

SIGADE RÜMBA- JA LIHAKVALITEETI MÕJUTAVAD TEGURID. II KULDI TÕU, SIGADE SOO JA pH, MÕJU LIHA KVALITEEDINÄITAJATELE

Alo Tänavots*¹, Aarne Põldvere^{1,2}, Riina Soidla¹, Lembit Lepasalu¹, Stanislav Žurbenko¹
¹ Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu
² Eesti Tõusigade Aretusühistu, Aretuse 2, 61406 Tartu
alo.tanavots@emu.ee

ABSTRACT. A study was conducted to evaluate the physical and chemical characteristics of *m. longissimus dorsi* of the progeny, both gilts and barrows, of white, Pietrain, Duroc and Duroc x Estonian Landrace sires. Least-square means of the physical and chemical characteristics, which included the content of protein, intramuscular fat, ash and, dry matter, boiling and drip losses, and two water holding capacities, were found by using a general linear model. *M. longissimus dorsi* of the progeny of purebred Duroc sires had a significantly higher dry matter content (26.47%) compared to, that of the progeny of white and Pietrain sires. At the same time, *m. longissimus dorsi* of the progenies of Pietrain sires had a lower protein content (21.90%) compared to progenies of white sires. Intramuscular fat content was significantly lower (0.98%) in white sire progenies compared to that in pure- and crossbred Duroc sires (2.31 and 2.47%, respectively). PSE meat showed significantly higher protein content (23.34%) than normal meat (22.13%). Further research is necessary to study the relationship between intramuscular fat content and eating quality of pigs bred in Estonia.

Keywords: Pietrain, Duroc, gender, pH, *m. longissimus dorsi*, drip loss, water holding capacity, chemical composition.

Sissejuhatus

Kui sigade valik toimub juurdekasvu ja rümba lihasuse alusel, on liha kvaliteedi tagamine suur väljakutse, kuna suurema tailiha osakaaluga ja kiiremini kasvavate raskema tapamassiga sigade lihakvaliteet on madalam (Cisneros *et al.*, 1996, Tänavots, Saveli, 2003). Et meelitada tarbijat toodet korduvalt ostma, tuleb pakkuda talle meeldivat söömiskogemust. Sel põhjusel on paljude uurimisgruppide fookuses olnud liha sensoorsed kvaliteedinäitajad, millest sõltuvad omakorda liha füüsikalise-keemilised omadused. Liha omadusi mõjutavad faktorid on näiteks tõug (McLaren *et al.*, 1987; Lan *et al.*, 1993; Ellis *et al.*, 1996; Moeller *et al.*, 1998; Tänavots, Põldvere, 2006), lihasesisene rasvasisaldus (DeVol *et al.*, 1988, Goransson *et al.*, 1992), tapajärgne liha käitlemine (Asghar ja Pearson, 1980) ja temperatuuriga töötlemine (Prestat *et al.*, 2000).

Ellis *et al.* (1998) leidsid, et sigade valikul pikima seljalihase suurema marmorsuse alusel, kasvab nende lihasesisene rasvasisaldus, paraneb liha õrnus ja mahlasus. Ellis *et al.* (1996) soovitasid liha maitse parandamiseks kasutada kulte, kelle järglastel on parem liha marmorsus. Fernandes *et al.* (1999) leidsid, et sealihaga tekstuur ja maitse paraneb lihasesisene rasvasisalduseni

kuni 3.25%. Novakofski (1987) teatas, et kui madalal lihasesisese rasvasisaldusel on negatiivne mõju, siis künnist ületav tase ei too lineaarselt kasvavat kasu. Fernandez *et al.* (1999^a, 1999^b) leidsid, et lihasesisese rasva suurenemine < 1.5-lt kuni > 3.5%-ni parandab veidi liha maitse intensiivsust.

Parandamiseks sealihaga kvaliteeti ristamise teel, koostati 1995. aastal ristandaretusprogramm Marmorliha, mille põhiseisukohti täiendati 2007. a (Ristandaretusprogramm ..., 2011). Püstitatud eesmärkide täitmiseks imporditi 1995. aastal hämpširi tõugu kulte Rootsist, 1999. a pjeträäni kulte Austriast. Siiski ei rahuldanud hämpširi ja pjeträäni kultide järglaste liha maitseomadused ja värvus tarbijaid ja 2009. a toodi Kanadast djuroki kuldid (Kütt, 2009). Teadlased on leidnud, et djuroki kultide järglaste tapajärgne liha pH₂₄, liha marmorsus ja veesidumise võime ületab pjeträäni kultide järglaste lihakvaliteedi näitajaid (Affentranger *et al.*, 1996; Ellis *et al.*, 1996; Garcia-Macias *et al.*, 1996).

Töö eesmärk on iseloomustada erineva geneetilise ja soolise taustaga sigade liha füüsikalise-keemilise omadusi ning hinnata algse pH väärtuse mõju nendele näitajatele.

Materjal ja meetodika

Andmete kogumine

Uurimuses kasutatud Eesti Tõusigade Aretusühistu kuuest liikmesfarmist pärinevat 24 ristandjärglast saadi pjeträäni, djuroki kultide ning djuroki ja eesti maatõu (DL) kultide ristamisel eesti maatõu ja suurt valget tõugu ristandemistega. Lisaks värviliste tõugude ristandjärglastele kasutati kontrollgrupina ($n = 6$) ainult valgete tõugude järglaste kombinatsioone (puhtatõuline eesti suur valge ning eesti maatõugu ja eesti suurt valget tõugu ristandemis). Sead valiti välja, kasutades sigade jõudluskontrolli andmete kogumise programmi 'Possu'. Kuna uuritavad sead olid farmides eelnevalt märgistatud, oli võimalik arvestada ka sigade põlvnemist. Katse-sigadest 12 olid emised ja 18 orikad (tabel 1). Sigu peeti kuni tapamiseni rühmasulgudes ajavahemikul 16. märts kuni 3. detsember 2010, söötes neid kuiv söödaga.

Sead tapeti viies Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmesfarmi tapapunktis ja ühes lihatööstuses kohe pärast saabumist. Sead uimastati elektrilise uimastamisvahendiga EV põllumajandusministri määruse nr 35 (2005) nõuete järgi. Pärast sigade tapmist ja töötlemist poolitati lihakehad piki selgroogu.

