



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

**Taavi Torga**

**DJUROKI TÕUGU KULTIDE MÕJU NUUMSIGADE  
LIHAS- JA RASVKOE KVALITEEDILE**

EFFECT OF DUROC BOARS ON MEAT  
AND FAT QUALITY OF FINISHING PIGS

Magistritöö

Lihatehnoloogia õppekava

Juhendajad: Aarne Põldvere, pm-knd

Alo Tänavots, pm-dr

Tartu 2015

# DJUROKI TÕUGU KULTIDE MÕJU NUUMSIGADE LIHAS- JA RASVKOE KVALITEEDILE

## Lühikokkuvõte

**Märksõnad:** SIGA, DJUROK, EESTI MAATÕUG, EESTI SUUR VALGE, RÜMBAK-  
VALITEET, LIHAKVALITEET, RASVKOE KVALITEET, RISTAMINE.

Magistritöö eesmärk oli uurida ristamiskombinatsioonide mõju nuumikute rümba, lihaskoe ja seljapeki kvaliteedile. Katsesse valiti jõudluskontrolli andmete kogumise programmi „Possu“ abil juhuvaliku põhimõttel 40 siga, kes pärinesid neljast tõukombinatsioonist (LxL, YxL, DxYL, DLxYL). Sooviti välja selgitada milliseid ristamiskombinatsioone on sobilik nuumikute tootmiseks kasutada.

Uuringu tulemusena selgus, et djuroki tõugu kultide järglastel olid märkimisväärselt lühemad rümbad (DLxYL –  $95,38 \pm 0,98$  cm ja DxYL –  $96,88 \pm 0,95$  cm;  $P < 0,01$ ), kuid suuremad lihassilma pindalad (DLxYL –  $51,75 \pm 1,44$  cm<sup>2</sup> ja DxYL –  $52,24 \pm 1,39$  cm<sup>2</sup>;  $P < 0,05$ ) võrreldes valget tõugu kultide järglastega (rümbapikkus: LxL –  $101,2 \pm 0,95$  cm ja YxL –  $101,82 \pm 0,98$  cm; lihassilmapindala: LxL –  $46,35 \pm 1,39$  cm<sup>2</sup> ja YxL –  $47,04 \pm 1,44$  cm<sup>2</sup>). Djuroki tõugu kultidel oli märgatav mõju lihaskoe valgusisaldusele ja lihasesisese rasva sisaldusele. Kui DxYL kombinatsioonil oli kõige suurem lihasesisese rasva sisaldus ( $2,71 \pm 0,21\%$ ;  $P < 0,05$ ), siis väikseim oli see LxL ja YxL kombinatsioonide puhul (vastavalt  $1,23 \pm 0,21\%$  ja  $1,71 \pm 0,22$ ). Rasvkoe füüsikalise-keemilised seoste uurimisel sealiha kvaliteedinäitajatega leiti, et pikima seljalihase kohal asuval peki pindalal on oluline seos enamuse rasvkoe kvaliteedinäitajatega.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et djuroki tõu kasutamine aretusel isatõuna mõjutab positiivselt lihas- ja rasvkoe kvaliteeti ja djuroki tõugu kultide sperma on väärtuslik aretusmaterjal Eesti seakasvatajatele parandamaks nuumikute rümba ja liha kvaliteeti.

Magistritöö sisaldab: 80 lehekülge, 11 tabelit, 21 joonist.

# EFFECT OF DUROC BOARS ON MEAT AND FAT QUALITY OF FINISHING PIGS

## Abstract

**Keywords:** PIG, DUROC, LANDRACE, LARGE WHITE, CARCASS QUALITY, MEAT QUALITY, BACKFAT QUALITY, LEANNESS

The aim of the study was to investigate meat and backfat quality of fatteners from different crossbreds and determine which genotypes are suitable for the production of finishers. 40 pigs, from four breed genotypes (LxL, YxL, DxYL, DLxYL), were selected randomly for the study.

The study revealed that Duroc sired genotypes had significantly shorter carcasses (D/LxLW/L -  $95.38 \pm 0.98$  cm and DxLW/L -  $96.88 \pm 0.95$  cm;  $P < 0.01$ ), but a larger loin eye area (D/LxLW/L -  $51.75 \pm 1.44$  cm<sup>2</sup> and DxLW/L -  $52.24 \pm 1.39$  cm<sup>2</sup>;  $P < 0.05$ ) compared to white-coloured genotypes (carcass length: LxL -  $101.12 \pm 0.95$  cm and LWxL -  $101.82 \pm 0.98$  cm; LEA: LxL -  $46.35 \pm 1.39$  cm<sup>2</sup> and LWxL -  $47.04 \pm 1.44$  cm<sup>2</sup>). Duroc boars had a significant effect on the muscle protein and intramuscular fat (IMF) content. DxLW/L genotype had the greatest IMF level ( $2.71 \pm 0.21\%$ ;  $P < 0.05$ ), while it was the lowest in the LxL and LWxL ( $1.23 \pm 0.21\%$  and  $1.71 \pm 0.22\%$ , respectively). Genotype combinations had no effect on carcass fat deposition. The correlations between physico-chemical parameters and meat quality characteristics showed that the fat layer area above *Longissimus thoracis* had significant relationship most of fat quality characteristics.

The results of this study demonstrated that using Duroc sire line in crossbreeding scheme can affect meat and fat quality positively. It can be concluded that Duroc breed semen is a valuable breeding material to Estonian pig producers to improve the carcass and meat quality of finishing pigs.

This study contains: 80 pages, 11 tables, 21 figures.

# SISUKORD

SISUKORD .....	4
SISSEJUHATUS .....	6
TÄNUAVALDUS .....	8
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	9
1.1. Eestis kasvatatavate seatõugude üldisloomustus .....	9
1.1.1. Eesti suur valge tõug .....	9
1.1.2. Eesti maatõug .....	11
1.1.3. Pjeträäni tõug .....	12
1.1.4. Djuroki tõug.....	13
1.2. Rümbe kvaliteedinäitajaid mõjutavad tegurid .....	14
1.3. Tõu mõju sealiha kvaliteedinäitajatele .....	15
1.4. Seljapeki kvaliteedinäitajad .....	16
1.5. Rasvkoe kasutamine lihatöötlemisettevõtetes .....	19
1.6. Tõu mõju lihas- ja rasvkoe tehnoloogilistele omadustele .....	20
1.7. Lihakvaliteedi tunnuste vahelised seosed .....	22
2. UURIMISTÖÖ METOODIKA .....	25
2.1. Katsesigade valik .....	25
2.2. Nuumajõudluse näitajate määramine.....	26
2.3. Rümbe näitajate määramine .....	26
2.3.1. Rümbapikkus .....	26
2.3.2. Seljapeki paksus .....	26
2.3.3. Lihassilma pindala .....	27
2.3.4. Lihasuse indeks .....	28
2.3.5. Rümbe tailihasisaldus .....	28
2.4. Sealiha ja seljapeki keemiliste näitajate määramine.....	29

2.4.1 Niiskusesisaldus .....	29
2.4.2. Valgusisaldus.....	31
2.4.3. Tuhasisaldus .....	33
2.4.4. Rasvasisaldus.....	34
2.4.5. Niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus seljapekis.....	36
2.4.6. Kõrnete määramine seljapekist.....	37
2.5. Sealiha ja seljapeki tehnoloogiliste näitajate määramine .....	38
2.5.1. Veesidumisvõime .....	38
2.5.2. Värvus.....	39
2.5.3. Elektrijuhtivus .....	39
2.5.4. pH .....	40
2.5.5. Keedukadu .....	41
2.5.6. Tilkumiskadu .....	41
2.5.7. Sealiha mehhaanilised parameetrid .....	41
2.5.8. Joodiarv .....	43
2.5.9. Sulamistemperatuur .....	44
2.6. Statistiline analüüs.....	46
3. EKSPERIMENTAALNE OSA .....	48
3.1. Nuumajõudlus ja rümbanäitajad .....	48
3.2. Keemilised näitajad .....	52
3.3. Tehnoloogilised näitajad .....	53
3.4. Tekstuuriparameetrid.....	55
3.5. Nuumaomaduste vahelised seosed .....	56
3.6. Pekipaksuste vahelised seosed.....	59
3.7. Lihaskoe füüsikalise-keemilised seosed.....	60
4. KOKKUVÕTE .....	64
5. KASUTATUD KIRJANDUS .....	68
Lisa 1. ....	80

