

Jaana Uusi-Kokkila

# **Kuljetusta edeltävän paastoajan vaikutus sianlihan pH:n kehitykseen**

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä: Jaana Uusi-Kokkila

Työn nimi: Kuljetusta edeltävän paastoajan vaikutus sianlihan pH:n kehitykseen

Ohjaaja: Matti-Pekka Pasto

Vuosi: 2015 Sivumäärä: 18 Liitteiden lukumäärä: 2

---

Työssä tutkittiin kuljetusta edeltävän paastoajan vaikutusta sianlihan pH:n kehitykseen. Tutkitut paastoajat olivat neljä ja kahdeksan tuntia ennen teuraskuljetusta. Lisäksi tutkimuksessa vertailtiin lyhyen ja pitkän matkan etäisyydeltä kuljetettujen koe-erien pH-tuloksia. Tutkimuksessa toimi yhteistyössä kuusi eri sikatilaa, joista kolme sijaitsi alle kahden tunnin ja kolme yli neljän tunnin etäisyydellä teurastamosta. Jokaisen tilan kohdalla suoritettiin lyhyen ja pitkän paastoajan kokeet. pH mitattiin kokeissa 45 min ja 24 tunnin kuluttua teurastuksesta. Näytemäärä oli noin 20 ruhoa / erä. Paastoajan vaikutusta suolten täyttöasteeseen tutkittiin arvioimalla koe-erien suolistojen täysinäisyys teurastajilla.

Pidennetyllä paastoajalla oli positiivinen vaikutus alle 2 h kuljetettujen näyte-erien pH:n kehitykseen. Kaikkien 4h (n = 114) ja 8h (n = 113) paastonneiden koe-erien 24h pH:n välillä ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa. Paastoajoja huomioimatta suolten täyttöaste oli teurastajien arviointien mukaan huomattavasti tyhjempi pitkänmatkalaisten kohdalla: vain kolmasosa niiden suolistoista arviotiin täydeksi, kun lyhytmatkalaisten suolistoista lähes 90 % suolistoista arviotiin täydeksi. Tutkimuksen perusteella todettiin, että lisätutkimuksille pidemmistä paastoajoista olisi tarvetta.

Avainsanat: teurastus, paasto, kuljetus, laatu, sianliha

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Meat and Prepared Food Technology

Author/s: Jaana Uusi-Kokkila

Title of thesis: The effect of pre-transport fasting time on pork meat pH development

Supervisor(s): Matti-Pekka Pasto

Year: 2015      Number of pages: 18      Number of appendices: 2

---

The objective of this final thesis was to examine the influence of a pig's fasting time on pH development of pork meat. Fasting times examined were both four and eight hours before transportation. In addition the differences between pH results of short and long distance transported sample lots were compared in this study. There were six pig farms that worked in tandem with this study: three were located under two hour transportation distance from the slaughterhouse and the other three were located over four hour transportation distance from the slaughterhouse. Examinations of 4 and 8 hour fasting times (sample lots of 20 pigs each with both) were performed on each of the six farms. The pH was measured 45 minutes and 24 hours after slaughtering. The influence of the fasting time on the fullness of the intestines was evaluated by the butchers at the slaughterhouse.

With lengthened fasting time there was a positive influence on the pH development of the less than two hours transported sample lots. There was still no significant difference between the pH results of all 4 hour (n = 114) and 8 hour (n = 113) fasted animals. The intestines' degree of fullness, despite the fasting time, was evaluated as being emptier in the case of long distance transported sample lots: only one third of them were evaluated as full, whereas almost 90 % of short distance transported animal's intestines were evaluated as being full. As a conclusion to this study more examinations about longer fasting times were proposed.

Keywords: slaughtering, fasting, transportation, quality, pork meat

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ .....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 TEURASTUSTA EDELTÄVÄ PAASTO JA pH.....	7
2.1 Teurastuksen jälkeinen pH:n lasku .....	7
2.2 PSE-liha.....	8
2.2.1 Stressi.....	9
2.3 Teurastusta edeltävä paasto.....	10
3 PAASTOKOKEET .....	12
3.1 Mittausjärjestelyt.....	12
3.2 Käytetyt mittarit ja menetelmät.....	13
4 TULOKSET.....	14
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	15
LÄHTEET .....	16
LIITTEET .....	18