Tabel 1. Sigade jagunemine kuldli tõu ja soo lõikes**Table 1.** Distribution of pigs by sire breed and sex

Kuldi tõug/Sire breed	Emiseid/Gilts	Orikaid/Barrows
Pjetraan/Pietrain	–	4
Djurok/Duroc	7	8
DL/Duroc x Landrace (DL)	2	3
Valged tõud/White breeds	3	3
Kokku/Total	12	18

Tabel 2. Andmete kirjeldav statistika (n = 30)**Table 2.** Descriptive statistics of the data (n = 30)

	\bar{x}	s	Miini- mum/ Min	Maksi- mum/ Max
pH ₁	6.10	0.34	5.00	6.55
pH ₂₄ *	5.63	0.15	5.40	6.20
Kuivaine, %/Dry matter %	25.94	0.83	24.60	28.10
Valgusisaldus, %/Protein, %	22.67	0.80	20.60	24.30
Lihasesisese rasva sisaldus, % Intramuscular fat content, %	2.03	0.77	0.79	4.30
Tuhasisaldus, %/Ash Content, %	1.24	0.09	1.10	1.54
Veesidumisvõime 1, % **	57.55	3.65	48.86	65.67
Water holding capacity 1, %**	57.55	3.65	48.86	65.67
Veesidumisvõime 2, % ***	77.70	4.77	67.06	87.79
Water holding capacity 2, %***	77.70	4.77	67.06	87.79
Keedukadu, % */Boiling loss, % *	44.16	1.57	41.41	47.70
Tilkumiskadu, % */Drip loss, % *	7.47	2.94	1.90	14.00

* – n = 27; ** – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; *** – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Pikima seljalihase (*m. longissimus dorsi*) pH₁ mõõdeti 45 minutit pärast sigade tapmist. Seejärel viidi rümbad jahutuskambri. Rümpadel lasti jahtuda umbes 24 tundi ning seejärel mõõdeti rümba pikima seljalihase lõplik pH₂₄. pH₁ ja pH₂₄ väärtuste mõõtmiseks torgati elektrood selja pikimasse lihasesse ning registreeriti näit portatiivse pH-meetri Testo 205 abil. Pärast igat mõõtmiskorda puhastati elektrood, et ei tekiks mõõtmisvigu. Enne igat mõõtmist kalibreeriti aparaat puhverlahustega (pH-meetri 205 käsitusjuhend, 2008). Sageli on PSE- ja DFD-liha määratletud liha pH väärtusega ettenähtud ajal. PSE-lihaks loetakse tavaliselt liha, mille pH väärtus 45 min pärast tapmist on alla 5.8. DFD-liha (pH > 6.00) määramiseks kasutatakse aga sageli lõpliku pH väärtust (Warriss, 2000). PSE mõiste on küllaltki subjektiivne, kuna võib riikide vahel märkimisväärselt erineda. Seega, ühes riigis subjektiivselt määratud pH väärtuste tasemed, mille alusel kuulub liha DFD- või PSE-liha kategooriasse, võib osutada normaalse kvaliteediga lihaks teises riigis ja vastupidi (Bendall ja Swatland, 1988). Käesolevas uurimuses kasutati defektse lihaskoe (PSE- ja DFD-liha) väljaselgitamiseks tabelis 3 toodud lihaskoe (*m. longissimus dorsi*) happesuse väärtuste skaalasad.

Tabel 3. Sigade *m. longissimus dorsi* PSE, normaalse ja DFD pH väärtused (Warriss, 2000)**Table 3.** pH values of *m. longissimus dorsi* of PSE, normal and DFD pig meat (Warriss, 2000)

Liha kategooria/Category of meat	pH ₁	pH ₂₄
PSE	< 5.8	< 5.3
Normaalne/Normal	5.8–6.4	5.3–6.0
DFD	> 6.4	> 6.0

Katsesigade parema rümbapoolle 13. ja 14. roide vahele tehti risti rümbaga sisselõige ja avanenud pikima seljalihase (*m. longissimus dorsi*) ristlõikest võeti 200-grammine proovitükk füüsikalise-keemilisteks analüüsideks. Lihatükk pakiti nummerdatud kilekotti ja hoiti külmikus. 48 tundi pärast sigade tapmist mõõdeti EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi lihaboris keedu-, tilkumiskadu ja veesidumisvõime ning peenestati lihaproov keemilisteks analüüsideks.

Liha keedukao leidmiseks keedeti 20-grammist lihastükki 45 minutit 95°C juures. Pärast keetmist lihatükid kaaluti ja leiti massikadu, mis on väljendatud protsentides.

Liha veesidumisvõime määrati Grau ja Hammi (1952, 1957) meetodil, mida olid muutnud Volovinskaja ja Kjelman (1961). Meetod põhineb lihast eralduva vee hulga kindlakstegemise printsiibil, kus 0.3-grammine liha kaalutis pannakse viieks minutiks tuhavabale 150-millimeetrise läbimõõduga filterpaberile (nr 43, MN 640m) ühekilogrammise raskuse alla kahe klaasi vahele. Laiaks vajutatud liha ja märja laigu alad mõõdetakse planimeetriga ning leitakse lihast filterpaberile eralduvat vesise ala pindala. Liha veesidumisvõime iseloomustab liha võimet hoida endas vett ning seda väljendatakse protsentides liha massi või liha kogu niiskuse suhtes.

$$B\% = \frac{(A - 8.4 \times V)}{A_1} \times 100,$$

kus B% – lihast eraldunud vee osakaal, %;

A – vee koguhulk uuritavas lihatükis, mg;

A₁ – vee koguhulk uuritavas lihatükis või proovitüki mass, mg;

8,4 – 1 cm² suurune filterpaberi ala sisaldab 8.4 mg vett;

V – lihast eraldunud vee pindala filterpaberil, cm².

Uuringus on leitud lihaskoe veesiduvus nii liha kaalutise kui ka lihaskoes oleva veesisalduse alusel.

Tilkumiskadu määrati Honikeli (1998) meetodit kasutades. Selja pikimast lihast lõigati 100-grammine proovitükk, mis kaaluti 0.1 g täpsusega ning asetati vett mitteimeva võrgu sees kilest kotti. Kilekott täideti õhuga ja seoti seejärel traadiga kinni ning riputati üles nii, et lihatükk ei puudutaks vastu koti seina. Sidumisel jälgiti, et võrk ei pigistaks lihatükki ja et see ripuks vabalt. Pärast 48-tunnist külmkambris (+4°C) rippumist proovitükk kaaluti ja leiti tilkumiskadu, mis on väljendatud protsentides.

Liha keemilised analüüsid tehti EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi lihaboris. Koostise analüüsimiseks peenestati proovitükk elektrilises mikrokutris, kuni ta saavutas homogeense struktuuri. Seejärel lihmass pakendati katseanumatesse ning laboris leiti selle alusel liha kuivaine-, toorproteiini-, toorasva- ja toortuhasisaldus.

Liha kuivaine määrati Eesti vabariigi standardi EVS-ISO 1442:1999 (1999) kohaselt. Toorasva hulga kindlakstegemiseks kasutati Soxtec aparaati (Tecator Application Note AN 23/80) vastavalt AOAC 991.36 (1995) meetodikale ja toorproteiinil Kjeltet seadet (Tecator Application Note AN 30/81). Tuhasisaldus

määrati tuhmendamise teel elektrimuhvelahjus, kasutades ISO 936:1998 meetodikat.

Andmeanalüüs

Variatsioon- ja korrelatsioonanalüüs tehti programmi Statistical Analysis System (SAS, 1999) abil.

Vähimruutude keskmised isatõugude, soo ja PSE liha lõikes hinnati pikima seljalihase füüsikalise-keemilistele näitajatele (kuivaine, valgu-, rasva-, tuhasisaldus, veesidumisvõimed, keedu- ja tilkumiskadu) järgmise üldise lineaarse mudeli alusel:

$$Y_{ijkln} = \mu + T_i + H_j + S_k + P_1 + e_{ijkln}$$

Y = sõltuv näitaja;

μ = üldkeskmine;

T_i = kuldi tõug (n = 4); valge tõug, pjeträän, djurok, djurok x eesti maatõug;

H_j = hindamise sesoon (n = 2); kevad (märts–mai), talv (november–detsember);

S_k = sugu (n = 2); emis, orikas;

P₁ = PSE-, DFD- või normaalne liha pH₁ järgi (n = 3);

e_{ijkln} = juhuslik mõju.

pH₁ ja pH₂₄ vähimruutude keskmiste leidmiseks jäeti üldisest lineaarsest mudelist välja fikseeritud tunnuse 'PSE-', 'normaalne' ja 'DFD'-liha' mõju.

