikkaasta, etujalkojen puoleisesta päädyistä.

5.2.3 Marmorointi

Marmorointi aste päätettiin määrittää valokuvien kautta. Valokuvaaminen tapahtui sian karkeapaloittelu pisteessä, samanaikaisesti ulkofileen värimittauksen kanssa. Valokuvaaminen päädyttiin tekemään kinkun puoleisesta päädyistä, koska ulkofilee on eheämpi tältä puolelta. Valokuvaamisen vaikeutena oli se, että linjan kulkunopeuteen ei voinut vaikuttaa, vaan leikkaajien työskentelynopeus määräsi ulkofileiden liikkumisnopeuden hihnalla. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että kaikki valokuvat eivät olleet riittävän tarkkoja marmoroinnin määrittämiseksi, mutta jotain viitteitä marmoroinnista ja sen määrästä saatiin.



Kuva 9 Marmoroinnin kuvaaminen karkeapaloittelupisteellä

5.2.4 Vedensidontakyky

Vedensidontakyvyn määrittämiseen käytettiin gravitaatiomenetelmää, joka on yksinkertaisin tapa tutkia valumaa. Yleisin tapa on ns. pussimetodi, jossa näytepala suljetaan pussiin johon lihasta valuva neste kerääntyy. Näytteet säilytetään 0-5 °C:ssa 48 -72 h, joskus jopa 192 h (Gunenc 22, 2007).

Vedensidontakyky määritettiin näytepaloista, jotka leikattiin ruhoista noin 24 h teurastuksen jälkeen ruhokylmiöissä samanaikaisesti pH- ja värimittausten kanssa. Näytepalojen koko pyrittiin pitämään n. 80 grammassa ja palat pyrittiin ottamaan samasta kohtaa kuin väri ja pH. Näytteet kerättiin minigrippusseihin, joissa myös valuttaminen tehtiin. Jokainen pala punnittiin ennen valumaan ripustamista ja liian isoista paloista poistettiin lihaa samoilta leikkauspinoilta, jotka syntyivät koepalaa irrottaessa. Näytteet ripustettiin telineeseen valumaan neljäksi päiväksi ja säilytettiin kylmiössä n. +2C°. Viisi päivää post mortem palat punnittiin uudestaan ja laskettiin prosentuaalinen valuma.



Kuva 10 Sisäpaistien valutusteline

6 TULOKSET

Jotta tuloksista saisi jonkinlaisen kokonaiskäsityksen, koottiin kaikista eristä keskiarvotulokset samaan taulukkoon, niin kokonaiskeskiarvona kuin sukupuolien mukaan eritellystikin. Painolukema on teuraspaino eli lukema on teurastamolta loppupunnituksesta ruhojen ollessa yhä lämpimiä.

Taulukko 1 Mittausten keskiarvotulokset

KESKIARVOT	Paino kg	pH sisä	L*	a*	b*	valuma-%	pH ulko	L*	a*	b*
5.2. koesiat (n)										
Kaikki (81)	86,21	5,55	48,02	4,72	3,05	3,36	5,54	53,97	6,54	4,93
Karjut (60)	86,68	5,56	48,2	4,84	3,18	3,55	5,54	53,68	6,51	4,9
Imisä (18)	84,72	5,52	49,7	4,38	2,67	4,37	5,54	54,74	6,45	5,01
12.2. normaalisiat										
Kaikki (50)	97,23	5,44	50,83	5,92	3,59	3,59	5,4	53,56	7,3	4,85
Imisä (20)	96,45	5,45	51,07	6,09	3,65	3,5	5,4	53,06	7,31	4,6
Leikot (30)	97,75	5,44	50,67	5,8	3,55	3,65	5,39	52,11	7,05	4,8
19.2. koesiat										
Kaikki (80)	95,42	5,57	48,24	5,17	3,26	4,74	5,55	52,39	7,05	4,73
Karjut (51)	93,14	5,58	47,61	5,15	3,21	5,03	5,56	51,92	6,85	4,62
Imisä (18)	87,75	5,54	49,33	5,45	3,06	3,86	5,54	53,1	7,93	4,62
Leikot (11)	97,27	5,54	50,61	5,06	3,77	3,95	5,52	54,27	7,34	5,43

Keskiarvotuloksista on helppo nähdä, että koesikojen pH-arvojen keskiarvot ovat sekä sisäpaistista että ulkofileestä korkeammat, kuten lähtökohtaisesti olikin oletamus. Valumakokeen tulos kuitenkin toisen koesika erän jälkeen ei ollut aivan ennakoitu, koska toisesta koesikaerästä tuli korkeammat valumat kuin normaalisi- oista.