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>ATP</b>	ATP eli adenosiinitrifosfaatti toimii energian välittäjänä soluissa
<b>Denaturoituminen</b>	Solujen kemiallisen rakenteen rikkoutuminen
<b>GAS</b>	General adaptation syndrome, suomeksi yleinen adaptatiosyndrooma, käynnistyy erilaisten stressiä tuottavien tekijöiden seurauksena elimistössä
<b>Glykogeeni</b>	Soluihin varastoitunut varaenergian lähde
<b>Histokemiallinen</b>	Kemiallinen tapahtuma, joka liittyy kudoksiin ja soluihin
<b>Homeostasis</b>	Elimistön tasapainotila
<b>pH</b>	pH-luku kuvaa happamuutta tai emäksisyyttä
<b>PSE</b>	Vaalea, pehmeä ja nestettä tihkuva liha, joka on seurausta matalasta pH:sta ja proteiinien denaturoitumisesta

# 1 JOHDANTO

Sain opinnäytetyön aiheen suomalaiselta liha-alan yritykseltä. Yritys on tehnyt vastaavanlaisen tutkimuksen aikaisemmin, mutta tässä opinnäytetyössä tutkimus oli tarkoitus toistaa samankaltaisena suuremmassa mittakaavassa.

Liha-alalla eläinten hyvinvoinnin huomioiminen ja lihan laadun takaaminen ovat jäljitettävyyden ohella olleet jo pitkään tärkeimpiä kehitystavoitteita, sillä kuluttajakunta on muodostunut tiedostavammaksi. Tietoa on tänä päivänä helppo löytää lähes mistä vaan mikä kiinnostaa, vaikkakin lukijalle jää vastuu tiedon luotettavuuden arvioimisesta. Voisi jopa sanoa, että eräänlainen arjen asiantuntijuus on noussut trendiksi: ihmiset ovat alkaneet kiinnittämään huomiota elämän perusrutiinien ja harrastustoiminnan, mukaan lukien kotiruoanlaiton, laadullisuuteen. Ruoasta löytyy tietoa blogeista, sosiaalisista medioista, artikkeleista, ympärillä olevilta ihmisiltä, televisio-ohjelmista ja ihan konkreettisista kirjoista verkkokirjojen lisäksi. Kaikki tämä tieto, jota melkein jopa vahingossa saadaan, ei lisää tässä tapauksessa tuskaa vaan vaatavuutta.

Tässä työssä tutkitaan pääasiassa teurastusta edeltävän paastoajan vaikutusta sianlihan pH:n kehitykseen. Sikojen teurastusta edeltävän paastottamisen ajatuksena on lihasten glykogeeni- eli hiilihydraattivarastojen pienentäminen ennen teurastusta, jolloin myös pH:ta alentavaa maitohappoa muodostuu vähemmän teurastuksen jälkeen (Lounasheimo 2007, 16), ja hygieniariskin huomattava vähentäminen suoliston ollessa tyhjempi teurastushetkellä. Lisäksi täydet vatsat lisäävät kuljetuksen aikaista kuolleisuusriskiä (Warriss 2000, 141).

Käyn opinnäytetyössäni kokonaisuudessaan läpi hieman yleistä teoretietoa teurastuksen jälkeisestä pH:n laskusta, PSE-lihasta ja teurastusta edeltävästä paastosta paastokokeiden perusteella koottujen tulosten ja johtopäätösten lisäksi. Tavoitteenani oli pitää teoriaosuus tiiviinä tietopakettina ja panostaa enemmän tutkimusten tulosten analysointiin ja esittämiseen, jotta työ pysyisi laajuudeltaan opinnäytetyöksi sopivana ja jotta työ palvelisi mahdollisimman hyvin työn antanutta yritystä. Liikesalaisuuden alaisuuteen kuuluvien syiden takia osio 4. eli tulokset ja liite 2. on poistettu opinnäytetyön julkisesta versiosta.

## 2 TEURASTUSTA EDELTÄVÄ PAASTO JA pH

Lihan laatu on käsite, joka voidaan jakaa tuote- ja prosessilaadullisiin tekijöihin. Tuotelaatu määrittyy lihasta suoraan mitattavista olevista tekijöistä, jotka voivat olla esimerkiksi aistinvaraisia, kemiallisia, fysikaalisia, hygieenisiä, toksikologisia tai teknologisia. Prosessilaadullisia ovat kaikki ne tuotantoketjun prosessien tekijät, jotka vaikuttavat lihan tuotelaadullisiin ominaisuuksiin. Näitä ovat esimerkiksi liharodun valinta, ruokinta, kuljetus, teurastus, jäähdytys ja varastointiolosuhteet. Prosessilaadun käsitteeseen kuuluu myös lihan tuotannon aineettomia ominaisuuksia, kuten ympäristöystävällinen tuotantotapa, eläinten hyvinvoinnin tukeminen, lihan jäljitettävyyden sekä sertifioidut laatujärjestelmät. (Weissmann 2014, 1–2.) Yksi oleellisimmista lihan tuotelaadun mittareista on sen pH-arvo.