Olulisuse tõenäosuse tasemed on esitatud tavapäraselt: *** – P < 0.001; ** – P < 0.01; * – P < 0.05; # – P < 0.1. Vähimruutude keskmiste oluliste erinevuste väljatoomiseks kasutati ülaindeksina tähti (a, b ja c), kus erinevate tähtedega tähistatud sama rea vähimruutude keskmised erinevad oluliselt (tõenäosus vähemalt P < 0.05).

Tunnustevaheliste seoste kirjeldamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonikoeffitsienti (SAS, 1999).

Tulemused ja arutelu

Tõu mõju sigade liha füüsikalise-keemilistele näitajatele

Katseandmetel ei erinenud hinnatud seatõugude järglaste liha pH väärtused, ei 45 minutit ega 24 tundi pärast tapmist, nende väärtused jäid normaalse kvaliteediga liha piiridesse. Ka Eggert *et al.* (1998) ja Brewer *et al.* (2002) leidsid, et liha pH₂₄ väärtuste erinevus erinevat tõugu kultide järglaste vahel ei ole oluline. Vastupidiseid tulemusi said aga Affentranger *et al.* (1996), Garcia-Macias *et al.* (1996) ja Edwards *et al.* (2003). Nende andmetel oli djuroki kultide järglaste liha pH₂₄ väärtus 0.09–0.8 võrra kõrgem (P < 0.001) kui pjeträäni tõust järglastel.

Lihaskude sisaldab umbes 26% kuivainet ja 25% valku (Warriss, 2000). Katseandmetel paistsid silma djuroki kultide järglased oluliselt suurema kuivainesisaldusega kui valgete ja pjeträäni kultide järglased (vastavalt 26.47; 25.24 ja 24.98%) (tabel 4). Ka djuroki ristandkultide järglaste tailiha kuivainesisaldus oli veidi kõrgem kui teiste tõugude järglastel, kuid maatõu väiksem kuivainesisaldus avaldas mõju tema ristamisel djuroki kultidega, vähendades veidi liha kuivainesis-

dust puhtatõulise djuroki kultide ristandjärglastega võrreldes. See erinevus ei osutunud aga statistiliselt oluliseks. Somelar *et al.* (2001) leidsid, et liha kuivainesisaldus võib oluliselt erineda isegi valgete tõugude (eesti suurt valget ja maatõugu) sigade vahel (vastavalt 27.69 ja 25.60%).

Liha madala valgusisalduse poolest eristuvad pjeträäni tõugu kultide järglased, kelle vastav näitaja osutus djuroki kultide järglaste omast 1.23% väiksemaks. Djuroki ja selle ristandkultide järglaste liha valgusisaldus ei erinenud oluliselt teiste järglaskombinatsioonide omast.

Lihasesisene rasvasisaldus võib olla erinevates lihas-tes väga erinev, kõikides 1.1–7.0% (Fischer, 1994). Tagasihoidlikum on lihasesisene rasvasisaldus sellistes tükkides, mida kasutatakse sagedamini kiireks küpsetamiseks (näiteks pikim seljalihase) ja kus keskmine lihasesisene rasva hulk oleks omaduste parandamiseks vajalik. DeVol *et al.* (1988), Fischer *et al.* (2000) leidsid, et kõrgem lihasesisene rasva hulk parandab liha söömisväärtust, kusjuures Bejerholm ja Barton-Gade (1986) soovitasid optimaalseks lihasesisene rasva tasemeks 2.5–3.0%. Rincker *et al.* 2008 tulemused aga näitasid lihasesisene rasva vähest või olematut mõju liha maitseomadusele, mahlakusele ja õrnusele. Kuna lihasesisene rasva sisaldus on seotud kogu rümba rasvasisaldusega, saab seda tunnust parandada pika aja vältel – kui see on üks valikukriteeriume – nagu seda on tehtud Šveitsis (Fischer, 2005). Lihtsam viis on kasutada spetsiaalset tõugu ja/või ristandeid. Levinuim tõug, kellel on kõrge lihasesisene rasva tase ja samal ajal suhteliselt madal pekipaksus, on djuroki tõug (Wood *et al.*, 2004). Mitmed teadlased on leidnud oma töödes, kus võrreldi erinevate tõugude pikima seljalihase (*m. longissimus dorsi*) lihasesisene rasva mõju liha õrnusele, mahlasusele ja maitsele, et djuroki tõugu kultide järglaste kõrgem lihasesisene rasva tase mõjutas liha omadusi positiivses suunas (MLC, 1992, Warriss *et al.*, 1990, 1996). Samas märgib Warriss (2000), et lihasesisene rasva tase pole ainuke faktor, mis mõjutab liha söömisväärtust. Näiteks pjeträäni tõul oli tema andmetel lihasesisest rasva rohkem, kuid selle liha söömisväärtus oli madalam kui suures valgel tõul. Selle põhjuseks võis olla stressialtimate pjeträäni tõugu sigade liha kehvem veesidumisvõime, mis andis lihale kuiva maitse.

Ka antud töös oli kõrgeim lihasesisene rasva osakaal djuroki (2.31%) ja selle ristandkultide (2.47%) järglastel, olles oluliselt erinev siiski ainult valgete tõugude kultide järglaste (0.98%) vastavast näitajast. Eestisse toodud djuroki kultide järglaste pikima seljalihase lihasesisene rasvasisaldus on sarnane Fischeri *et al.* (2000) – 2.11%, Hviidi (2002) – 2.0%, Warrisse *et al.* (1996) – 2.56% leituga. Samas väitsid Jeleniková *et al.* (2008), et puhtatõuliste djuroki sigade lihasesisene rasva osakaal oli isegi 5.05%, Laack *et al.* (2001) – 3.79% ja Brewer *et al.* (2001) – 4.67% ning MLC (1992) andmetel oli see näitaja 75% veresusega djuroki sigadel ainult 1.27%. Antud katse tulemuste põhjal võib väita, et valgete kultide järglaste lihasesisene rasva osakaal on langenud, ilmselt tänu intensiivsele valikule pekipaksuse vähendamise suunas, tasemele, kust algab liha maitseomadus-

te söömiskvaliteedi oluline halvenemine (Bejerholm ja Barton-Gade, 1986). Kui 2001. aastal leidsid Somelar *et al.*, et puhtatõuliste eesti maatõugu sigade lihasesisene rasvasisaldus oli 1.59% ja eesti suurel valgel tõul isegi 3.22%, siis praegu on see ristandsigadel vähenenud 0.98%-ni. See on ka ilmselt põhjus, miks kohalike sigade liha maitse ja värvus enam tarbijat ei rahuldanud (Kütt, 2010). Sama tendents on aset leidnud ka Poolas, kus 84% uuritud valgete ristandsigade pikima seljalihase

se rasvasisaldusest oli alla 2.0% (Daszkiewicz *et al.* 2005). Lihasesisese rasva osakaalu ei saa käsitleda eraldi kogu rümba rasvasisaldusest. Suurema rümba rasvake osakaaluga käib alati kaasas madalam tailiha osakaal. Kuna seakasvataja sissetulek sõltub enamasti tailiha osakaalust, on kõrgema lihasesisese rasva sisaldusega sigade tootmine tulutoov ainult siis, kui talle kompenseeritakse väiksema tailiha osakaaluga kaotatud tulu.