## SISSEJUHATUS

Viimastel aastatel on erinevat tõugu sigade aretusmaterjali importimine Eestisse tunduvalt suurenenud, mis on soodustanud sigade rümpadel seljapeki vähenemist ja tailihasisalduse suurenemist. Selleks, et parandada sealiha kvaliteeti, kasutatakse maatõugu (L) ja eesti suurt valget (Y) tõugu sigade kõrval ristamiseks ka „värvilistest tõugudest“ (hämpšir, pjeträän, djurok) sigu. Esimesed hämpširi tõugu kuldid imporditi Eestisse 1995. aastal Rootsist, 1999. aastal täiendati valikut Austriast toodud pjeträäni tõuga. Kuna senised emiste ristamised hämpširi ja pjeträäni tõugu kultidega ei andnud tarbijat rahuldavaid tulemusi liha kvaliteedi (värvuse, maitse, PSE liha esinemine) osas, otsustas Eesti Tõusigade Aretusühistu sigade nuumaomaduste (kasvukiirus, massi-iive) ja liha kvaliteedi parandamiseks tuua Kanadast sisse djuroki tõu. Esimesed djuroki tõugu kuldid toodi Eestisse 2009. aastal. Mitmed uuringud on näidanud, et djuroki tõu kasutamine ristamisel isatõuna parandab järglaste liha kvaliteeti – suureneb nende liha lihasesisene rasvasisaldus, mis mõjutab ka sensorsetest omadustest liha maitset (Pöldvere jt 2015: 1041).

Tänapäeval on sealiha tootjate peamine eesmärk suurendada rümba tailihasisaldust. Selleks kasutatakse selektiivset ristamist, mis on andnud väga häid tulemusi seakasvatuse üldise efektiivsuse tõstmisel. On teada, et rümba ja liha kvaliteet on otseselt seotud ristamisstrateegiaga (Jiang jt 2012: 448).

Seatõugude ristamist kasutatakse sigade produktiivsuse kiireks suurendamiseks. Esimese põlvkonna järglastel ilmneb heteroosiefekt, mille tulemusena paraneb sigade söödaväärtus, elujõulisus ja viljakus ning kiireneb nende kasv. Ristamine avaldab mõju ainult esimese põlvkonna järglastele, hilisemates põlvkondades selle mõju väheneb (Eesti Tõusigade Aretusühistu 2015).

Eestis kasutatakse liha tootmisel üha rohkem ristsigu. 2013. aastal moodustasid ristsaad ligikaudu 60% kogu Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmesfarmides toodetud nuumikute kogusest.

Teisest küljest tuleb suuremat tähelepanu pöörata ka sigade lihasuunalise aretuse tõttu õhemaks jäänud seljapeki kvaliteedile. Seljapekk on väga oluline komponent vorstide valmistamisel ja nõudlus kvaliteetse seljapeki järele on suur.

Stabiilse kvaliteediga peki puudumine on üks põhilisi probleeme, millega lihatöötajatel tuleb praegusel ajal silmitsi seista. Pehme struktuuriga pekki ei peeta sobivaks, kuna seda on raskem lõigata ja on täheldatud selle kiiremat oksüdatiivset rääsumist. Samuti on pehme struktuuriga peki kasutamine seotud mitmete probleemidega lihatoodetes, näiteks ebapiisav kuivamine, õline välimus ja lõikamisel lihas- ja rasvkoe eraldumine (Zudaire jt 2013: 14).

Halva kvaliteediga pekki või rasva sisaldavates lihatoodetes võib ilmnedu erinevaid kvaliteediprobleeme. Hea kvaliteediga seljapekki iseloomustavad sitkus ja valge värvus. Halva kvaliteediga pekk on pehme, õline, vesine ja hallika värvusega (Bothma jt 2011: 279).

Kuigi peki kvaliteet sõltub erinevatest teguritest, hinnatakse seda peamiselt tugevuse ja sitkuse järgi. Samuti on tähtis peki konsistents, mis suuresti määrab ära rasvhappelise koostise – erinevate rasvhapete protsentuaalse sisalduse pekis (Baer 2012: 1). Lihatoõtlejatele tekib probleeme kõrge küllastumata rasvhapete sisaldusega seljapeki kasutamine, mis on struktuurilt pehme

Eeltoodust lähtudes on käesoleva magistritöö teema aktuaalne ja vajalik lihatöõtlejatele.

Magistritöö eesmärkideks oli:

- uurida djuroki tõugu kultide mõju erinevatest ristamiskombinatsioonidest saadud nuumikute nuuma- ja rümbaomadustele ning lihaskoe ja seljapeki kvaliteedile;
- uurida seljapeki ja lihaskoe tekstuuriparameetrite erinevusi erinevatel tõukombinatsioonidel;
- leida seosed seljapeki paksuse, seljalihase lihasesisese rasvasisalduse ja peki tugevust iseloomustavate näitajate vahel.

# TÄNUAVALDUS

Täna:

- 1) juhendajat, EMÜ VLI toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna lektorit Aarne Põldveret, kes abistas katsete teostamisel, töö kirjutamisel ja vormistamisel;
- 2) juhendajat, EMÜ VLI loomageneetika ja tõuaretuse osakonna lektorit Alo Tänavotsa, kes abistas andmetöötluse, töö kirjutamise ja vormistamise osas;
- 3) EMÜ VLI loomageneetika ja tõuaretuse osakonna dotsenti Tanel Kaarti, kes abistas andmetöötluse osas;
- 4) EMÜ VLI toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna keemikut Leno Mätast, kes andis nõu ja abistas katsete teostamisel;
- 5) Eesti Tõusigade Aretusühistut ja liikmesfarme lihaproovide hankimisele kaasa aitamise eest ja nende eest tasumisest.



# **1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE**

## **1.1. Eestis kasvatatavate seatõugude üldisloomustus**

Eestis kasvatatakse eesti suurt valget, eesti maatõugu, pjeträäni ja djuroki tõugu sigu.

Nõudlus suurema jõudlusega sigade järele on kaasa toonud ristamismeetodi kasutusele võtmise sealihatootmiseks. Ristamisel kasutatakse tavaliselt ematõugudena valgeid tõuge (suur valge, landrass jne.) ja isatõugudena suure tailiha osakaaluga värvilisi tõuge (pjeträän, hämpšir, djurok jne). Ematõugude ristamisel saavutatakse heteroosiefekt, mis mõjub eelkõige madala päritavusega tunnustele, parandades näiteks viljakust ja põrsaste elujõulisust. (Lengerken jt 2012: 272).

Jõudluskontrollis olevatest põhikarja sigadest moodustasid 2014. aastal 34,7% puhatõulised sead, 58,8% ristansead ja 6,5% olid ebakorrekse või puuduliku põlvnemisega sead (Kersten 2015: 22).

### **1.1.1. Eesti suur valge tõug**

Eesti suur valge seatõug on peamiselt saadud inglise suure valge sea ristamise teel kohalike sigadega. Eestisse jõudsid esimesed tõusead 20. sajandi alguses. Sissetoodud tõuge kasvatati puhasaretuses, kuid ristati ka kohaliku maaseaga jõudluse parandamise eesmärgil. Seda tõugu on aegade jooksul Eestis kõige rohkem kasvatatud, kuid viimasel ajal ristansead suure osatähtsuse tõttu on nende arvukus oluliselt vähenenud. Tõu parandamiseks on kasutatud nii tõusigu kui ka spermat, mis on imporditud Norrast, Rootsist, Soomest ja Suurbritanniast (Lember jt 1999: 68).