Koesika eristä voidaan myöskin nähdä, että karjuista on saatu pH:n osalta parempi lukemia kuin emakoista, mutta tästäkin huolimatta emakoiden valumaprosentti on pienempi. Leikot puolestaan antavat pH:ssa, värissä ja valumaprosenttissa huonomman tuloksen kuin emakot. Sinänsä on hyvä nähdä, että sukupuolien mukaan ei kovin suurta eroa esiinny, koska esimerkiksi karjujen käyttäminen suoraan lihatuotteissa ei onnistu niihin muodostuvan karjun hajun ja maun vuoksi. Osa kulluttajista nimittäin aistii kyseisen ominaisuuden hyvin voimakkaasti. Emakkojen ja

leikkojen vertailua pitäisi jatkaa uusilla mittauksilla, jotta voitaisiin sanoa varmasti mitään toisen paremmuudesta suhteessa toiseen.

Tuloksista ei voida vetää mitään suurempia johtopäätöksiä yleisesti sikojen pH-yms. arvoista, vaan tulokset koskevat vain kyseisiä sikoja ja niistä tehtyjä mittauksia. Muun muassa normaalisikojen valinnan olisi voinut tehdä tarkemmin etukäteen (mm. taustatietojen saatavuuden takaamiseksi tarkempia lisätutkimuksia varten), nyt 50 sian erästä 28 kappaletta oli samalta tilalta. Toisaalta tämä voisi selittää esimerkiksi normaalisikojen vielä pistokoemittauksia heikomman pH-arvon keskiarvon. Viimeisimmän pistokoemittausten keski-pH oli 5,5.

6.1 pH

Snellmanilla on tehty aika ajoin omia mittauksia sian sisäpaistien pH-arvojen määrittämiseksi. Tämän perusteella ruhoille on määritelty pH-arvojen mukaan rajat, joilla ruhot voidaan luokitella. Näitä rajoja käyttäen laskettiin sekä sisäpaistien että ulkofileiden osalta prosentuaaliset osuudet jokaiseen luokkaan.

Taulukko 2 Sisäpaistien pH-luokittelut

SISÄPAISTI		% kokonais määrästä		
pH-arvot		5.2.	12.2.	19.2.
Matala pH	$\text{pH} < 5,45$	18,52	60	12,5
Hieman matala pH	$5,45 \leq \text{pH} < 5,52$	28,4	16	17,5
Kohtalainen pH	$5,52 \leq \text{pH} \leq 5,6$	30,9	18	38,8
Optimaalinen pH	$5,6 < \text{pH} < 6,00$	22,2	6	31,3
Tervaliha	$6,00 \leq \text{pH}$	1,23	0	0
n		81	50	80

Taulukko 3 Ulkofileiden pH-luokittelut

ULKOFIILE		% kokonais määrästä		
pH-arvot		5.2.	12.2.	19.2.
Matala pH	pH < 5,45	23,5	90	8,8
Hieman matala pH	5,45 ≤ pH < 5,52	27,2	6	33,8
Kohtalainen pH	5,52 ≤ pH ≤ 5,6	33,3	4	41,3
Optimaalinen pH	5,6 < pH < 6,00	12,4	0	15
Tervaliha	6,00 ≤ pH	3,7	0	1,3
n		81	50	80

Tämän tutkimuksen määrät optimaalisen pH:n ryhmässä ovat pienemmät kuin aikaisempien sisäpaistimittauksien. Vuoden 2003 mittauksissa (n=1880) optimaalisten sikojen määrä on ollut 60 %, 2006 huhtikuussa (n=22) 18 %, 2006 lokakuussa (n=21) 14 % ja 2012 (n=75) 44 %. Tämän perusteella voidaan sanoa, että parannettavaa selkeästi olisi.