Tabel 4. Liha füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutude keskmised isatõugude lõikes
Table 4. Least squares means by breed of sire for physical and chemical characteristics of meat

Näitaja/Trait	Kuldi tõug/Sire breed								
	valged tõud White breeds		pjeträän/Pietrain				djurok/Duroc		DL
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
n	6		4		15		5		
pH ₁	6.28 ^a	0.13	5.83 ^a	0.20	6.10 ^a	0.14	6.03 ^a	0.19	
pH ₂₄ *	5.67 ^a	0.063	5.58 ^a	0.166	5.67 ^a	0.081	5.52 ^a	0.097	
Kuivaine, %/Dry matter %	25.24 ^a	0.40	24.98 ^a	0.50	26.47 ^b	0.37	26.36 ^{ab}	0.45	
Valgusisaldus, %/Protein, %	23.01 ^a	0.33	21.90 ^b	0.41	22.89 ^{ab}	0.31	22.61 ^{ab}	0.37	
Lihasesisese rasva sisaldus, % Intramuscular fat content, %	0.98 ^a	0.34	1.89 ^{ab}	0.42	2.31 ^b	0.31	2.47 ^b	0.38	
Tuhasisaldus, %/Ash content, %	1.224 ^a	0.047	1.192 ^a	0.059	1.253 ^a	0.044	1.271 ^a	0.053	
Veesidumisvõime 1, % *** Water holding capacity 1, %***	57.75 ^a	1.73	60.28 ^a	2.17	57.76 ^a	1.62	58.66 ^a	1.95	
Veesidumisvõime 2, % **** Water holding capacity 2, %****	77.23 ^a	2.26	80.41 ^a	2.83	78.52 ^a	2.11	79.64 ^a	2.55	
Keedukadu, % ** Boiling loss, % **	44.19 ^a	1.38	42.02 ^a	1.04	44.04 ^a	1.02	44.73 ^a	1.16	
Tilkumiskadu, % ** Drip loss, % **	5.17 ^a	2.20	7.17 ^a	1.66	6.15 ^a	1.62	5.49 ^a	1.85	

* – 'pjeträän/Pietrain' n = 1; ** – 'valged tõud/white sires' n = 3; *** – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; **** – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Liha saagis tõuseb (Taylor *et al.*, 1981), kui väheneb lihavedeliku kadu aurumise ja kuivamise teel. Väiksema tilkumiskaoga lihal on ka parem veesidumisvõime ja selle värvus on ühtlasem. Kõige suurem lihavedeliku nõrgumiskadu esineb sigadel, kellelt saadakse PSE (hele, pehme ja eksudatiivne) liha ja kes on pärinud sarkoplasma võrgustikus rüanodüünnretseptor geeni mutatsiooni (halotaangeen) (Fujii *et al.*, 1991). Kuna halotaangeenil on positiivne mõju rümba lihasusele ja ühtlikkusele, levis see geen soovimatult valiku tagajärjel mõne tõu hulgas, milleks oli ka pjeträäni tõug (Warriss, 2000). Eestisse imporditud pjeträäni sead on halotaangeenivabad. See avaldub ka katse tulemustes, kus veesidumisvõime ja tilkumiskadu tõugude vahel oluliselt ei erinenud ($P > 0.05$). Siiski eritas pjeträäni kultide (NN) järglaste liha rohkem vett (7.17%) kui teist tõugu kultide järglastel. Need tulemused ühtivad Eggerti *et al.* (1998) ja Fischer (2000) andmetega, kus pjeträäni kultide järglaste liha tilkumiskadu oli veidi suurem, kuid mitteoluline djuroki kultide järglastega võrreldes. Ka Wernera *et al.* (2010) ei leidnud erinevust stressiresistentsete pjeträäni tõugu sigade ja djuroki sigade liha tilkumiskao vahel. Siiski, Affentrangeri *et al.* (1996) Edwardsi *et al.* (2003) andmetel oli pjeträäni ja djuroki kultidõugude liha tilkumiskao vahel oluline seos.

Liha kuumutamine põhjustab müofibrillaarse proteiini denaturatsiooni, mille tagajärjel hakkab lihast vett eralduma, muutes selle maitavamaks, kuid sellega vähe-

neb ka õrnus ja mahlasus. Mida kõrgem on küpsetustemperatuur, seda suurem on keedukadu, suurenedes 65°C juures 30%-lt kuni üle 40%-ni 80°C korral (Simmons *et al.* 1985, Wood *et al.* 1995). Liha keedukadu erinevate kultidõugude järglaste vahel ei erinenud oluliselt, mis ühtib ka Breweri *et al.* (2002) ja Edwarsi *et al.* (2003) tulemustega. Brewer *et al.* (2002) nendivad oma töös, et juba 2.5% keedukao võib olla oluline majanduslik mõju. Antud töös ületas suurema ja väiksema keedukao vahe selle väärtuse (2.71%). Vastupidise tulemuse, kus pjeträäni kultide järglaste liha keedukadu oli oluliselt suurem kui pjeträäni järglastel, said Hviid *et al.* (2002).

Soo mõju sigade liha füüsikalise-keemilistele näitajatele
Emistel oli katseandmetel pikima seljalihase algne ($P < 0.10$) ja lõplik ($P > 0.10$) pH väärtus madalam kui orikatel (tabel 5). Sarnased tulemused said ka Latorre *et al.* (2004), kuid lõpliku pH puhul oli sugudevaheline erinevus oluline ($P < 0.01$). Cisneros *et al.* (1996), Leach *et al.* (1996), Monin *et al.* (1999), Latorre *et al.* (2008) ja Bérard *et al.* (2010) aga leidsid, et sea sool pole olulist mõju liha pH väärtusele. Peamised faktorid, mis mõjutavad rümba pH-d, on transpordil ja tapamaja/punkti ootealal valitsevad tingimused, seal tekkinud stress võib mõjutada emiseid ja orikaid erinevalt (Pineiro *et al.*, 2001).

Pikima seljalihase kuivaine-, valgu-, lihasesisene rasva-, tuhasisaldus ja veesidumisvõime ei erinenud soogruppide vahel oluliselt ($P > 0.10$). Cisneros *et al.* (1996), Hamilton *et al.* (2000) ja Latorre *et al.* (2004) leidsid samuti, et kuivaine ja lihasesisene rasvasisaldus ei erinenud emistel ja orikatel oluliselt ($P > 0.10$). Sa-

mas Barton-Gade'i (1987) ja Leachi *et al.* (1996) andmetel oli orikate lihastes rohkem lihasesisest rasva kui emistel. Weatherup *et al.* (1998), Beattie *et al.* (1999) ja Latorre *et al.* (2004) mainisid, et pikima seljalihase valgusisaldus on orikatel väiksem ($P < 0.05$) kui emistel.