### 2.1 Teurastuksen jälkeinen pH:n lasku

Teurastuksen jälkeen verenkierron loppuessa solut pyrkivät jatkamaan energiantuotantoa anaerobisesti niin kauan, kuin reaktioon tarvittavia rakennusaineita ja ATP-energiaa on käytettävissä. Veri ei kuljeta enää happea, glukoosia ja vapaita rasvahappoja soluille, eikä se voi toimia enää solun metaboliatuotteiden ja muodostuneen lämmön poiskuljettajana. Solun anaerobinen energiantuotanto voidaan kuvata kokonaisuudessaan kolmen vaiheen avulla:

1. Lihakset tarvitsevat ATP-energian tuotannossa glukoosia. Kun lihaksien glukoosivarastot ehtyvät, ne alkavat pilkkoa lihassolujen varastoimaa glykogeenia glukoosimolekyyleiksi: tätä reaktiota kutsutaan glukogenolyysiksi.
2. Glykolyysissä lihassolujen sisältämä glukoosi hajoaa erilaisten entsyymien vaikutuksesta pitkän kemiallisen reaktioketjun kautta kahdeksi palorypälehapoksi ja vedyksi: samalla vapautuu energiaa, joka sitoutuu ATP-molekyyleihin.
3. Anaerobisissa olosuhteissa lihassolu aloittaa maitohappokäymisen, jossa rypälehapomolekyyleihin liittyy vetyä, ja syntyy maitohappoa eli laktaattia.

Koska lihassolu ei kykene enää poistamaan metaboliatuotteitaan verenkiertoon, laktaatin ja vetyionien ( $H^+$ ) kertyminen johtaa lihassolujen vähittäiseen happamointumiseen. Kuoleman jälkeen elimistö pyrkii säilyttämään homeostasiksen, jossa kehon ATP-energiataso on 8-10  $\mu\text{mol/g}$  (Puolanne 2012, 30). Energiaa ei muodostu anaerobisesti kuitenkaan yhtä paljon mitä entsyymit tarvitsevat glykolyysiin, jolloin seurauksena lihaksen ATP-energia vähitellen hiipuu ja ruhoon muodostuu *rigor mortis* eli kuolonkankeus.

## 2.2 PSE-liha

Etenkin sianlihassa esiintyvä PSE-liha on ollut ja on edelleen yksi lihateollisuuden ikuisuusongelmista. Sen kokonaan eliminointi on pelkästään jo jalostettujen lihasikojen lihasten fysiologisen rakenteen perusteella mahdotonta, mutta sen osuuteen voidaan vaikuttaa rotuvalinnalla, teurastusta edeltävillä toimenpiteillä tuotantoeläimen elinkaaren alusta juuri teurastusta edeltäviin hetkiin asti ja jonkin verran myös teurastuksen jälkeisellä prosessoinnilla. Viime vuosikymmeninä lihateollisuudessa on vähennetty stressille geneettisesti alttiiden sikarotujen tuotantoa strategisesti ja onnistuneesti.

PSE-lihaksi voidaan määritellä vaalea, huonon vedensidontakyvyn omaava ja rakenteeltaan pehmeä liha, jonka pH-arvo on matala. Lihasten happamuus yhdessä korkean lämpötilan kanssa aiheuttavat proteiinien denaturoitumista lihaksissa johtaen lihan heikentyneeseen vedensidontakykyyn (Warriss 2000, 146). Yleisesti PSE-lihaksi voidaan luokitella ulkofilee tai sisäpaisti, jonka pH on 45 minuutin kulluttua teurastuksesta alle 6,0, mutta PSE-liha voidaan luokitella myös matalamman 5,8 pH-arvon mukaan (Weissmann 2014, 3; Warriss 2000, 143). Honikelin (1992) mukaan laadun kannalta lämpötilan tulisi lisäksi olla samaan aikaan alle 40 °C kyseisissä lihaksissa.