Kokonaismäärän laskemisen lisäksi pH-arvoja käytettiin, yhdessä painotietojen kanssa. Tällöin nähtäisiin minkä suuruusluokan painoja kussakin pH-luokassa on ja löytyykö painoissa jokin yhteys pH-arvoihin.

Taulukko 4 Sikojen keskipaino pH-luokittain

Keskipaino (sisäpaistin pH:n mukaan)		5.2.	12.2.	19.2.
pH-arvot		5.2.	12.2.	19.2.
Matala pH	pH < 5,45	87,9	98,5	95
Hieman matala pH	5,45 ≤ pH < 5,52	86,6	96,8	99,9
Kohtalainen pH	5,52 ≤ pH ≤ 5,6	84	93,1	95,1
Optimaalinen pH	5,6 < pH < 6,00	86,3	97,7	93,4
Tervaliha	6,00 ≤ pH	103,5	-	-
n		81	50	80

Koska tutkittavia asioita oli kaksi, tehtiin sekä sisäpaistille että ulkofileelle omat taulukot

Taulukko 5 Sikojen keskipaino pH-luokittain 2

Keskipaino (ulkofileen pH:n mukaan) pH-arvot		Keskipaino		
		5.2.	12.2.	19.2.
Matala pH	pH < 5,45	92,3	97,4	99,75
Hieman matala pH	5,45 ≤ pH < 5,52	84,3	98,8	93,7
Kohtalainen pH	5,52 ≤ pH ≤ 5,6	81,4	93,5	96,6
Optimaalinen pH	5,6 < pH < 6,00	87,4		92
Tervaliha	6,00 ≤ pH	98,1		112
n		81	50	80

Molemmista taulukosta nähdään hyvin, ettei paino ole selkeästi yhteydessä pH-arvoihin vaan sikojen keskipaino vaihtelee satunnaisesti. Tämä on sinänsä hyvä tieto, koska mahdollisimman suuri teuraspaino on toivottavaa, jotta yhdestä eläimestä saadaan kerralla enemmän raaka-ainetta.

6.2 Väri

Taulukko 6 Sisäpaistien L*-arvot pH-luokittain

SISÄPAISTI pH-arvot		L* arvon keskiarvo		
		5.2.	12.2.	19.2.
matala pH	pH < 5,45	50,2	51,19	51,76
hieman matala pH	5,45 ≤ pH < 5,52	48,72	51,89	48,74
Kohtalainen pH	5,52 ≤ pH ≤ 5,6	47,36	50,64	47,69
Optimaalinen pH	5,6 < pH < 6,00	46,55	46,65	47,22
Tervaliha	6,00 ≤ pH	43,91	-	-
n		81	50	80

Taulukko 7 Ulkofileiden L*arvot pH-luokittain

ULKOFIILE pH-arvot		L* arvon keskiarvo		
		5.2.	12.2.	19.2.
matala pH	pH < 5,45	55,44	54,15	54,48
hieman matala pH	5,45 ≤ pH < 5,52	54,62	51,86	52,55
Kohtalainen pH	5,52 ≤ pH ≤ 5,6	54,08	56,86	53,17
Optimaalinen pH	5,6 < pH < 6,00	52,64	-	48,82
Tervaliha	6,00 ≤ pH	43,36	-	50,63
n		81	50	80

Värimittauksen arvoista L* arvo on tärkein, koska se kuvastaa lihan vaaleutta ja visuaalisesti näkyvänä ominaisuutena on yksi kuluttajan päätöksiin vaikuttavista tekijöistä esimerkiksi ulkofileepihviä ostettaessa. Erityisesti sisäpaistin taulukko näyttävää sen miten lihan väri tummenee (L* arvo pienenee) lihan pH:n parantuessa. Ulkofileen kohdalla L*- arvo ei käytäydy niin suoraviivaisesti. Tämä voisi johtua mittauskohdista: pH-arvo mitattiin ulkofileen keskeltä, kun taas väri mitattiin ulkofileen päästä.