Tabel 5. Liha füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutude keskmised sugude lõikes
Table 5. Least squares means for physical and chemical characteristics of meat by sex

Näitaja/Trait	Sugu/Sex				Vahe Difference	Olulisus Significance
	emis/gilt		orikas/barrow			
	\bar{x}	s	\bar{x}	s		
n	12		18			
pH ₁	5.92	0.11	6.20	0.10	-0.28	#
pH ₂₄ *	5.58	0.069	5.64	0.083	-0.06	
Kuivaine, %/Dry matter %	25.55	0.30	25.98	0.31	-0.43	
Valgusisaldus, %/Protein, %	22.38	0.24	22.82	0.25	-0.44	
Lihasesisese rasva sisaldus, % Intramuscular fat content, %	1.89	0.25	1.94	0.26	-0.05	
Tuhasisaldus, %/Ash Content, %	1.26	0.03	1.21	0.04	0.05	
Veesidumisvõime 1, % ***	57.45	1.28	59.78	1.33	-2.33	
Water holding capacity 1, %***						
Veesidumisvõime 2, % ****	77.17	1.67	80.73	1.74	-3.56	#
Water holding capacity 2, %****						
Keedukadu, % **/Boiling loss, % **	43.71	0.93	43.78	0.75	-0.07	
Tilkumiskadu, % **/Drip loss, % **	7.21	1.49	4.78	1.20	2.43	#

* - 'orikas/barrow' n = 15; ** - 'emis/gilt' n = 9; *** - leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; **** - leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Veesidumisvõime suhe pH väärtusesse on kõverjooneline, olles minimaalne pH väärtuse 5 ja 5.5 vahel. Ülal- ja allpool neid väärtusi paraneb veesidumisvõime progresseeruvalt (Warriss, 2000). Kuna antud katses oli emiste ja orikate pikima seljalihase keskmised pH väärtused normaalsel tasemel, ei erinenud ka veesidumisvõime sugude vahel oluliselt. Siiski oli veesidumisvõime arvatuna kogu vee alusel veidi parem ($P < 0.10$) orikate lihal, mille põhjuseks võib olla nende liha veidi kõrgem pH väärtus. Ka Nold *et al.* (1999) ja Palomares-Cuellar *et al.* (2011) leidsid orikate lihal veesidumisvõime olevat suurema kui mitteolulise (vastavalt +0.22% ja +0.50%) emiste lihaga võrreldes.

Pikima seljalihase keedukadu emistel ja orikatel ei erinenud oluliselt (vastavalt 43.71 ja 43.78%), kuid keedukao varieeruvus oli suurem emistel. Ka Cisneros *et al.* (1996), Ellis *et al.* (1996), Hamilton *et al.* (2000) ja Bérard *et al.* (2010) tulemused kinnitasid, et liha termilise töötlemise kadu ei sõltu sigade soost. Latorre *et al.* (2004) ja Jaturasitha *et al.* (2006) leidsid aga, et emiste liha keedukadu oli oluliselt ($P < 0.05$) suurem kui orikatel. Huff-Lonergan *et al.* (2002) väitis, et lihasesisese rasva sisaldus on keedukaoga negatiivselt seotud, mis vastab ka antud töö tulemustele ($r = -0.225$; $P > 0.10$) (tabel 6).

Tabel 6. Liha tehnoloogilise kvaliteedi näitajate vahelised Pearsoni korrelatsioonikoefitsientid
Table 6. Pearson correlation coefficients of the physical and chemical characteristics of meat

Näitajad	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.
1. pH ₁	-.268	.107	-.129	-.075	-.006	-.078	-.212	-.279	.008
2. pH ₂₄ □	.066	-.035	-.328 [#]	-.369 [#]	.057	.472*	-.121	.287	
3. Kuivaine, %/Dry matter %	.008	-.327 [#]	-.108	-.276	-.106	.524**	.543**		
4. Valgusisaldus, %/Protein, %	-.044	-.123	-.067	-.161	-.260	-.423**			
5. Lihasesisese rasva sisaldus, % 5. Intramuscular fat content, %	.014	-.225	-.019	-.105	.036				
6. Tuhasisaldus, %/Ash content, %	.427*	.107	-.165	-.144					
7. Veesidumisvõime 1, % □□	-.515**	-.171	.985***						
7. Water holding capacity 1, % □□									
8. Veesidumisvõime 2, % □□□	-.531**	-.231							
8. Water holding capacity 2, % □□□									
9. Keedukadu, % □/Boiling loss, % □	.213								
10. Tilkumiskadu, % □/Drip loss, % □									

* - n = 27; ** - leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; *** - leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Liha madal pH väärtus ja halb veesidumisvõime on suurema tilkumiskao põhjus (Warriss, 2000). Ehkki pikima seljalihase keskmine pH väärtus ei näidanud PSE liha esinemist kummagi sugupoole sigadel ning ka veesidumisvõime ei erinenud oluliselt, siiski leiti, et emiste lihastest eraldus 2.43% rohkem ($P < 0.10$) vett kui orikate lihast. Jaturasitha *et al.* (2006), Bérard *et al.* (2010) tulemused aga seda ei kinnitanud. Küll aga leidsid ka Bérard *et al.* (2010), et liha esialgne pH on tilkumiskao negatiivselt seotud. Antud katses oli tilkumiskao ja veesidumisvõime vahel nõrga tugevusega mitteoluline negatiivne seos ($r = -0.268$; $P > 0.10$).

pH₁ mõju sigade liha füüsikalise-keemilistele näitajatele

Üks peamisi tegureid tapajärgselt lihaskoe muutumisel lihaks on nende hapendumine. Selline hapendumine kiiruse ja ulatuse varieeruvus mõjutab peamiselt liha värvust ja veesidumisvõimet. Selle taseme mõõtmine

annab väärtuslikku infot võimaliku liha kvaliteedi muutuste kohta ja seda sageli olukordades, kus keerukamaid mõõtmisi pole võimalik läbi viia. PSE- ja DFD-liha on kaks peamist kvaliteediprobleemi lihatööstuses.

Uuritud sigadel leiti 45 minutit pärast tapmist PSE-kahtlusega liha neljal rümbal, kuid 24 tunni jooksul langes pikima seljalihase pH väärtus siiski niipalju, et lõpliku pH väärtuse mõõtmisel PSE-liha enam ei tuvastatud. Küll aga mõõdeti ühe sea pikima seljalihase lõplikuks pH väärtuseks 6.2, mistõttu on oht, et selline DFD-liha võib kiiremini rikneda. Sigade pikima seljalihase algse pH väärtuse (5.00–6.55) suur erinevus võis olla tingitud sigade elektrilise uimastamise kasutamisest. Elektrilise uimastamisega seadme voolu pikaajalisem kasutamine uimastamisel võib stimuleerida lihaskonda, mis viib liha kiirema hapestumiseni (Warriss, 2000).