PSE-lihaisuus on etenkin paljon vaaleita lihassoluja sisältävien lihasten ongelma, koska vaaleat lihakset sisältävät enemmän glykogeenia, josta muodostuu teurastuksen jälkeen pH:ta alentavaa maitohappoa anaerobisen energiantuotannon seurauksena. Myös glykolyttinen entsyymiaktiivisuus on parempi vaaleissa lihasso-luissa verrattuna punaisiin lihassoluihin (Varnam & Sutherland 1995, 83). Varsin-



kin ruhoissa, joissa glykolyysi tapahtuu huomattavan nopeasti, solujen histokemialliset ominaisuudet vaikuttavat niiden varhaiseen kuolemanjälkeiseen metaboliiseen nopeuteen sekä glykolyysin pituuteen ja sitä kautta lihan laatuun (Ryu & Kim 2006, 900). Vaaleiden lihasten glykogeenipitoisuutta on pyritty vähentämään Suomessa ns. strategisen ruokinnan ja teurastusta edeltävän hallitun paaston avulla (Ruusunen 2011, 53). Ruusunen artikkelin mukaan lihateollisuuden aikaisempiin verrattuna ”lempeämmät tainnutusmenetelmät” vaikuttavat siihen, että glykogeenin pilkkoutuminen hidastuu ennen teurastusta ja lihan pH pääsee laskemaan näin alhaisemmaksi teurastuksen jälkeen.

### 2.2.1 Stressi

PSE-lihaisuus on usein stressiperäistä. Stressi on monien eri hormonien säätelemä fysiologinen reaktio, jonka laukaisee jokin ärsyke eli stressitekijä. Lyhytaikainen stressi kestää vain muutamia minutteja: sen seurauksena glykogeenin kulu lisääntyy ja lihaksistossa syntyneet maitohappo ja protonit eivät ehdi kulu riittävän nopeasti lihaksista, vaan jäävät laskemaan lihan pH-arvoa. Jos eläin teurastetaan juuri kun se on stressitilassa, lihaksiin kertynyt adrenaliini jää vaikuttamaan lihasten toimintaan verenkierron loppuessa ja anaerobinen glykolyysi jatkuu. Tämä lisää PSE-lihaisuutta. Muutaman tunnin ajan jatkuneessa keskipitkässä stressissä lihasten glykogeenivarastot hupenevat vähitellen ja pitkään jatkuneena glykogeenia on enää niin vähän, että pH ei laske normaalisti vaan jää normaalia korkeammaksi. DFD- eli tervalihassa lihaksen lopullinen pH-arvo on yli 5,8. (Puolanne 2012, 32–33.)

Stressin aiheuttajat ovat moninaisia, ja stressireaktio voi laueta monen eri tekijän vaikutuksesta. Stressi aiheuttaa elimistössä yleisen adaptaatiosyndrooman (englanniksi GAS eli general adaptation syndrome). Grandinin (1997, 249) mukaan sille stressiä aiheuttavat tekijät voivat olla esimerkiksi psykologisia, kuten:

- esteet/rajoitteet
- uudet ja vieraat asiat
- käsittely

Fysikaalisia tekijöitä hänen mukaansa ovat muun muassa:

- nälkä ja jano
- väsymys
- loukkaantuminen
- korkeat tai matalat lämpötilat

Siat ovat erityisen herkkiä kuumuudelle. Toisin kuin ihmiset, siat eivät hikoile vaan läähättävät, ja niiden lihasten lämpötila ja happamuus kasvaa ruumiin lämpötilan noustessa. Tästä voi aiheutua lämpörasittumista ja tilanne voi johtaa jopa kuolemaan, ellei ympäristön lämpötilaa saada laskettua riittävästi ja ajoissa. Luonnollisesti lihasten lämpötilan ja happamuuden ollessa korkeammalla teurastushetkellä, voi PSE-lihaisuutta esiintyä lämpörasittuneissa eläimissä tavallista enemmän. Niiden elinympäristön optimaalinen lämpötila on noin + 15–22 °C. (Ylä-Ajos 2013, 17.) Sikojen hengitysnopeus kiihtyy jo + 22 °C ja ympäristön lämpötilan ollessa yli + 26 °C ruumiin lämpötila on noussut. Maailmalla sikojen lämpöstressiä on vähennetty kuumina kuukausina tehokkaasti esimerkiksi lattiaviilennyksellä, karsinoiden eläintiheyden laskulla sekä jo valmiiksi korkean suhteellisen kosteuden omaavissa trooppisissa maissa vesisumuttimilla. (Huynh & Aarnink 2005, 30–32.) Sikojen luontainen suoja kylmyyttä vastaan on myös rajoittunut ja eläin rasittuu ympäristön lämpötilan laskiessa alle + 7 °C (Ylä-Ajos 2013, 17).