Eesti suurt valget tõugu sead on valget värvi, kerge peaga, keskmise pikkusega koonuga, mõõdukalt nõgusa profiiliga ja laia otsmikuga. Nende põsed on lihaserikkad ja kõrvad lühikesed, olles ettepoole püstised. Sead on varavalmivad, heade lihaomadustega, peekonitüüpi, proportsionaalse kehaehitusega ja tugeva konstitutsiooniga. Sigade rind on mõõduka laiusega, rahuldavalt arenenud, kere pikkade ja sügavate külgedega. Sigade lanne ja selg on sirged ja pikad, turi on sirge. Singid on hästi arenenud, lihakehad on pikad. Emistel on hästi arenenud udar ja neil on 12–16 nisa. Emised on hea piimakusega, hästi arenenud emainstinktiga ja viljakad (Lember jt 1999: 68).

Puhtatõugulisi eesti suurt valget tõugu sigu oli 16.04.2015. aasta seisuga jõudluskontrollis 1337, neist 1304 olid emised ja 33 kuldid. Jõudluskontrolli alustest sigadest moodustas eesti suur valge tõug 10,9% (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 2015).

Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli andmetel (Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat 2014, 2015: 43, 47) oli 01.01.2015 seisuga eesti suurt valget tõugu emiste keskmine viljakus 12,6 põrsast pesakonnas ja karjatest näitajatest seljapeki keskmine paksus ning seljalihase läbimõõt vastavalt 12,1 mm ja 64 mm.



**Joonis 1.** Eesti suur valge tõug ehk jorkšir (Tänavots, A)

### 1.1.2. Eesti maatõug

Eesti maatõugu siga on saadud kohalikust maaseast pika aretustöö tulemuse. Seda tõugu on ristatud parandamise eesmärgil peamiselt taani, rootsi, belgia ja saksa maaseaga, vähemal määral ka soome maaseaga ja saksa vääristatud maaseaga (Eesti Tõusigade Aretusühistu 2015).

1951. aastast kannab eesti parandatud maasiga eesti lontkõrvalise sea nime ja 1961. aastast muudeti tõu nimetus eesti peekoniks ning alates 2001. aastast sai tõug nimeks eesti maatõug (Eesti Entsüklopeedia 2011).

Eesti maatõugu sead on valget värvi, kerge peaga, sirge koonuga, kitsa laubaga ja suurte lontis kõrvadega. Sead on heade lihaomadustega, kiirekasvulised, varavalmivad ja viljakad. Nad on tugeva konstitutsiooniga, peekonitüüpi, küllalt peene luustikuga ja pika kerega. Keskmise pikkusega kael liitub turjaga märkamatu. Sigade lanne ja selg on pikad, mõõduka laiusega. Singid on hästi arenenud ja jalad on tugevad. Rümbad on õhukese ja ühtlase pekikihiga, küljeliha on läbikasvanud, fileeosa ja tagumine kolmandik hästi arenenud. Emised on hea piimakusega, hästi arenenud emainstinktiga ja viljakad. Nisad (12–16) ja udar on hästi arenenud. Sead väärindavad hästi sööta (Eesti Tõusigade Aretusühistu 2015).

Puhtatõugulisi eesti maatõugu sigu oli 16.04.2015. aasta seisuga jõudluskontrollis kokku 2683, neist 2650 olid emised ja 33 kuldid. Jõudluskontrolli alustest sigadest moodustas 2014. aastal eesti maatõug 22% (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 2015).



**Joonis 2.** Eesti maatõug ehk landrass (Tänavots, A)

### 1.1.3. Pjeträäni tõug

Pjeträäni tõug pärineb Belgias Brabanti piirkonnas asuvast Piétraini külast ja on aretatud 1920-ndatel. Pjeträäni tõugu sead on levinud üle maailma, kuid enim kasvatatakse neid Põhja-Prantsusmaal. Sellest tõust sead ületavad tailihasisalduse poolest kõiki seatõuge. Nad on hallikasvalgete harjastega ja ebakorrapäraste laikudega nahal. Sigade laup ja koon on laiad, pea kerge, nende luustik on tugev, kuid peenike. Sead on täidlase lande ja külgedega. Tagaosa on eriti lihaseline, singid on ümarad. Sead on üsna lühikese kaelaga ja kikkis kõrvadega. Selg on neil pikk, sirge ja lai. Pjeträäni tõugu sigu peetakse suurima rümbla tailihasisaldusega tõuks maailmas (Lember jt 1999: 61).

Paraku esineb pjeträäni rümpades palju PSE lihaskude, kuna seda tõugu sigadel esineb lihase ainevahetushäireid põhjustav MHS-geen, mis muudab sead stressitundlikeks. Täna-seks päevaks on aretatud MHS-geenivabad pjeträäniliinid. Pjeträäni tõugu sigu kasutatakse seakasvatuses peamiselt ristamisel isatõuna (Lengerken jt 2012: 278).

Puhtatõugulisi pjeträäni tõugu sigu oli 16.04.2015. aasta seisuga jõudluskontrollis kokku 29, neist 21 olid emised ja 8 kuldid. Jõudluskontrolli alustest sigadest moodustas 2014. aastal pjeträäni tõug 0,23% (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 2015).

Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli andmetel (Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat 2014, 2015: 43) oli 01.01.2015 seisuga eesti maatõugu emiste keskmine viljakus 10,6 põrsast pesakonnas.



**Joonis 3.** Pjeträäni tõug (Tänavots, A)

#### 1.1.4. Djuroki tõug

Djurok on ühevärviline punaka värvusega siga, keda on esmamainitud 1823. aastal New Yorki osariigis (Lengerken jt 2012: 278).

Djuroki tõugu sead on ruuget värvi harjastega, tumepruunide silmadega ja väikeste lonti-hoidvate kõrvadega. Sead paistavad silma varavalmivuse poolest, nende söödakasutust ja nuumaomadusi peetakse heaks. Tõug on tuntud kui spetsiaalne lihatootmistõug, kes väärindab hästi sööta ja on hea varavalmivuse poolest. Djuroki tõugu sead on suurekasvulised, pika kerega, tugeva kehaehitusega, kaardunud seljaga, suurte ja lopsakate sinkidega, tugevate jalgadega ning rahuliku temperamendiga (Lember jt 1999: 64).

Djuroki tõugu sigade liha on maitsev ja mahlane, sest lihakehades on rasv ladestunud intramuskulaarselt, muutes liha marmorjaks. Kuna djuroki tõul puudub stressigeen, vähendab see lihamahla tilkumiskadusid lihakehadest (Lember jt 1999: 64).

Puhtatõugulisi djuroki tõugu kulte oli 16.04.2015. aasta seisuga jõudluskontrollis kokku kuus (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS 2015).



**Joonis 4.** Djuroki tõug (Mahlapuu, M)

## 1.2. Rümbe kvaliteedinäitajaid mõjutavad tegurid

Searümbe kvaliteedi hindamisel vaadeldakse tapasaagist, seljapeki paksust, rümbe koostist, konformatsiooni, liha marmorsust ja rümbe hügieenilist taset (Rei 1999: 116).

Tapasaagis sõltub looma tõust, vanusest, sugupoolest, toitumusest ja tapatehnoloogiast. Lihatootmise jaoks sobivad eelkõige heas toitumuses lihatõugu sead, nende rümbe lihaskoesisaldus ja tapasaagis on suuremad ning liha kvaliteet parem (Rei 1999: 116).