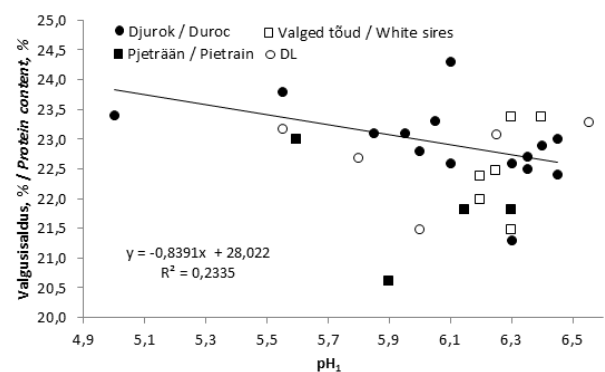
Tabel 7. Liha füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutude keskmised liha pH₁ lõikes

Table 7. Least squares means for physical and chemical characteristics of meat by pH₁

Näitaja/Trait	PSE (< 5.8)		Pikima seljalihase pH ₁ /m. longissimus dorsi pH ₁ normaalne/normal		DFD (> 6.4)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
n	3		4		23	
Kuivaine, %/Dry matter %	26.22 ^a	0.42	25.84 ^a	0.21	25.22 ^a	0.49
Valgusisaldus, %/Protein content, %	23.34 ^a	0.35	22.13 ^b	0.17	22.33 ^{ab}	0.40
Lihasesisese rasva sisaldus, %	1.67 ^a	0.36	2.43 ^a	0.18	1.63 ^a	0.41
Intramuscular fat content, %	1.19 ^a	0.05	1.27 ^a	0.02	1.24 ^a	0.06
Tuhasisaldus, %/Ash Content, %	59.11 ^a	1.84	58.46 ^a	0.92	58.27 ^a	2.12
Veesidumisvõime 1, % **	80.09 ^a	2.40	78.83 ^a	1.19	77.93 ^a	2.76
Water holding capacity 1, %**	43.88 ^a	0.95	44.35 ^a	0.79	43.00 ^a	1.18
Veesidumisvõime 2, % ***	6.72 ^a	1.51	5.75 ^a	1.25	5.51 ^a	1.88
Water holding capacity 2, %***						
Keedukadu, %*/Boiling loss, % *						
Tilkumiskadu, %*/Drip loss, % *						

* – normaalne/normal' n = 20; ** – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; *** – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Algsel pH-l ei olnud olulist mõju liha tehnoloogilisele kvaliteedile, väljaarvatud pikima seljalihase valgusisaldusele. Suurema valgusisaldusega lihastes tekkis oluliselt ($P < 0.05$ vähemalt) rohkem piimhapet, mistõttu langes nende pH alla 5.8 (joonis 1). Siiski oli pikima seljalihase valgusisalduse seos pH₁ väärtusega nõrk ($r = 0.212$, $P > 0.10$). Lihaste happesuse tõusu tagajärjel toimub rakumembraanide lagunemine ja seetõttu suureneb lihaste vedeliku kadu. Belitz *et al.* (2009) väitel on PSE-liha tilkumiskadu kolme päeva pärast 15% ja normaalsel lihal 4%. Antud katses osutus PSE-liha tilkumiskadu küll veidi suuremaks kui normaalsel ja DFD-lihal, kuid leitud seos polnud oluline ($P > 0.05$). Bendall ja Swatland (1988) aga väitsid, et pH seos tilkumiskao (kotiga mõõdetud) on kahefaasiline, kus vedeliku kadu suureneb pH väärtuste vahemikus 7.0 kuni 6.1, jäädes siis madalamate pH väärtuste juures samale tasemele. Samas ei vähendanud pikima seljalihase madalam pH väärtus selle veesidumisvõimet, olles isegi suurem ($P > 0.05$) kui DFD- või normaalsel lihal. Defektsete pikimate seljalihaste veesidumisvõimete varieeruvused olid aga üle kahe korra suuremad kui normaalsel lihal (tabel 7).



Joonis 1. Selja pikima lihase valgusisalduse mõju liha pH₁ väärtusele

Figure 1. Effect of intramuscular fat content of m. longissimus dorsi on meat pH₁-value

Ehkki normaalse liha rasvasisaldus oli kõrgem ($P < 0.10$), oli seos lihasesisese rasva ja pH₁ vahel nõrk ($r = -0.075$, $P > 0.10$) (tabel 6). Ka Daszkiewicz *et al.* (2005) nentisid, et pikima seljalihase rasvasisalduse ja pH₁ väärtuse vahel puudub seos.

Järeldused

Antud katse näitas, et kulditõu, sigade soo (emis ja orikas) ja pikima seljalihase pH₁ väärtuste tasemete mõju liha tehnoloogilistele kvaliteedinäitajatele oli väike või puudus sootuks. Djuroki kultide järglased paistsid silma oma pikima seljalihase kõrgema kuivaine ja lihasesisese rasva poolest. Pjeträäni kultide järglaste lihal oli aga madalaim valgusisaldus. Suuremat tähelepanu tuleb edaspidi pöörata valgete tõugude pikima seljalihase madalale lihasesisese rasva sisaldusele, mis oli üle poole võrra madalam kirjanduses soovitatud optimaalsest tasemest. Nende tõugude ristamine suure lihasesisese rasva osakaaluga djuroki tõuga vähendab omakorda ristsigade lihasesisese rasva taset. Kuna liha maitseomadused sõltuvad eelkõige just lihasesisese rasva hulgast ja ka tõust, peab edaspidi selgitama, kui suur mõju on madalal lihasesisese rasva osakaalul meie valgete tõugude sigade liha söömiskvaliteedile. Valgete tõugude lihasesisese rasva osakaalu parandamiseks tuleks luua kuldiliinid, kellel see näitaja oleks optimaalsel tasemel.

Elektrilise uimastamise kasutamisel ei saa pH₁ väärtuse alusel teha järeldusi liha tehnoloogiliste kvaliteedinäitajate kohta. Ehkki esialgse pH mõõtmine näitas nii PSE- kui ka DFD-liha olemasolu, jäid lõplikud liha pH väärtused normaalse liha piiridesse.