### **2.3 Teurastusta edeltävä paasto**

Kuten jo johdannossa mainitsin, sikojen paasto on ennen kuljetusta ja teurastusta lähes välttämätön. Sen avulla voidaan vähentää merkittävästi kuljetuskuolleisuutta, manipuloida glykokeenin määrää lihassoluissa vaikuttaen samalla lihan laatuominaisuuksiin ja ehkäistä täysistä suolista aiheutuvia mikrobiologisia riskejä. Myös suolistuksen esivalmistelupisteessä olevien teurastuslinjan työntekijöiden työ helpottuu, kun suolisto ei ole täynnä. Paaston glykokeenin määrää vähentävä vaikutus johtuu sen aiheuttamasta stressistä eläimelle, mutta liian pitkänä jatkuneena se on haitallista eläinten hyvinvoinnille (Bidner & McKeith 2003, 2).

Bidnerin ja McKeithin (2003, 2) mukaan mahojen haavautuminen on yksi pidempien paastoaikojen ongelma. Paaston jatkuessa pidempään mahan ja suoliston sisältö muuttuu myös nestemäisemmäksi, jolloin ruhon kontaminaatoriski kasvaa (Warriss 2000, 141). Etenkin 24 ensimmäisen tunnin ajan paasto vaikuttaa eläimen elopainoon (Bidner & McKeith 2003, 1). Ruhopainoon se vaikuttaa merkittävästi vasta huomattavasti pidempien, kuten 68 ja 70 tunnin, paastoaikojen jälkeen (Davidson, Sample, Cliplef, Hanson, Meade & Aunan 1968, Bidnerin & McKeithin 2003, 1 mukaan). Kelley, McGlone ja Gaskins (1980) ovat tutkineet erilaisten paastoaikojen vaikutuksia sian aggressiivisen käyttäytymisen, kuten hännänpu-rennan, määrään. Tutkimuksessaan he totesivat, että 12, 24, 36 ja 48 tunnin paastoajoista 24 tunnin paaston jälkeen sikojen aggressiivinen käyttäytyminen oli hui-pussaan (1980, 336).

Weissmannin (2014, 4) mukaan rehua ei saisi olla tarjolla vähintään 12 tuntiin ennen teuraskuljetusta, jos halutaan vähentää sikojen PSE-lihaisuuden riskiä. Warriss (2000, 141) toteaa aikaisempiin tutkimuksiinsa (1996) viitaten, että sikoja ei tulisi paastottaa ennen teurastusta yli 12 tuntia tai ainakaan yli 18 tuntia, jos halutaan minimoida paaston vaikutus ruhon saantohävikkeihin. Täysistä vatsoista johtuvien kuljetuskuolemien ehkäisemiseksi hänen mielestään sikoja ei saisi syöttää vähintään neljään tuntiin ennen kuljetusta (2000, 141). Gispert ym. (2000, 97) tekivät espanjalaisissa teurastamoissa toteutetun laajan tutkimuksensa perusteella johtopäätöksiä teurastusta edeltävien toimenpiteiden vaikutuksista PSE-lihaisuuden määrään. Heidän tutkimuksensa mukaan PSE-lihaa esiintyy enemmän kuumina kesäkuukausina, alle 12 tuntia ennen kuljetusta paastotetuissa eläimissä, kuljetuksen aikaisen varastointitiheyden ollessa korkea ( $< 0,40 \text{ m}^2 / 100 \text{ kg sika}$ ) ja kuljetusmatkan pituuden ollessa lyhempi kuin kaksi tuntia. Monessa maassa yleinen käytäntö on paastottaa sikoja 12–15 tuntia ennen teurastusta (Rosenvold & Andersen 2002, 227).

### 3 PAASTOKOKEET

16.2.–25.3.2015 välisenä aikana suoritetuissa paastokokeissa tutkittiin kahden eri paastoajan ja kahden eri kuljetusmatkakategorian vaikutusta sian sisäpaistin pH:n kehitykseen. Kokeissa oli kuusi eri yhteistyötilaa, joista puolet sijaitsivat lyhyen ja puolet pidemmän kuljetusmatkan etäisyydellä teurastamosta.

#### 3.1 Mittausjärjestelyt

Kokeissa käytettiin klassista tapaus-verrokki -asetelmaa. Tapausryhmä koostui ennen kuljetusta pidennetyn ajan (8 h) paastonneista tilan sioista, kun taas verrokiryhmä oli samalta tilalta, mutta kuljetusta edeltävä paasto aika oli lyhempi (4 h). Kaikkiaan mittauksia tehtiin kuuden eri tilan sioista: kolme yhteistyötiloista sijaitsi alle 2h kuljetusmatkan etäisyydellä (lyhyt matka) ja loput kolme tilaa yli 4h kuljetusmatkan etäisyydellä (keskipitkä matka).