Rümbe koostise all mõeldakse rümbas sisalduvate kudede vahekorda: lihas-, side-, rasv-, ja luukoe kogust. Tänapäeval loetakse kõige tähtsamaks lihaskoe sisaldust, sest nii tarbija kui ka lihatööstus peab väärtuslikumaks lihaskude. Paljudes maades, sh Euroopa Liidu maades hinnatakse sigu lihaskoesisalduse alusel (Rei 1999: 117).

Sigade ja sealiha tootmine sõltub mitmetest asjaoludest. Peamine, mis mõjutab kvantiteeti ja rümbe kvaliteeti on geneetika ja keskkonnategurid (isa tõug, kasvatusmeetodid, vanus ja mass tapmisel, kastreerimine, söötmine, tapaeelne käitlemine, tapmine, tapajärgne käitlemine jne) (Radović jt 2009: 194).

Seakasvatuses on kaheks tähtsamaks tooraineks seljapeki rasv (moodustab 60–70% kogu rasvast) ja lihasesisene rasv. Kogu rümbe rasvasisalduse langus aga vähendab ka lihasesisese rasva taset ja korreleeruvad tunnuseid nagu liha õrnus, mahlasus ja maitse (Hovenier jt 1993: 1431; Jungerius 2004: 128).

Paljude aastate jooksul on seakasvatuse peamiseks eesmärgiks olnud searümbe tailihasisalduse suurendamine. Sigade sihipärane valik selles suunas on mõjutanud searümpade koostist. Tänapäeval pööratakse seakasvatuses enim tähelepanu liha kvaliteedile. Seetõttu kasutatakse ristamist seakasvatuse üldise efektiivsuse suurendamiseks. Parima aretusstrateegia valimisel on oluline silmas pidada, et rümbe ja liha kvaliteeti mõjutavad tegurid sõltuvad seatõugude valikust ristamiseks (Jiang jt 2012: 448).

Geneetilise valiku tulemusena on paranenud sigade kasvukiirus ja rümbe tailihasisaldus, vähenenud on sigade päevased söödavajadused ja on paranenud sööda väärindamine lihaskoeks (Schinckel 2001: 401).

Rümbe koostis ja liha kvaliteet sõltuvad nuumsigade tootmiseks kasutatavatest sigade tõugudest. Oluline on toota lihatööstusele vastuvõetava kvaliteediga rümpasid. Kindlaks on

tehtud, et mõned tõud erinevad teistest paremate rümbanäitajate poolst (McLaren jt 1987: 99; Ellis jt 1996: 521; Moeller jt 1998: 2010; Tänavots jt 2006: 104). Selleks, et parandada kohalike nuumsigade rümba koostist ja kvaliteeti, on hakatud sisse tooma uusi tõuge. Selleks on Eestis koostatud ristanaretusprogramm „Marmorliha“. Programmi eesmärgiks seati kohalike valgete tõugude lihakvaliteedi parandamine heade lihaomadustega kultide (djurok, pjeträän) importimisega (Eesti Tõusigade Aretusühistu 2015).

### 1.3. Tõu mõju sealihale kvaliteedinäitajatele

Liha keemilist koostist mõjutavad mitmed tegurid: looma liik, sugu, vanus, tõug, genotüüp, lihase anatoomiline päritolu, söötmine, pidamisviis jne (Ramirez jt 2007: 388).

Sea lihaskoes on umbes 26% kuivainet ja 25% valku (Warriss 2000: 310). Eestis korraldatud katse tulemusena selgus, et võrreldes pjeträäni ja valgete kultide lihaga on djuroki tõugu kultide järglaste liha oluliselt suurema **kuivainesisaldusega** (Tänavots jt 2011<sup>a</sup>: 45). Somelar jt (2001: 39) leidsid erinevusi liha kuivainesisalduses ka eesti suurt valget tõugu ja eesti maatõugu sigade vahel (vastavalt 27,69 ja 25,60%).

On kindlaks tehtud, et lihaskoe madala **valgusisalduse** poolst eristuvad pjeträäni tõugu kultide järglased, kelle vastav näitaja osutus djuroki kultide järglaste omast 1,23% väiksemaks. Djuroki ja selle ristanakultide järglaste liha valgusisaldus ei erinenud oluliselt teiste järglaskombinatsioonide omast (Tänavots jt 2011<sup>a</sup>: 45).

Mitmed teadlased on leidnud oma töödes, kus võrreldi erinevate tõugude pikima seljalihase sisese rasva mõju liha õrnusele, mahlasusele ja maitsele, et djuroki tõugu kultide järglaste kõrgem lihasesisese rasva tase mõjutas liha omadusi positiivselt (Warriss jt 1996: 180). Samas märgib Warriss (2000: 310), et lihasesisese 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 suurel valgel tõul. Selle põhjuseks võis olla stressialtimate pjeträäni tõugu sigade liha kehvem veesidumisvõime, mis muutis liha kuivaks.

Parema juurdekasvu ja suurema lihasusega sigade kasvatamisel on liha kvaliteedi tagamine küllalt raske, sest suurema tailihasisaldusega ja kiiremakasvuliste raskema tapamassiga sigade lihakvaliteet on madalam (Cisneros jt 1996: 926, Tänavots jt 2003: 88). Teadlased

on kindlaks teinud, et sealiha omadusi mõjutavateks faktoriteks on tõug (McLaren jt 1987: 99; Lan jt 1993: 3345; Ellis jt 1996: 521; Moeller jt 1998: 2010; Tänavots jt 2006: 103), lihasesisene rasvasisaldus (DeVol jt 1988: 386; Goransson jt 1992: 248), tapajärgne liha käitlemine (Asghar jt 1980: 54) ja kuumtöötlemine (Prestat jt 2000: 398). Samuti leiti, et sigade valikul pikima seljalihase suurema marmorsuse alusel paraneb liha õrnus ja mahlasus ning kasvab lihasesisene rasvasisaldus. Liha parema maitse saamiseks soovitatakse kasutada kulte, kelle järglastel on suurema marmorsusega liha (Ellis jt 1998: 281).

On kindlaks tehtud, et lihasesisese rasva osakaal oli kõrgeim djuroki (2,31%) ja selle ristandkultide (2,47%) järglastel, olles oluliselt erinev siiski ainult valgete tõugude kultide järglaste (0,98%) vastavast näitajast (Tänavots jt 2011<sup>a</sup>: 45). Eestisse toodud djuroki kultide järglaste pikima seljalihase lihasesisene rasvasisaldus on sarnane Fischer jt (2000: 478) (2,11%), Hviid (2002: 4) (2,0%), Warriss jt (1996: 180) (2,56%) poolt leituga. Samas väitsid Jeleníková jt (2008: 993), et puhtatõuliste djuroki sigade lihasesisese rasva osakaal oli isegi 5,05%, ka Laack jt (2001: 395) (3,79%) ja Brewer jt (2002: 250) (4,67%) tulemused olid sarnased.

Tänavots jt (2011<sup>a</sup>: 47) andmetel võib väita, et valgete kultide järglaste lihasesisese rasva osakaal on langenud, ilmselt tänu intensiivsele valikule pekipaksuse vähendamise suunas tasemele, kust algab liha maitseomaduste söömiskvaliteedi oluline halvenemine (Bejerholm jt 1986: 196). Kui 2001. aastal leidsid Somelar jt et puhtatõuliste eesti maatõugu sigade lihasesisene rasvasisaldus oli 1,59% ja eesti suurel valgel tõul isegi 3,22%, siis 2011. aastaks oli see ristandsigadel vähenenud 0,98%-ni. Sarnane tendents on aset leidnud ka Poolas, kus 84% uuritud valgete ristandsigade pikima seljalihase rasvasisaldusest oli alla 2,0% (Daszkiewicz jt 2005: 32).