Kirjandus

- Affentranger, P., Gerwig, C., Seewer, G. J. F., Schworer, D., Kunzi, N. 1996. Growth and carcass characteristics as well as meat and fat quality of three types of pigs under different feeding regimens. – *Livest Prod Sci.* 45:187–196.
- AOAC 991.36. 1995. AOAC Official Method 991.36, Fat (Crude) in Meat, Solvent Extraction (Submersion) Method. http://www.aoac.org/omarev1/991_36.pdf. Viimati külastatud 28.02.2011.
- Asghar, A., Pearson, A. M. 1980. Influence of ante- and post-mortem treatments on muscle composition and meat quality. – *Adv Food Res.* 26:53–61.
- Barton-Gade, P. A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. – *Livest Prod Sci.* 16:187–196.
- Bejerholm, C., Barton-Gade, P.A. 1986. Effect of intramuscular fat level on eating quality in pig meat. – Proc 32nd European Meeting of Meat Research Workers. Bristol, UK, 196–197.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. 2009. Defects (PSE and DFD Meat). – *Food Chemistry*. Springer. 588–589.
- Bérard, J., Kreuzer, M., Bee, G. 2010. In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits – *Meat Science*. 86:845–851.
- Beattie, V.E., Weatherup, R.N., Moss, B.W., Walker, N. 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. – *Meat Science*. 52:205–211.
- Bendall, J. R., Swatland, H. J. 1988. A review of relationships of pH with physical aspects of pork quality. – *Meat Science*. 24: 85–126
- Brewer, M.S., Jensen, J., Sosnicki, A.A., Fields, B., Wilson, E., McKeith, F.K. 2002. The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. – *Meat Science*. 61:249–256.
- Canadian Centre for Swine Improvement. 2003. Duroc as a terminal sire line. – Report. 2 lk.
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., Fernando, R. L. 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. – *J Anim Sci.* 74:925–933.
- Daszkiewicz, T., Bąk, T., Denaburski, J. 2005. Quality of pork with a different intramuscular fat (IMF) content. – *Polish J Food Nutr Sci.* 14/55: 31–36.
- DeVol, D.L., McKeith, F.K., Bechtel, P.J., Novakofski, J., Shanks, R.D. and Carr, T.R. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. – *J Anim Sci.* 66, 385–395.
- Edwards, D. B., Bates, R. O., Osburn, W. N. 2003. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. – *J Anim Sci.* 81:1895–1899.
- Eggert, J.M., Schinckel, A.P., Mills, S.E., Forrest, J.C., Gerrard D.E., Farrand, E.J., Bowker B.C., Wynveen, E.J. 1998. Growth and Characterization of Individual Backfat Layers and Their Relationship to Pork Carcass Quality. – *Purdue University Swine Day Report.* 14–20.
- Ellis, M., Brewer, M. S., Sutton, D. S., Lan, H.-Y., Johnson, R. C., McKeith, F. K. 1998. Aging and cooking effects on sensory traits of pork from pigs of different breed lines. – *J Muscle Foods.* 9:281–291.
- Ellis, M., Webb, A. J., Avery, P. J., Brown, I. 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. – *Anim Sci.* 62:521–530.
- EV põllumajandusministri määrus nr 35. Nõuded põllumajanduslooma uimastamise, tapmise ja hukkamise ning neid teostavate isikute koolituse kohta, lubatud uimastamis-, tapmis- ja hukkamisvahendid ning lubatud uimastamis-, tapmis- ja hukkamismeetodid loomaliikide kaupa. – Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/971242>. Viimati külastatud 17.02.2011.
- Eesti Vabariigi standard EVS-ISO 1442:1999 (1999) Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine (põhimeetod) http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/158260/doclang/en/preview/1/EVS_ISO_1442:1999_en_preview.aspx. Viimati külastatud 28.02.2011
- Fernandez, X., Monin, G., Talmont, A., Mourot, J., Lebret, B. 1999^a. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat-1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristic of m. longissimus lumborum. – *Meat Science*, 53:59–65.
- Fernandez, X., Monin, G., Talmont, A., Mourot, J., Lebret, B. 1999^b. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat-2. Consumer acceptability of m. longissimus lumborum. – *Meat Science*, 53:67–72.
- Fischer K., 1994. Zur Topografie des intramuskulären Fettgehalts bei Rind und Schwein. – *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach.* 33:112–120.
- Fischer, K. 2005. Consumer-relevant aspects of pork quality. – *Animal Science Papers and Reports.* 23:269–280
- Fischer K., Reichel M., Lindner J.P., Wicke M., Branscheid W., 2000. Einfluss der Vatterterrasse auf die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. – *Archiv für Tierzucht*, 43:477–485.
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., de Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. E., O'Brien, P.J., MacLenna, D.H. 1991.

- Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. – *Science*. 253:448–451.
- García-Macias, J. A., Gispert, M., Oliver, M. A., Diestre, A., Alonso, P., Muñoz-Luna, A., Siggins, K., Cuthbert-Heavens, D. 1996. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. – *Anim. Sci.* 63:487–496.
- Grau, R., Hamm, R. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. – *Fleischwirtschaft*, 4, 295–297.
- Goransson, A., Von Seth, G., Tornberg, E. 1992. The influence of intramuscular fat content on the eating quality of pork. – *Proc 38th Int Congress of Meat Sci. and Technol.*, 2, 4.07, INRA, Theix, France. France: Clermont-Ferrand. 245–249.
- Grau, R., Hamm, R. 1957. Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskles. II Über die Bestimmung der Wasserbindung des Muskles. – *Z. Lebensmittel – Untersuchung und Forschung.*, 15:446–460.
- Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K. D., McKeith, F. K., Parret, D. F. 2000. The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. – *J Anim Sci.* 78:2862–2867.
- Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. – *Meat Science*. 49:447–457.
- Huff-Lonergan, E., Baas, T.J., Malek, M., Dekkers, J.C.M., Prusa, K., Rothschild, F. 2002. Correlations among selected pork quality traits. – *J Anim Sci.* 80:617–627.
- Hviid, M.; Barton-Gade, P.; Oksama, M.; Aaslyng, M. D. 2002. Effect of using Pietrain, Duroc or HD as sire line on eating quality in pork loin. – *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, August. 4 lk.
- ISO 936:1998. 1998. Meat and meat products – Determination of total ash. International Organization for Standardization. 6 lk.
- Jaturasitha, S., Kamopas, S., Suppadit, T., Khiaosa-arda, R., Kreuzer, M. 2006. The Effect of Gender of Finishing Pigs Slaughtered at 110 Kilograms on Performance, and Carcass and Meat Quality. – *Science Asia*. 32:297–305.
- Jeleniková, J., Pipek, P., Miyahara, M. 2008. The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. – *Eur Food Res Technol.* 227:989–994.
- Kanis, E., Nieuwhof G. J., de Greef K. H., van der Hel, W., Versteegen, M. W. A., Huisman, J., van der Wal, P. 1990. Effect of recombinant porcine somatotropin on growth and carcass quality in growing pigs: Interactions with genotype, gender and slaughter weight. – *J Anim Sci.* 68:1193–1200.
- Kütt, P. 2009. Djuroki kuldid seemendusjaamas. Tõuloomakasvatus 4, 7.
- van Laack, R. L., Stevens, S. G., Stalder, K. J. 2001. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. – *J Anim Sci.* 79:392–397.
- Lan, Y. H., McKeith, F. K., Novakofski, J., Carr, T. R. 1993. Carcass and muscle characteristics of Yorkshire, Meishan, Yorkshire x Meishan, Meishan x Yorkshire, Fengjing x Yorkshire, and Minzhy x Yorkshire pigs. – *J Anim Sci.* 71:3344–3347.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., Mateos G. G. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, *J. Anim Sci.* 82:526–533.
- Latorre, M. García-Belenguier, A., E., Ariño, L. 2008. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *J Anim Sci.* 86:1933–1942.
- Leach, L.M., Ellis, M., Sutton, D.S., McKeith, F.K., Wilson, E.R. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J Anim Sci.* 74:934–943.
- Lebret, B., Juin, H., Noblet, J., Bonneau, M. 2001. The effects of two methods of increasing age at slaughter weight on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. – *Anim Sci.* 72:87–94.
- von Lengerken, G., Wicke, M. 2006. Schweinezüchtung. – *Tierzucht. Toimetajad von Lengerken, G., Ellendorf, F., von Lengerken, J. Eugen. Ulmer GmbH ja Co.* 294–316.
- pH-meetri Testo 205 käsitlusjuhend. 2008. – *Elke Sensor*.
- McLaren, D. G., Buchanan, D. S., Johnson, R. K. 1987. Growth performance for four breeds of swine: crossbred females and purebred and crossbred boars. – *J Anim Sci.* 64:99–108.
- MLC. 1992. Second Stotfold Pig Development Unit Trial Results. – *Meat and Livestock Commission*, Milton Keynes.
- Moeller, S. J., Christian, L. L., Goodwin, R. N. 1998. Development of adjustment factors for backfat and loin muscle area from serial real-time ultrasonic measurements on purebred lines of swine. – *J Anim Sci.* 76:2008–2016.
- Monin, G., Larzul, C., Le Roy, P., Culioli, J., Mourot, J., Rousset-Akrim, S., Talmant, A., Touraille, C., Sellier, P. 1999. Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. – *J Anim Sci.* 77:408–415.
- Nold, R.A., Romans, J.R., Costello W.J., Libal, G.W. 1999. Characterization of muscles from boars, barrows, and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and collagen. – *J Anim Sci.* 77:1746–1754.
- Novakofski, J. 1987. Repartitioned pork. Sensory quality and consumer acceptance. *Proc University of Illinois Pork Ind. Conf.*, Urbana, IL. Lk 84.
- Pineiro, C., Lorenzo, E., Pineiro, A., Mateos, G.G. 2001. Effects of induced stresses on productive performance and serum concentration of acute phase proteins in growing-finishing pigs. – *J Anim Sci.* 79(Suppl. 1):211.
- Prestat, C., Schlikau, J., Brewer, M. S., McKeith, F. K. 2001. Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and color characteristics of pumped pork loin. – *Meat Science*. 60:395–400.
- Rincker, P. J., Killefer, J., Ellis, M., Brewer, M. S., McKeith, F.K. 2008. Intramuscular fat content has little influence on the eating quality of fresh pork loin chops. – *J Anim Sci.* 86:730–737.
- Ristandaretusprogramm Marmorliha
<http://www.estpig.ee/?MARMORLIHA>. Viimati külastatud 17.01.2011.
- SAS. 1999. SAS OnlineDoc V8. – SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. <http://www.sfu.ca/sasdoc/sashtml/onldoc.html>. Viimati külastatud 21.01.2011.
- Simmons, S.L., Carr, T.R. McKeith, F.K. 1985. Effects of internal temperature and thickness on palatability of pork loin chops. – *J of Food Sci.* 50:313–315.
- Somelar, E., Tänavots, A., Saveli, O. 2001. Meat Quality Research of Pure- and Crossbred Pigs in Estonia. – 7th Baltic Animal Breeding Conference. Tartu. 138-143.
- Taylor, A.A., Shaw, B.G., MacDougall, D.B. 1981. Hot deboning beef with and without electrical stimulation. – *Meat Science*. 5:109–123.
- Tecator Application Note AN 23/80. Rapid determination of crude fat in feedstuffs by using the Soxtec System, 1 lk.