6.1 Marmorointi

Marmoroinnin tutkiminen oli alusta asti hieman epävarmaa, koska ulkofileiden kuvaaminen karkeapaloittelu pisteellä oli koekuvausten perusteella haastavaa ja sen lisäksi pisteyttäminen tehtiin subjektiivisesti vertaamalla koemittausten valokuvia olemassa oleviin marmorointitaulukoihin. Näinpä marmoroinnista saadut tulokset ovat vain suuntaa antavia. Marmorointitaulukoista päädyin käyttämään National Pork Boardin taulukkoa, koska sen alkupään asteikko vastasi otettuja valokuvia paremmin kuin Jonesin viisiasteinen marmorointiportaikko.

Jo vähemmällä määrällä onnistuneita kuvia oli selvää, että marmorointiasteessa ei juurikaan ole vaihteluja, yksittäisiä ulkofileitä lukuun ottamatta, vaan kokonaisrasvan määrän ollessa nykyisioissa hyvin pieni, on myös marmoroinnin määrä vähäistä. Lisäksi laskennallinen tulos tuki täysin sitä mielikuvaa mikä rasvaisuudesta jäi

normaalisikojen valokuvaamisen jälkeen: niissä enemmän rasvaa kuin edellisellä kerralla valokuvatuissa koesioissa.

Taulukko 8 Marmoroinnin keskiarvot painoluokittain (5.2. koesiat)

Marmorointi 5.2. koesiat		
Ruhon paino, kg	Kuvia kpl	Keskiarvopisteet
60-70	4	1
70-80	42	1,08
80-90	44	1
90-100	21	1,19
yli 100	3	1,3
n: onnistuneita kuvia kpl	51	1,11

Taulukko 9 Marmoroinnin keskiarvot painoluokittain (12.2. normaalisiat)

Marmorointi 12.2. normaalisiat		
Ruhon paino, kg	Kuvia kpl	Keskiarvopisteet
80-90	2	1,5
90-100	19	1,3
100-110	10	1,2
yli 110	1	1
n: onnistuneita kuvia kpl	32	1,29

Taulukko 10 Marmoroinnin keskiarvot painoluokittain (19.2. koesiat)

Marmorointi 19.2. koesiat		
Ruhon paino, kg	Kuvia kpl	Keskiarvopisteet
70-80	3	1
80-90	13	1,08
90-100	17	1,05
100-110	10	1,1
yli 110	5	1,25
n: onnistuneita kuvia kpl	48	1,09

Normaalisikojen keskiarvotulokset ovat mielenkiintoiset verrattuna koesikaerin tuloksiin, koska niissä painojen ja pisteiden kasvu menee päinvastoin. Koesikaerissä marmorointi pääasiassa kasvaa aina isompaan painoluokkaan siirryttäessä, kun taas normaalisioissa suurin marmorointi keskiarvo on pienimmässä painoluokassa.



Kuva 11 5.2. normaalisioista 3 pisteytetty ulkofilee: 99 kg emakko (imisä)



Kuva 12 5.2. normaalisioista 1 pisteytetty ulkofilee: 102 kg emakko (imisä)

Edellisellä sivulla näkyy tyypillinen 1 pisteytetty ulkofilee (kuva 12) ja kaikista onnistuneista valokuvista korkeimman eli 3 pisteytyksen saanut ulkofilee (kuva 11). Kuten kuvasta 12 voidaan nähdä, ei ulkofileessä juurikaan näy lihaksen sisäistä rasvaa. Sikojen kasvanut teuraspaino ja samaan aikaan rasvamäärän vähentyminen ovat aiheuttaneet sen, että myöskään maun, mureuden yms. aistittaviin ominaisuuksiin liittyvää marmorointia ei siasta juurikaan löydy.

Marmoroinnin tarkemmaksi määrittelyksi tulisi sioista mitata sisäistä rasvaprosenttia isommasta määrästä sikoja, mutta uskoisin niidenkin tukevan aika hyvin tätä valokuvien kautta saatua tulosta.