Koesikojen saapuessa navettaan, niiden annettiin levätä karsinoissa noin kolme tuntia ennen tainnutukseen ajoa. Kaikki samalta tilalta tulleet koe-erän siat teurastettiin peräkkäin. Mitattavat ruhot tunnistettiin teuraslinjassa tilanumeroiden perusteella ja ne mitattiin 45 minuutin kuluttua teurastuksesta. Käytännössä joka 4-5 ruho ehdittiin mittaamaan yhden tilan ruhoista mittaustapahtuman keston vuoksi.

Näytemäärä oli noin 20 näytettä/erä. Näytemäärä jäi joissakin erissä muutaman ruhon verran pienemmäksi, esimerkiksi jos tilalta tulleita sikoja oli vähemmän tai jos näyteruho hukkaantui ruhovarastolla väärään lohkoon. Ruhoista mitattiin seuraavana päivänä vielä pH ja lämpötila noin 24 tunnin kuluttua teurastuksesta.

pH/lämpötila-mittauksien lisäksi kokeissa pyydettiin teurastajan mielipide koetilan ruhojen suolten täyttöasteessa ennen suolistusta. Arvioinnissa teurastajan oli valittava näkemimensä suolten perusteella, oliko suolisto hänen mielestään enemmän täynnä vai tyhjä.

### 3.2 Käytetyt mittarit ja menetelmät

pH-mittauksissa käytettiin *testo 205* -pH-/lämpötilamittaria, joka kalibroitiin ennen mittauksia. Ensimmäinen mittaus tehtiin noin 45 minuuttia teurastuksen jälkeen teuraslinjassa ennen shokkijäähdytystä on-line mittauksena eli suoraan linjassa mitaten. pH ja lämpötila mitattiin ruhon oikeasta puolikkaasta sisäpaistin näkyvän osan keskikohdasta noin 3 cm syvyydestä. Mittauskohta pyrittiin pitämään samana jokaisessa mittauksessa, sillä eri ruhonosien ja samankin lihaksen eri kohtien pH-arvot saattavat vaihdella huomattavasti. Mittaustapahtuman aikana linjassa olevan ruhon vierellä liikuttiin siihen asti, kunnes mittaustulos saavutettiin, eli noin puolen minuutin verran. Ennen mittauksia ruhoon kiinnitettiin näytenumeron sisältävä merkki, jotta ruho tunnistettaisiin seuraavan päivän mittauksissa. Näyteruhot ohjattiin automaattisesti samaan lohkoon ruhovarastoon merkkien perusteella.

Seuraava mittaus tehtiin noin 24 tunnin kuluttua teurastuksesta ruhovarastolla ja sekä pH että lämpötila mitattiin samasta kohtaa ja samalta syvyydeltä ruhoa kuin edeltävän päivän mittauksissa.

## 4 TULOKSET

Tämä osio on poistettu liikesalaisuuden alaisuuteen kuuluvien syiden perusteella.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Pidennetty paasto aika näyttäisi vaikuttavan positiivisesti lyhytmatkalaisten (alle kaksi tuntia kuljetettujen) 24h pH-tuloksiin. Pitkämatalaisilla puolestaan pidennetyn paastoajan merkitys vaikuttaisi olevan vähäisempi. Jos kuljetusmatkojen pituuksia ei oteta huomioon vertailussa, 4h (n = 114) ja 8h (n = 113) paastonneiden 24h pH:n ero ei ollut merkitsevä.

Täydet suolistot ovat epähygieenisiä ja ongelmallisia käsitellä teuraslinjassa. Suolten täyttöasteen erot olivat huomattavat verrattaessa kuljetusmatkan pituuden mukaan: alle kaksi tuntia kuljetettujen kohdalla 83 % arvioitiin täydeksi, kun yli neljän tunnin kuljetuksista arvioinnin mukaan 33 % oli täynnä. Kaikkien alle 2h teurastamolle matkanneiden ja 4h paastonneiden koe-erien suolet arvioitiin täydeksi, kun taas yksi 8h paastonneista ja yli 4h matkanneista ryhmistä arvioitiin täydeksi.