- Tecator Application Note AN 30/81. Rapid determination of raw protein in feedstuffs by using the Kjeltec System, 1 lk.
- Tänavots, A., Saveli, O. 2003. Optimum slaughter weight of Estonian pig breeds. – Proceedings of the 9th Baltic Animal Breeding Conference. Sigulda, Latvia. 87–91.
- Tänavots, A., Pöldvere, A. 2006. Carcass traits of offsprings of top breeding boars in Estonia. – Proceedings of the 12th Baltic Animal Breeding Conference. Jurmala, Latvia. 103–109.
- Warriss, P.D., Kestin, S.C., Rolph, T.P., Brown, S.N. 1990. The effects of the β -adrenergic agonist salbutamol on meat quality in pigs. – *J Anim Sci.* 68:128–136.
- Warriss, P.D., Kestin, S.C., Brown, S.N., Nute, G.R. 1996. The quality of pork from traditional pig breeds. – *Meat Focus Intern* 5:179–182.
- Warriss, P.D. 2000. *Meat Science: An Introductory Text.* – CABI Publishing. 310 lk
- Weatherup, R.N., Veattie, V.E., Moss, B.W., Kilpatrick, D.J., Walker, N. 1998. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. – *Anim Sci.* 67:591–600.
- Werner, C., Natterb, R., Schellander, K., Wicke, M. 2010. Mitochondrial respiratory activity in porcine longissimus muscle fibers of different pig genetics in relation to their meat quality. – *Meat Science.* 85:127–133.
- Volovinskaja, V., Kjelman, B. 1961. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности, оценке качества туш и мяса. – Москва.
- Wood, J.D., Nute, G.R., Fursey, G.A.J., Cuthbertson, A. 1995. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Science.* 40:127–135.
- Wood J.D., Nute G.R., Richardson R.I., Whittington F.M., Southwood O., Plastow G., Mansbridge R., da Costa N., Chang K.C. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. – *Meat Science,* 67:651–667.

Factors affecting carcass and meat quality characteristics of pigs. II Effect of breed of sire, sex and pH₁ on meat quality traits

Alo Tänavots*¹, Aarne Pöldvere^{1,2}, Riina Soidla¹, Lembit Lepasalu¹, Stanislav Žurbenko¹
alo.tanavots@emu.ee

Summary

A study was conducted to evaluate the influence of breed and sex of pigs as well as the effect of initial pH on meat quality traits. Lean meat samples from gilts and barrows of white, Pietrain, Duroc and Duroc x Estonian Landrace sires' progenies were collected. Samples of *m. longissimus dorsi* (200 g) were taken between the 13th and 14th rib 24 h post-mortem for laboratory investigations. pH₁ and pH₂₄ were recorded 45 min and 24 h after slaughtering, respectively, using a pH-meter Testo 205. The initial pH was categorized into three classes: pH value below 5.8 – PSE meat; pH 5.8 to 6.4 – normal meat, and pH over 6.4 – DFD meat. Physical and chemical characteristics of meat were determined, including the content of protein, intramuscular fat, ash and dry matter, boiling and drip losses, and two water holding capacities (WHC 1 – based on the bases of total weight and WHC 2 – based on total water content). Least squares means were calculated using the general linear model, which included fixed effect of boar breed (n = 4), testing season (n = 2), sex (n = 2) and initial pH (n = 3). To calculate least squares means of the initial and ultimate pH, the effect of pH₁ classes was excluded from the model. *M. longissimus dorsi* of the progenies of purebred Duroc sires had a significantly higher dry matter (26.47%) content, compared to that of white and Pietrain sires. At the same time lower protein content (21.90%) in *m. longissimus dorsi* was found in the progenies of Pietrain sires compared to those of white sires. Intramuscular fat content, the major factor responsible for lean meat flavour, was significantly lower (0.98%), in the progenies of white sires compared to those of pure- and crossbred Duroc sires (2.31 and 2.47%, respectively). Sex had no significant effect on the physical and chemical properties of meat, while pH₁, WHC 2 and drip loss had a certain impact (P < 0.10). Drip loss was found to be higher (+2.43%) for gilts. Initial pH classes had no influence on meat quality either, except for protein content. PSE meat showed significantly higher protein content (23.34%), than normal meat (22.13%). Higher protein content led to a lower pH₁ level. Further research is required to study the relationship between intramuscular fat content and eating quality of pork produced in Estonia.