6.2 Valuma

Taulukko 11 Sisäpaistin keskivalumat pH-luokittain

pH-arvot		Valuman keskiarvo %		
		5.2.	12.2.	19.2.
Matala pH	$\text{pH} < 5,45$	4,16	3,9	5,64
Hieman matala pH	$5,45 \leq \text{pH} < 5,52$	4,05	2,6	5,22
Kohtalainen pH	$5,52 \leq \text{pH} \leq 5,6$	3,06	3,83	5,06
Optimaalinen pH	$5,6 < \text{pH} < 6,00$	2,3	2,39	3,66
Tervaliha	$6,00 \leq \text{pH}$	1,04	-	1,3
n		81	50	80

Ylläolevasta taulukosta nähdään hyvin miten pH:n parantuminen vaikuttaa valumaan vähentävästi. Mahdollisimman pieni valuma on tavoiteltava ominaisuus mm. taloudellisista syistä, koska suurempi valuma aiheuttaa suuremman hukan. Tällöin tämä tarkoittaa, kuten muidenkin taulukoitujen ominaisuuksien kohdalla, optimaalisen pH:n tavoittelemista.

Toisen koesikojen erän suurempaan valumaan ei tunnu löytyvän selitystä. Jokainen erä on käsitelty mahdollisimman samalla tavalla. Hieman aika, jonka valumanäytteet joutuivat odottamaan ripustamista muiden mittauksen teon takia, vaihteli. Ero ei kuitenkaan ollut niin suuri, että voisi selittää tulokset. Ja tässäkin tilanteessa

jokaisen erän valumakoepalat odottivat samassa kylmiössä eli ympäristökään ei vaihdellut. Lisäksi oli mielenkiintoista, että tässä toisessa koesikaerässä oli suurin prosenttiosuus optimaalisella pH-alueella, jonka olisi voinut olettaa aiheuttavan pienemmän valuman, johtuen pH:n yhteydestä vedensidontakykyyn. Vaikka toinen sikaerä ei käyttäytynyt pH:n ja vedensidonnan suhteen niin kuin olettamus oli, niin värin yhteys kuitenkin menee oikein. Huonompi vedensidontakyky aiheuttaa yleensä vaaleamman värin ja väritaulukon mukaan toisessa koesika erässä on sisäpaistilla huonommat L*-arvot kuin ensimmäisessä koesika erässä.

Kirjallisuudesta saadaan aika laaja skaala ihanteelliselle L* -arvolle. Näiden koetulojen perusteella alle kahden prosentin valuma saataisiin L* -arvolla 46–47,50, jolloin ihanteellinen L* -arvo valuman kannalta alkuarvoltaankin paljon pienempi kuin mitä kirjallisuudessa. Taulukosta 11 ja 12 nähdään selkeästi pH:n osuus vedensidontaan kuin väriinkin.

Taulukko 12 Valuman ja L*-arvon yhteys

L* -arvon keskiarvo valuman mukaan			
Valuma -%	5.2.	12.2.	19.2.
Alle 2 %	46,22	47,48	47,27
Alle 4 %	47,8	50,69	48,9
Alle 6 %	50,53	51,78	47,75
Yli 6 %	47,7	52,85	48,74
n	81	50	80

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Saadut tulokset ovat pitkälti sen suuntaisia mitä teoretiedon pohjalta sopikin odottaa. Esimerkiksi värin L^* -arvo pienenee eli väri tummenee mitä lähemmäksi optimaalista pH:ta tullaan. Lisäksi vedensidontakyvyn ja pH:n välinen yhteys on nähtävissä tulosten taulukoinnista.

Tämän lisäksi voidaan nähdä, että lihan laadun parantaminen lähtee pitkälti pH-arvoihin vaikuttamisesta. Jos pH-arvot saadaan nousemaan, saadaan samalla vaikutettua lihan väriin ja valumaan ilman, että niitä tarvitsee erikseen valita parannettaviksi ominaisuuksiksi.

Koska kaikki sikaerät on käsitelty teurastamon navetassa samoin ja teurastettu samalla tavalla voitaisiin olettaa, että pääasiassa teurastusprosessi ja kylmennys ovat niin optimoituja, että niitä säätämällä ei saada lihan laatua parannettua. Ja esimerkiksi jäädytyksen osalta asia onkin näin, koska sen eteen on tehty aikaisemmin paljon työtä. Tietenkin esimerkiksi navettaolosuhteissa ja erityisesti teurastukseen ajossa voi pyrkiä aina rauhallisempaan toimintaan ja siten yhä minimoida stressin aiheuttamaa lihan laadun heikkenemistä. Kuitenkin voidaan epäillä, että suuremmat toimenpiteet lihan laadun parantamiseksi ovat jalostuksessa ja geeniperimässä. Koesikojen tulokset, marmorointia lukuun ottamatta, olivat paremmat kuin normaalisioilla, kuten tutkimusta aloittaessa olettamus olikin. Marmoroinnista saadut tulokset ovat laadultaan kaikista epävarmimpia, koska niiden määrittämiseksi ei ole käytetty minkäänlaisia mittausperiaatteita. Osittain tämä ominaisuus on kuitenkin mielenkiintoisimpia tutkittavia, koska marmoroinnista ja siihen vaikuttamisesta ei juurikaan ole kotimaisia tutkimuksia