On leitud, et sealiha tekstuur ja maitse paraneb lihasesisene rasvasisalduseni kuni 3,25%. Kui lihasesisese rasvasisaldus suureneb < 1,5-lt kuni > 3,5%-ni parandab see veidi liha maitse intensiivsust. (Fernandez jt 1999: 63). Kui madalal lihasesisesel rasvasisaldusel on liha kvaliteedile negatiivne mõju, siis künnist ületav tase ei too lineaarselt kasvavat kasu (Novakofski 1987: 84).

#### **1.4. Seljapeki kvaliteedinäitajad**



Seljapeki paksust kasutatakse mõnedes riikides searümpade toitumuse hindamiseks, kus pole üle mindud rümpade tailihasisalduse järgi hindamisele. Searümpade hindamine seljapeki paksuse järgi ei stimuleeri seakasvatajaid tootma kõrge tailihasisaldusega rümpasid. Arenenud riikides on probleemiks liigse peki (rasva) kasutamine. Samas peaks meeles pidada, et selja- ja turjapekki on tarvis vorstitööstuses paljude vorstide tootmisel (Rei 1999: 117).

Üheks põhjuseks, miks kasutatakse rümba kvaliteedi hindamist seljapeki paksuse järgi, on tailihasisalduse määramise mõõtmisvahendite puudumine väiksemates lihatööstustes ja farmide tapapunktides (Rei 1999: 117).

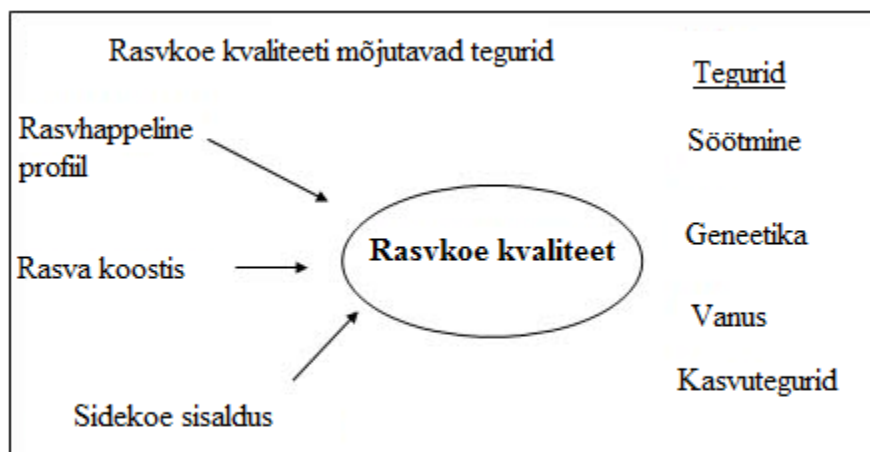
Viimastel aastatel on Eestis sigade aretusel saavutatud tase, kus sigade seljapekk on vähenenud, ning lihassilma pindala ja rümba tailihasisaldus suurenenud lihatööstuste andmetel 59–60%-ni. Liigne rümba tailihasisalduse suurenemine võib aga põhjustada liha kvaliteedi alanemist (Pöldvere jt 2011: 53).

Kuna aretustöö tulemusena on sigade tailihasisaldus rümbas viimase 20 aasta jooksul suurenenud, peetakse peki kvaliteeti üheks tähtsamaks näitajaks, iseloomustamaks üleüldist rümba kvaliteeti. Peki kvaliteedist räägitakse viimastel aastatel üha rohkem, sest seasöötade hinnad on kasvanud. Seetõttu on hakatud kasutama odavamaid ja vähemkvaliteetseid söötasid, mis seavad ohtu peki kvaliteedi. Peki kvaliteeti võivad mõjutada mitmed tegurid: geneetika, söötmine, lahjasus/rasvasus, kasv, vanus/mass, sugu ja peki anatoomiline paiknemine jne. Nendest teguritest on söötmine üks tähtsamaid, mille abil on võimalik peki kvaliteeti kõige kiiremini mõjutada. Teiste eelmainitud teguritega on märkimisväärselt vähem võimalik peki kvaliteeti mõjutada (Sosnicki 2009: 1).

Searümbas olevad rasvad võib üldistatult jagada kaheks – inter- ja intramuskulaarseteks rasvadeks. Intermuskulaarsed rasvad ehk depoorasvad paiknevad sidekoes, intramuskulaarsed rasvad on jaotunud lihaskoes (Love jt 1971: 548).

Rasva ja peki kvaliteeti lihatodetes saab kirjeldada füüsikaliste, keemiliste ja sensoorsete terminitega. Joonisel 5 on toodud kolm põhilist tegurit, mis mõjutavad rasvkoe kvaliteeti ja vähem tähtsad tegurid mis mõjutavad kolme põhilist tegurit. Rasvkudet mõjutavad füüsikalised tegurid on tihkus, sidusus ja värvus. Keemilise koostise all mõeldakse valgu-, lipiidide- ja niiskusesisaldust rasvkoes. Rasvhappeline profiil viitab triglütseriidide ja vähesemal

määral fosfolipiidide ladestumisele rasvkoes. Kuna tarbija soovib taiseimat ja küllastunud rasvhapetega toodet, siis on põhjendatud tarbija huvi rasvkoe keemilise koostise osas. Sensorsete omaduste all peetakse silmas rasvkoe mõju liha mahlasusele ja maitsele (Schinckel jt 2002: 1).



**Joonis 5.** Rasvkoe kvaliteeti mõjutavad faktorid

Sigade seljapekk koosneb veest, kollageenist ja lipiididest. Emiste vanuse, kehamassi ja pesakonnasuuruse kõrval on seljapeki paksus üks olulisemaid parameetreid, mida tuleb arvestada emiste valikul aretuskarjadesse (Roongsitthichai jt 2014: 171).

Sulamistemperatuuri juures muutub tahke rasv vedelaks ja läbipaistvaks. Erineva rasvhappelise koostisega rasvad sulavad erinevatel temperatuuridel. Kui esineb rohkem pikaahelalisi rasvhappeid, siis on rasva sulamistemperatuur kõrgem ja vastupidi lühemaaheliste rasvhapete puhul madalam (Poikalainen 2004: 24).

Kuumtöötlemisel rasvad oksüdeeruvad, sulavad ning lagunevad (Love jt 1971: 548), nende sulamistemperatuur varieerub sõltuvalt rasva liigist. Searasva sulamistemperatuur on 38–44 °C, veiserasval natuke kõrgem, jäädes 43–47 °C vahele, kanarasv sulab aga 31–37 °C juures. Mida suurem on rasvas küllastunud rasvahapete osakaal, seda kõrgem on selle sulamistemperatuur (Feiner 2006: 3).

Selleks, et aru saada rasva keemilisest koostisest, on vaja baastadmisi peki kvaliteedist. Pekk koosneb rasvast (triglütseriidid = glütserool + rasvhapped), veest ja valgust.

Rasvhappeid on võimalik keemilise struktuuri (või küllastumise astme) põhjal liigitada kolme kategooriasse: 1) küllastunud rasvhapped – kaksiksidemed puuduvad; 2) monoküllastumata rasvhapped – üks kaksikside ja 3) polüküllastumata rasvhapped – kaks või enam kaksiksidet. Rasvhapete küllastumise aste on seotud peki sulamispunktiga, kõrgema küllastumisastmega rasvhapetel on kõrgem sulamispunkt kui küllastumata rasvhappel. Mida rohkem on rasvhapped küllastunud, seda tihkem on pekk. Uuringud on näidanud, et sigade genotüüp avaldab mõju peki tihkusele (Sosnicki 2009: 1–2).

Sigade rasvkude koosneb mitmetest rasvhapetest, kõige sagedamini esineb müristiinhapet (C14), palmitiinhapet (C16), palmitolehapet (C16:1), steariinhapet (C18), oleiinhapet, linoolhapet ja linoleenhapet (C18:1–3) (Schubert 2009: 6).