Kirjallisuudessa suositeltiin usein yli 12 tunnin paastoajoja ennen kuljetusta. Siksi olisi ehkä aiheellista tutkia myös pidempien, kuten 12 tunnin, paastoajojen vaikutusta pH:n kehitykseen. Kiinnostavaa olisi nähdä erityisesti 12 tunnin paaston vaikutus lyhytmatkalaisten pH-tuloksiin verrattuna tämän työn tuloksiin.

## LÄHTEET

- Bidner, B. & McKeith, F. 12.3.2003. Feed withdrawal prior to slaughter: effects on pork quality and safety. [Verkkójulkaisu]. Iowa: National Pork Board. [Viitattu 7.5.2015]. Saatavana: <http://old.pork.org/filelibrary/factsheets/pigfactsheets/newfactsheets/12-03-03g.pdf>
- Davidson, W. D., Sample, J. G., Cliplef, R. L., Hanson, L. E., Meade R. J. & Aunan W. J. 1968. Effect of antemortem fasting on shrinkage and yields of swine and their carcasses, cuts and products. *Journal of Animal Science* 27 (2), 355–359.
- Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M.A., Guàrdia, M.D., Coll, C., Siggens, K., Harvey, K. & Diestre, A. 2000. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science* 55 (1), 97–106. Saatavana PubMed-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Honikel, K.O. 1992. Quality of fresh pork: review. [Verkkójulkaisu]. Pariisi: Académie de la Viande. [Viitattu: 28.3.2015]. Saatavana: <http://academiedelaviande.c.a.f.unblog.fr/files/2009/12/prhonikel1992.pdf>
- Huynh, T. & Aarnink, A. 2005. Heat stress in pigs. [Verkkolehtiartikkeli]. *Pig Progress* 21 (3), 30–32. [Viitattu: 6.5.2015]. Saatavana: [http://www.pigprogress.net/PageFiles/21638/001\\_boerderij-download-PP5278D01.pdf](http://www.pigprogress.net/PageFiles/21638/001_boerderij-download-PP5278D01.pdf)
- Kelley, K.W., McGlone, J.J. & Gaskins, C.T. 1980. Porcine aggression: measurements and effects of crowding and fasting. [Verkkolehtiartikkeli]. *Journal of Animal Science* 50 (2), 336–341. [Viitattu: 7.5.2015]. Saatavana: <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/50/2/JAN050020336?search-result=1>
- Lounasheimo, L. 2007. Härkäpapu tuo sianlihaan kaivattua väriä. [Verkkolehtiartikkeli]. *Koelypsy* 14 (4), 16. [Viitattu 21.4.2015]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Koelypsy/42007/406021B8D05B7912E040A8C0033C0B32>
- Puolanne, E. 2012. Lihateknologia 1. Luentomoniste. 15.3.2012. Helsingin Yliopisto. Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos, elintarviketeknologian koulutusohjelma. Julkaisematon.
- Rosenvold, K. & Andersen, H.J. 2002. Factors of significance for pork quality - a review. [Verkkolehtiartikkeli]. *Meat Science* 64 (3), 219–237. [Viitattu: 6.5.2015]. Saatavana: [http://www.researchgate.net/profile/Henrik\\_Andersen2/publication/51777183\\_F](http://www.researchgate.net/profile/Henrik_Andersen2/publication/51777183_F)



[actors\\_of\\_significance\\_for\\_pork\\_quality-a\\_review/links/02bfe510bd90f75e71000000.pdf](http://actors_of_significance_for_pork_quality-a_review/links/02bfe510bd90f75e71000000.pdf)

- Ruusunen, M. 2011. Perimä, käsittely ja pH-arvo vaikuttavat sianlihan laatuun. [Verkkolehtiartikkeli]. *Kehittyvä Elintarvike* 22 (3), 52–53. [Viitattu 6.5.2015]. Saatavana: <http://kehittyvaelintarvike.fi/lehdet/2011/3.pdf>
- Ryu, Y.C. ja Kim B.C. 2006. Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. [Verkkolehtiartikkeli]. *Journal of Animal Science* 84 (4), 894–901. [Viitattu 28.4.2015]. Saatavana: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.127.316&rep=rep1&type=pdf>
- Varnam, A.H. & Sutherland, J.P. 1995. *Meat and meat products: technology, chemistry and microbiology*. 3. uud. p. Lontoo: Chapman & Hall.
- Warriss, P.D. 1996. Guidelines for the handling of pigs antemortem. *Meat Focus International* 4, 491–494.
- Warriss, P.D. 2000. *Meat science: an introductory text*. Wallingford: CABI Publishing. Saatavana Ebrary-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Weissmann, F. 2014. Challenges and solutions to pork meat quality problems. [Verkkójulkaisu]. Newcastle ja Frick: LowInputBreeds Consortium. [Viitattu 27.4.2015]. Saatavana: [http://www.lowinputbreeds.org/fileadmin/documents\\_organicresearch/lowinputbreeds/tn-3-2-weissmann-2014-pork-meat-quality-neu.pdf](http://www.lowinputbreeds.org/fileadmin/documents_organicresearch/lowinputbreeds/tn-3-2-weissmann-2014-pork-meat-quality-neu.pdf)
- Ylä-Ajos, M. 2013. Hyvä toimintatapa teurastuksessa: sika. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: Eläinten hyvinvointikeskus. [Viitattu 5.5.2015]. Saatavana: <http://www.elaintieto.fi/media/33691/HTO-sian-teurastus.pdf>