Työn haastavuus on piillyt koko ajan siinä, että näiden tietojen kerääminen ja taulukointi antaa vain viitteitä siitä, minkälainen lihan laatu sikaruoissa on tällä hetkellä. Yksityiskohtaisempien yhteyksien ja samankaltaisuuksien etsimiseen tarvitsisi lähteä purkamaan tarkemmin sikojen taustaa: kasvatusoloja, ruokintaa, rotuja ja muita tekijöitä, jotka yhdessä muodostavat lihan lopullisen sekä teknologisen että kuluttajien kannalta tärkeän aistinvaraisen laadun. Tarkempia selvityksiä varten työn tulokset onkin luovutettu Snellmanin alkutuotannon käytettäväksi.

Kuitenkin tutkimuksella saavutettiin se mitä pyrittiinkin hakemaan. Tulokset antavat pikaisen katsauksen siitä, millä tasolla sianlihan laatuominaisuudet ovat ja mitä yhteyksiä eri laatuominaisuuksien välillä on. pH:n merkitys käy erityisen selväksi, kun tuloksista nähdään että parempi pH tarkoittaa myös parempaa väriä ja veden-sidontaa. Sen sijaan marmorointi todennäköisesti vaatisi laajempaa kartoitusta ennen kuin sen tämän hetkisestä tasosta voidaan sanoa tarkempia johtopäätöksiä.

LÄHTEET

- Aberle E.D., Forrest J.C., Gerrard D.E. & Mills E.W. 2001. Principles of meat science. 4. p. Iowa. Kendall/Hunt publishing company.
- D'Souza, D. 2007. Pork quality: meeting the consumer's needs. Teoksessa: Taylor-Pickard J.A & Spring P. Gaining the edge in pork and poultry production. Alankomaat. Wageningen Academic Publishers. 49-70.
- Gunenc, A. 2007. Evaluation of pork meat quality by using water holding capacity and vis-spectroscopy. McGill University. Department of Biosource Engineering. Montreal, Quebec, Canada
- Honikel K.O, 1984. Teurastuksen jälkeisten biokemiallisten muutosten vaikutus sianlihan laatuun. Teoksessa: Lihapäivät 1984. HY/Lihateknologian laitoksen julkaisuja n:o 340. 21-25
- Huff-Lonergan, E. 2005. Water holding capacity of fresh meat. [Verkojulkaisu]. Pork information gateway. [Viitattu 8.12.2013] Saatavana: <http://www.pork.org/filelibrary/Factsheets/PIGfactsheets/NEWfactSheets/12-04-05g.pdf>
- Huff-Lonergan, E. & Lonergan, S.M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes, Meat Science 71: 194-204
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S.M. & Beermann, D.H. 2003. Animal growth and meat quality. Teoksessa: Scanes, C.G. Biology of growth of domestic animals. Iowa. Iowa State Press A Blackwell Publishing Company. 220-232.
- Immonen I., 1984. Kasvatusolosuhteiden vaikutus sianlihan laatuun. Teoksessa: Lihapäivät 1984. Helsinki. HY/Lihateknologian laitoksen julkaisuja n:o 340. 26-29
- Jeremiah, L.E. 2001. Marbling and pork tenderness. [Verkojulkaisu]. National Pork Board/ American Meat Science Association Fact Sheet. [Viitattu 24.1.2014]. Saatavana: <http://www.pork.org/filelibrary/Factsheets/PorkScience/g-colorandmarb04310.pdf>
- Jokela, M. & Rinne M., 1996. Sian ja naudan ruokinnan vaikutus lihan laatuun. Jokioinen. Maatalouden tutkimuskeskus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja sarja A 7.
- Jones, S.D.M., Robertson, W.M. & Talbot, S. 1992. Marbling standards for beef and pork. Agriculture and Agro-Food Canada Pub. No. 1879/E. Ottawa/Ont.