Loomade erinevatest anatoomilistest punktides võetud rasvaprove sulamistemperatuurid on erinevad. Tsubiku ja Maslovi (1970: 184) andmetel kõigub sigadel kõhurasva sulamistemperatuur 41,4–44,0 °C, pea piirkonna rasval 39,4–41,8 °C, rinnaku rasval 39,9–42,4 °C, ristluu piirkonna rasval 42,8–48,1 °C, selja piirkonna (6.–7. roide vahekojal) rasval 43,0–48,7 °C ning turjarasval 43,9–46,0 °C.

## **1.5. Rasvkoe kasutamine lihatöötlemisettevõtetes**

Rasv ja pekk on olulised komponendid vorstide valmistamisel. Nende kvaliteet sõltub sigade söödast ja tapajärgsest töötlemisest (Baer 2012: 2).

Rasvkude on väga oluline rümba kvaliteedi näitaja. Kuigi lõpptarbija soovib saada kõrge tailihasisaldusega toodet, on tööstusele seljapekk väga oluliseks tooraineks (Maw 2002: 186).

Rasvhapped erinevad süsinikahela ja kaksiksidemete arvu poolest. Kaksiksidemeteta rasvhapped või küllastunud rasvhapped on toatemperatuuril rohkem tahkemas ja kõrgema sulamistemperatuuriga, võrreldes küllastumata rasvhapetega, mis sisaldavad vähemalt ühte kaksiksidet süsinikahelas. Mida suurem on kaksiksidemete arv, seda madalam on küllastumise aste ja rasva sulamistemperatuur ning pehmem konsistents toatemperatuuril (Baer 2012: 1).

Peki kvaliteeti saab kõige lihtsamalt hinnata selle tihkuse järgi. Pehme peki puhul kaasnevad sageli probleemid, mille tulemusena pekk eraldub kergesti lihast. Peekoni puhul põhjustab pehme pekk sageli väga suuri viilutamise kadusid. Samuti rikub pehme pekk pakendatud toote välimust. Pehme pekk võib põhjustada probleeme vorstide tootmisel. Üldiselt on pehmet ja õlist pekki väga vähesel määral võimalik töödelda, samuti suureneb sealjuures rasva rääsumise risk (Sosnicki 2009: 1).

## 1.6. Tõu mõju lihas- ja rasvkoe tehnoloogilistele omadustele

Tehnoloogilise kvaliteedi all mõeldakse mitmeid kompleksseid ja varieeruvaid omadusi, mis sõltuvad mitmetest vastastikku toimivatest teguritest, näiteks genotüüp, söötmine, sigade tõug, sigade tapmiseelne käitlemine, uimastamine, tapmismeetodid, liha jahutamine ja ladustamine (Pöldvere jt 2011<sup>b</sup>: 53).

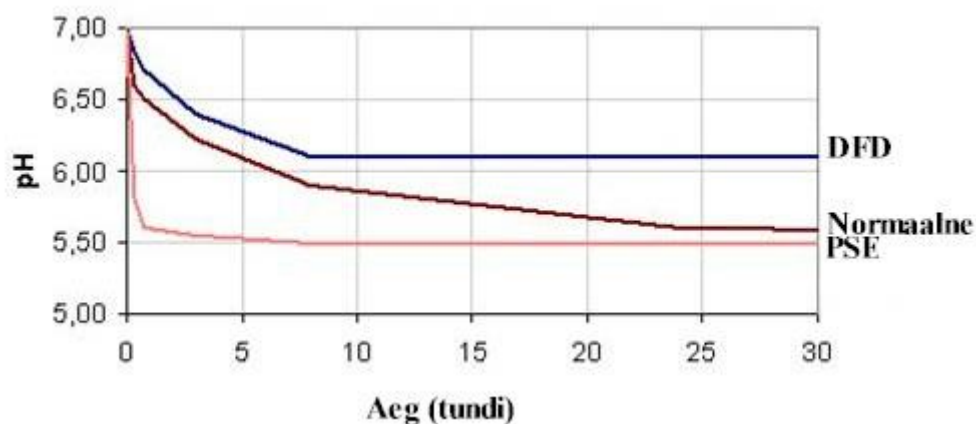
Sigade söötmine ja genotüüp on tegurid, mis mõjutavad eelkõige liha rasvasisaldust, keemilist koostist ja säilivust, nendest teguritest omakorda sõltuvad veehoidmisvõime ja värvus (Pöldvere jt 2011: 53).

Tehnoloogilised näitajad aitavad hinnata liha kõlblikkust töötlemiseks kodustes või tööstuslikes tingimustes. Nende puhul peab täpselt arvestama, milliseks otstarbeks liha kasutatakse. Näiteks liha veesidumisvõime: keeduvorstide, restruktureeritud lihasaaduste puhul on vajalik võimalikult suur liha veesidumisvõime, toorsuitsuvorstide puhul – vastupidi, liha peab eraldama vett, sest valmistoote niiskussisaldus on madal (Rei 1999: 133).

Liha **pH-väärtus** mõjutab mitmeid kvaliteedinäitajaid: värvust, maitset, veesidumisvõimet, õrnust. Kuigi pH on kiiresti muutuv ja erinev ka sama rümba eri lihastes ning isegi sama lihase eri piirkondades (pinnal, sügavuses), on see sageli näitajaks, mille alusel otsustatakse liha kasutamise viis, näiteks kõrge pH-ga DFD-liha ( $\text{pH} > 6,0$ ) ei sobi fermenteeritud toodete ja toorsuitsusaaduste valmistamiseks (Rei 1999: 142).

Elusa sea liha pH on tavaliselt veidi üle 7 (joonis 5). Normaalse liha korral võib pH-väärtus pärast tapmist langeda vahemikku 5,4–5,7. Kui algne glükogeenisisaldus on madal, jääb pärast tapmist kõrgeks ka pH-tase ja tegemist on DFD (tume, tuim, kuiv) lihaga. Kui pH-

tase lihas langeb kiiresti alla 5,3 (kuni 1,5 tunniga), mõjutab see lihaskoe valke ning tekib PSE-liha (hele, pehme, vesine). Seega avaldab liha pH-tase väga tugevat mõju selle värvusele ja veesidumisvõimele ning mõjutab osaliselt ka liha maitset, õrnust ja tapajärgset seisundit (Swatland jt 2002: 199).



**Joonis 5.** pH väärtuse ja ajafaktori seos PSE ja DFD liha tekkega

[[http://www.young-train.net/multimedia/tutorials/muscle\\_ph/page\\_08.htm](http://www.young-train.net/multimedia/tutorials/muscle_ph/page_08.htm)], 13.04.2015

Liha **veesidumisvõime** tähendab liha omadust siduda või hoida endas sisalduvat vett. Liha veesisaldus on 64–80%, lihaskoe veesisaldus – umbes 75%. Liha veesidumisvõime määrab paljud liha ja lihasaaduste füüsikalised, keemilised, organoleptilised ja tehnoloogilised omadused: toore liha värvuse, tuimuse, toote saagise, mahlasuse, õrnuse, struktuuri jne. Liha veesidumisvõimel on otsene seos liha massikadudega säilitamise ajal. Kui lihal on madal veesidumisvõime, siis on tal säilitamise ajal suur vee- ja massikadu. Vee kadu lihast säilitamise ajal toimub vee aurumise tõttu liha pinnalt, seega mida suurem on liha pind, seda suurem on ka massikadu (Rei 1999: 134).