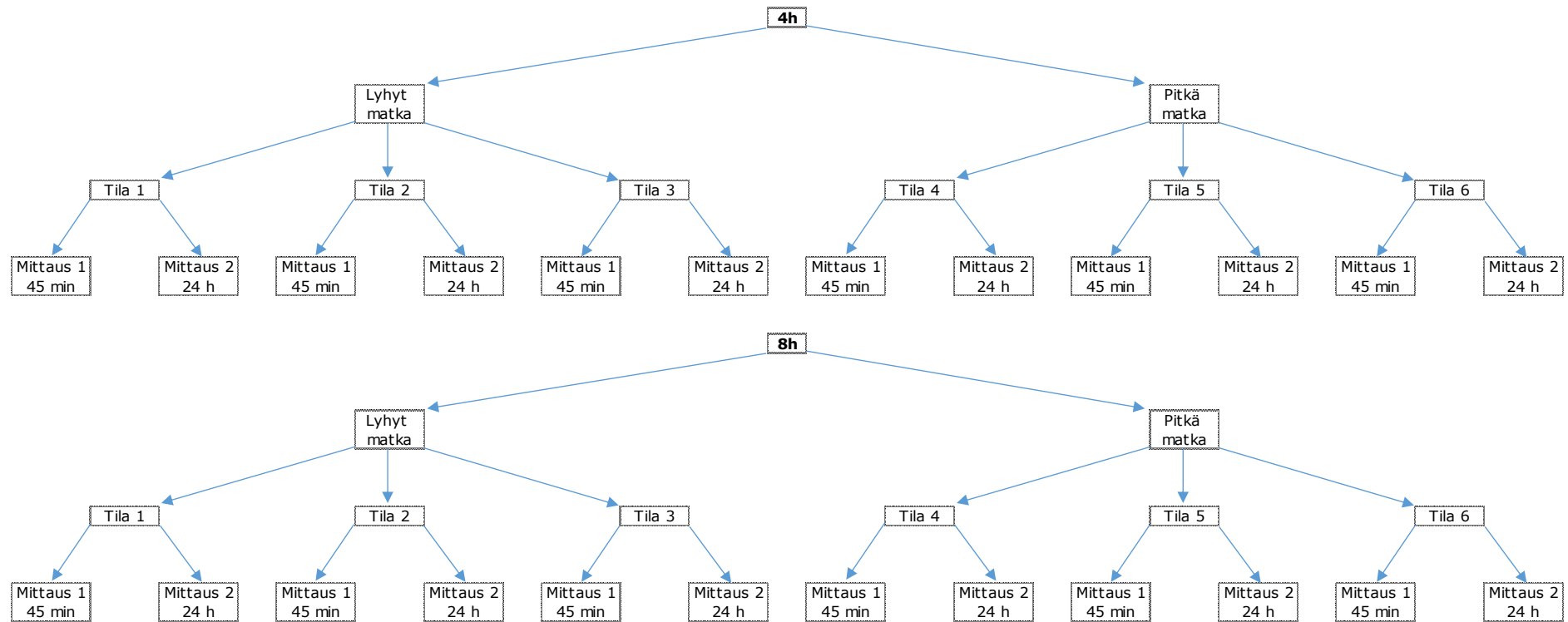
## LIITTEET

Liite 1. Vuokaavio mittausten rakenteesta

Liite 2. Keskiarvoiset pH-tulokset otoksista keskivirheineen

## LIITE 1 Vuokaavio mittausten rakenteesta

## Mittausten rakenne



**LIITE 2 Keskiarvoiset pH-tulokset otoksista keskivirheineen**

Liite poistettu liikesalaisuuden alaisuuteen kuuluvien syiden perusteella.