- Jones, S.D.M. & Robertson, W.M. 1993. The effect of spray-chilling carcasses on the shrinkage and quality of beef. *Meat Science* 34, 351-362
- Kangasniemi R. & Honkavaara M. Lihaksen sisäisen rasvapitoisuus suomalaisilla sikaroduilla. 1989. *Koetoiminta ja käytäntö* 46, 75.
- Lawrie, R.A. 1998. *Lawries Meat Science* 6th edition. Cambridge. Egnland. Woohhead Ltd.
- Linqvist, N. 2008. En effektivare kylnings inverkan på köttkvalitén i svininnerstrekas. Helsingfors universitet. Agrigultur-forstvetenskapliga fakulteten. Pro gradu-työ.
- Loneragan, S. 2008. Pork Quality: pH decline and pork quality. [Verkkajulkaisu]. Pork information gateway. [Viitattu 18.4.2014]. Saatavana: <http://www.porkgateway.org/FileLibrary/PIGLibrary/Factsheets/a6647v1-0.pdf>
- Leiponen M. Vedensidontakyky. [Verkkokurssi] Lihateollisuusopisto. Lihateollisuus kouluttaa. [Viitattu 8.12.2013] Saatavana: http://www.lihakeskusliitto.fi/lihalehti/lihatiето/li0307_55-56
- Leiponen M. PSE ja tervaliha. [Verkkokurssi] Lihateollisuusopisto. Lihateollisuus kouluttaa. [Viitattu 4.4.2014] Saatavana: http://www.lihakeskusliitto.fi/lihalehti/lihatiето/li0206_55-56.pdf
- Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b*. [Verkkosivusto]. Hunterlab. 2012. [Viitattu 28.4.2014]. Saatavana: www.hunterlab.com/an-1005b.pdf
- National Pork Board. 2010. Pork quality standards notebook chart. [Verkkajulkaisu]. National Pork Board. Iowa. [Viitattu 24.1.2014]. Saatavana: <http://egashops.directedje.com/PorkStoreProducer/product-details.asp?ID=91&CID=20&P=1>
- Onkamo M. 2010. pH:n mittaukset prosessiteollisuudessa. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma, automaatiotekniikka. Opinnäyte-työ. Saatavana: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/21425/Onkamo_Mari.pdf?sequence=1
- Puolanne E. 1984. Sianlihan laatu teknologian kannalta. Teoksessa: Lihapäivät 1984. HY/Lihateknologian laitoksen julkaisuja n:o 340. 38-43
- Puolanne E. 2013. Lihateknologia 1 –kurssin luentomoniste. HY/elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos

- Reagan, J.O, Honikel, K.O. 1985. Weight loss and sensory attributes of temperature conditioned and electrically stimulated hot processed pork. *Journal of Food Science*, 50, 1568-1570
- Riihikoski, U., 1984. Teurassikojen kuljetus ja teurastus. Teoksessa: Lihapäivät 1984. Helsinki. HY/Lihateknologian laitoksen julkaisuja n:o 340. 30-37
- Ruusunen, M., Partanen K., Pösö R. & Puolanne E. 2006. Ruokinnan vaikutus sian lihaksiin ja lihan laatuun. Maataloustieteen päivät. Saatavana: <http://www.smts.fi/esit06/2102.pdf>
- Savell, J.W. Mueller, S.L. & Baird, B.E. 2005. The chilling of carcasses. *Meat Science* 70, 449-459
- Sevón-Aimonen M-L., Mäki-Tanila A. 2006 Maatiais- ja yorkshiresikojen lihaprosentin, kasvunopeuden ja lihan laadun perinnölliset tunnusluvut. Maataloustieteen päivät. Saatavana: <http://www.smts.fi/pos06/1405.pdf>
- Uimari P., Wallén S. & Sevón-Aimonen M-L. 2012. Sianlihan laatuominaisuuksien genominen analyysi SNP-markkereiden avulla. Maataloustieteen päivät. Saatavana: http://www.smts.fi/Kotielainten%20genomi/Uimari_Sianlihan.pdf