**Tilkumiskadu** on olnud aastate jooksul üks neist sealiha kvaliteedi parameetritest, mis on olnud üha kasvava tähelepanu all. Kasvav huvi on tekitanud mitmeid tilkumiskao määramise meetodeid. Neist kõige enam on rahvusvahelist tunnustust leidnud Honikeli (1987) koti meetod. Meetod ise on aga üsnagi ruumimahukas ja võetud proovid on üsna mõjutatavad, seega peab tegutsema väga ettevaatlikult. Tuleb jälgida, et lihatükid ei puutuks teineteise vastu. Uue, proovide võtmise poolelt märksa vähem tundlikuma meetodi töötasid

välja Rasmussen ja Andersson (1996) – tuntud on see kui EZ-tilkumiskao meetod. *Longissimus thoracis* lihasest võetakse 24 tundi pärast tapmist ringikujulise noaga kaks 2,5 cm diameetriga umbes 10-grammist proovitükki. Need asetatakse sõelaga plastiktopsi ja kaalutakse, 48 tunni möödudes kaalutakse lihaga proovitops uuesti. Tilkumiskadu väljendatakse protsentides esialgse lihatüki massi suhtes. Nimetatud meetod võimaldab võtta proovitüki ka lihasest, mille välimus sarnaneb PSE-tunnustega lihale (heledad laigud lihases) (Christensen 2003: 469).

**Keedukadu ja toote väljatulek** (pärast soolamist, suitsutamist ja järgnevat kuumtöötlemist) on tähtis liha tehnoloogilise kvaliteedi näitaja. Lisaks eeltoodule on keedukadu ka sensoorselt määratav, kuna suurem vedeliku kadu tähendab ka väiksema mahlasusega toodet. Sealiha keedukadu ja toote väljatulekut enne termilist töötlemist on võimalik määrata värske liha kvaliteedi põhjal (Bertram jt 2003: 707).

Keedukadu on vedelate ja lahustuvate ainete kombineeritud kadu lihast selle termilisel töötlemisel. Temperatuuri tõustes liha vedelikusisaldus väheneb ning rasva- ja valgusisaldus suureneb, mis viitab sellele, et põhiosa keedukaost moodustab vesi. Vedelikukadu põhjustab tõenäoliselt liha küpsemisel kuumusest tulenev valkude denaturatsioon, mille tõttu valgu struktuurides olevad kapillaarid lukustavad vähem vett (Aaslyng jt 2003: 285).

## 1.7. Lihakvaliteedi tunnuste vahelised seosed

Liha õrnuse geneetiline korrelatsioon lihasesisese rasvasisaldusega ja kollageenisaldusega oli nõrk (vastavalt  $r = -0,09$  ja  $r = 0,26$ ), kuid geneetiline seos kollageeni ja lihasesisese rasvasisalduse vahel oli keskmine ( $r = 0,43$ ), mis näitab lihasesisese rasva suurenemisel ka sidekoe hulga suurenemist. Lihakvaliteedi näitajate geneetiline korrelatsioon näitas, et lihasesisese rasvasisalduse suurenedes paraneb liha veesidumisvõime. Samas selgub, et lihasesisene rasvasisaldus ja liha õrnus pole omavahel soetud. De Vries jt (1994: 281) leidis madala negatiivse korrelatsiooni ( $r = -0,10$ ) lihasesisese rasvasisalduse ja lõikejõu tugevuse vahel. Sellier (1998: 473) sai keskmiseks geneetiliseks korrelatsiooniks liha õrnuse ja lihasesisese rasvasisalduse vahel 0,15. Suzuki jt (2005: 2062) leidsid negatiivse tugeva

( $r = -0,70$ ) ja mõõduka ( $r = -0,42$ ) geneetilise seose lihasesisese rasva ning tilkumiskao ja keedukao vahel. Need tulemused näitavad, et värske ja küpsetatud liha veehoidmise võime paranes lihasesisese rasvasisalduse suurenemisega. Siiski, Hovenier jt (1992: 311) leidsid, et geneetiline ja fenotüübiline seos lihasesisese rasva ja tilkumiskao vahel oli peaaegu olematu (vastavalt  $r = -0,07$  ja  $r = -0,03$ ). Erinevus tulemustes võib tuleneda tõugudevahelisest erinevusest, kus Suzuki jt (2005: 2062) leidsid djuroki tõu lihasesisese rasva sisalduseks 4,25%, mis oli kõrgem kui teistes uurimustes.

Liha õrnus oli seotud negatiivselt keskmise seljapeki paksusega ( $r = -0,59$ ), kuid positiivselt pikima seljalihase pindalaga ( $r = 0,32$ ). Sellier (1998: 472) kirjeldas üldist kuid mõõdukat geneetilist vastuolu rümba tailiha ja rasva vahekorras.

Lihasesisene rasvasisaldus oli seotud nõrgalt positiivselt seljapeki paksusega ja nõrgalt negatiivselt selja pikima lihase pindalaga. Madal geneetiline ja fenotüübiline korrelatsioon (vastavalt  $r = 0,28$  ja  $r = 0,22$ ) lihasesisese rasva ja pekipaksuse vahel viitab nendevahelisele nõrgale seosele (Suzuki jt 2005: 2062). Lihasesisene rasvasisaldus on geneetiliselt seotud rümba rasvasusega (Sellier 1998: 472).

Mõõdukas geneetiline ja fenotüübiline korrelatsioon (vastavalt  $r = 0,42$  ja  $r = 0,43$ ) leiti lihasesisese rasvasisalduse ja liha värvuse näitaja  $L^*$ -väärtuse vahel. See näitab, et kõrge- ma lihasesisese rasvaga liha on värvuselt heledam. Vastupidiselt, negatiivne tugev geneetiline seos ( $r = -0,51$ ) oli lihasesisese rasvasisalduse ja pH vahel, mis näitab, et suurema lihasesisese rasvaga lihal on madalam pH (Suzuki jt 2005: 2062). Lisaks leidsid nad mõõduka ( $r = 0,43$ ) geneetilise seose kollageeni- ja lihasesisese rasvasisalduse vahel. Lahustumatu kollageeni geneetiline suurenemine, mis on üks lihasesisese rasva elemente, võib olla seotud rasva hulga suurenemisega lihastes (Suzuki jt 2005: 2062).

Väidetakse, et heleda liha geneetiline parandamine viib pehme liha tekkimiseni, kuna õrnus on seotud liha värvuse standardi ja  $L^*$ -väärtusega (vastavalt  $r = 0,59$  ja  $r = -0,59$ , Suzuki jt 2005: 2062).

Suzuki jt (2005: 2063) leidsid, et liha värvuse näitaja  $L^*$ -väärtus oli positiivselt seotud pekipaksusega ( $r = 0,55$ ). Samuti näitasid nende uurimistulemused, et valik õhema pekipaksuse suunas vähendab liha õrnust ja suurendab liha värvust. Geneetiline korrelatsioon selja

pikima lihase pindala ja tilkumiskao vahel oli tugevalt positiivne ( $r = 0,64$ ).

Suzuki jt (2005: 2063) leidsid geneetilise ( $r = 0,01$ ) ja fenotüübilise ( $r = 0,35$ ) seose tilkumis- ja küpsetuskao vahel. Sellier (1998: 471) leidis kõrgema geneetilise korrelatsiooni  $r = 0,66$ , kuid Huff-Lonergan jt (2002: 1) madalama, kuid statistiliselt olulise fenotüübilise ( $r = 0,16$ ) seose tilkumiskao ja küpsetuskao vahel. Suzuki jt (2001: 216) arvutasid madala fenotüübilise seose ( $r = 0,19$ ) tilkumiskao ja küpsetuskao vahel. Seega tilkumis- ja küpsetuskadu võivad kasutada erinevat vee säilitamise mehhanisme.

Suzuki jt (2005: 2062) leidsid madala geneetilise ja fenotüübilise seose (vastavalt  $r = 0,26$  ja  $r = 0,00$ ) õrnuse ja kollageenisalduse vahel. Ka Hovinier jt (1993: 2021) said madala fenotüübilise seose ( $r = 0,26$ ) nende tunnuste vahel. Seega mõjutab kollageeni sisaldus vähesel määral liha õrnust. Wheeler jt (2002: 986) leidsid, et üks ja seitse päeva pärast tapmist oli pikima seljalihase fenotüübiline korrelatsioon õrnuse ja sarkomeeride pikkuse vahel vastavalt  $r = 0,67$  ja  $r = 0,14$  ning seos kollageeni sisaldusega oli  $r = -0,21$  ja  $r = -0,33$  ja desmiini lagunemisega  $r = -0,08$  ja  $r = 0,67$ . Vastupidiselt sellele, Suzuki jt (2005: 2062) leitud tugev geneetiline seos ( $r = -0,64$ ) kollageenisalduse ja küpsetuskao vahel näitas, et valikul suurema kollageenisalduse suunas vähenab liha küpsetuskadu. Kollageenisalduse tõus näib kude stabiliseerivat, vähendades sellega liha küpsetuskadu. Lisaks eelnevale leidsid Suzuki jt (2005: 2062), et kollageenisalduse ja pH vahel oli mõõdukas geneetiline seos.



## 2. UURIMISTÖÖ METOODIKA

### 2.1. Katsesigade valik

Katsesse valiti juhuvaliku põhimõttel 40 siga, kes pärinesid järgmisest neljast tõukombinatsioonist (igäühel 10 siga). Djuroki tõugu kultide (D) ning djuroki ja eesti maatõu (L) ristandkultide ristamisel eesti suurt valget tõugu (Y) ja eesti maatõu ristandemistega saadi nn värvilistest tõugudest ristandid (DxYL, DLxYL). Lisaks värviliste tõugude ristandjärglastele kasutati katses kahe kontrollgrupina (mõlemas 10 siga) valgete tõugude järglaste kombinatsioone (puhtatõuline eesti maatõug kult paaritatud eesti maatõugu emisega (LxL) ning eesti suurt valget tõugu kult ristatud eesti maatõugu emisega (YxL). Sead valiti katsesse kasutades sigade jõudluskontrolli andmete kogumise programmi „Possu“. Kuna uuritavad sead olid farmides eelnevalt märgistatud, oli võimalik jälgida ka nende tõulisust. Kõikides farmides söödeti sigu sarnase koostisega kuivsöödaga (tabel 1).

**Tabel 1.** Katsesigade söödaratsiooni koostis

Koostis	Kesik 25–60 kg	Nummik >60 kg
Kuivaine, %	87,6	87,9
Metaboliseeruv energia, MJ	12,6	12,4
Toorproteiin, %	16,0	15,0
Toorrasv, %	3,4	3,0
Toorkiud, %	5,5	5,5
Toortuhk, %	5,1	4,8
Lüsiin, g	9,8	9,8
Metioniin, g	2,8	2,6
Ca, g	7,0	6,4
P, g	6,3	6,7
Na, g	1,5	1,5

Uurimuses kasutatud lihased ja pekiproovid võeti kahe Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmesfarmi tapapunktis tapetud sigade rümpadelt.

Kõik analüüsid teostati ajavahemikul november–detsember 2014. Lihasure näitajad määrati tapajärgselt (45 minutit pärast tapmist) farmi tapapunkti jahutuskambris. Pärast sigade tapmist ja lihakehade töötlemist poolitati searümbad piki selgroogu ning rümbapooled kaaluti 0,1 kg täpsusega. Samuti võeti tapapunktis searümba seljaosast selja pikimast lihast (*Longissimus thoracis*) 6.–7. roide kohalt umbes 1 kg raskune proovitükk, mis koosnes seljalihast ja selle peale jäävast pekikihist. Proovid transporditi EMÜ toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna sealiha uurimise laboratoriumisse ja säilitati külmkapis 4 °C juures. Järgnevalt määrati proovitükkidest võetud proovidest vastavaid meetodikaid kasutades liha ja peki kvaliteedi parameetrid.

## **2.2. Nuumajõudluse näitajate määramine**

Nuumajõudlusnäitajatest määrati sea tapavanus ja ööpäevane massi-iive ning rümba massi-iive. Tapmisvanuseks arvestati päevade arvu sea sünnist kuni tapamiseni lihatööstuses. Sea ööpäevane massi-iive ja rümba massi-iive saadi vastavalt sea elusmassi ja rümbamassi jagamisel sea vanusega.

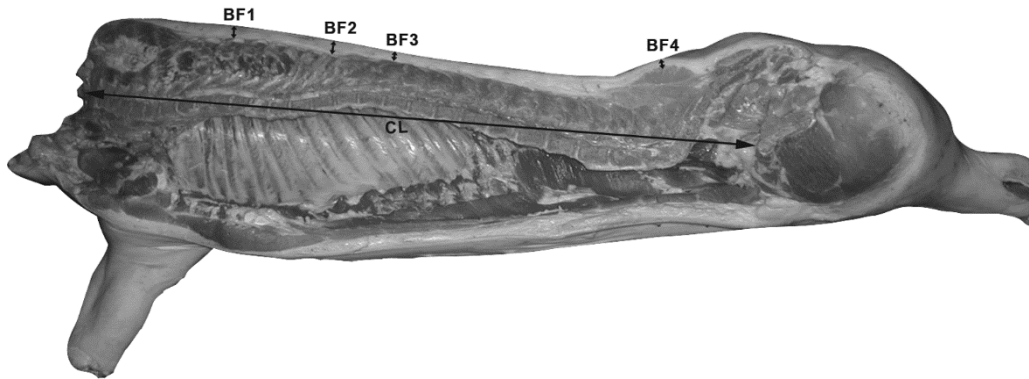
## **2.3. Rümba näitajate määramine**

### **2.3.1. Rümbapikkus**

Rümbapikkus mõõdeti tapajärgselt jahutatud poolrümpadel mõõdulindi abil. Rümbapikkus mõõdeti kaelalüli kraniaalsest servast kuni häbemelu liiduse eesmise servani (CL) (joonis 7).

### **2.3.2. Seljapeki paksus**

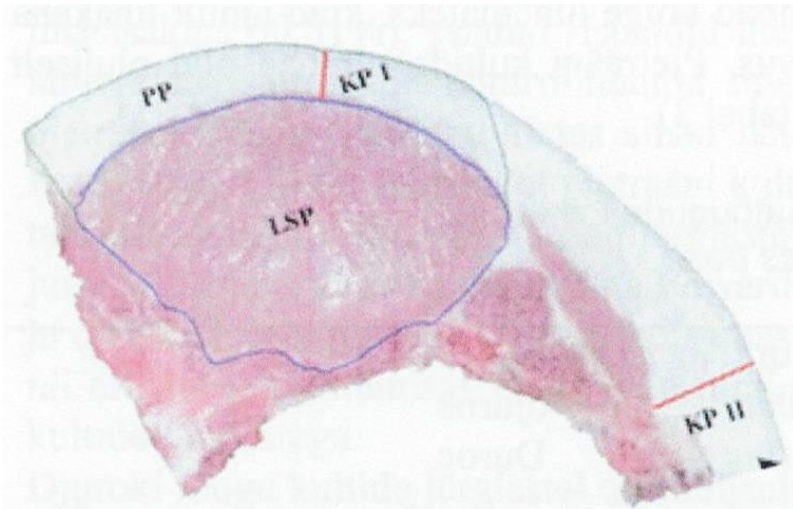
Pekipaksused määrati õlgmiku paksemalt kohalt, 6.–7. roide kohalt, selja õhemalt kohalt ja keskse tuharalihase (*Glutaeus medius*) kõrgemast punktist (joonis 7).



**Joonis 7.** Pekipaksused mõõdeti: BF 1 – õlgmiku paksem koht; BF 2 – 6.–7. roide kohal; BF 3 – keskse tuharalihase (*Glutaeus medius*) kõrgemast punktist. Rümbapikkus: CL – esimese kaelalüli kraniaalsest servast kuni häbemelu liiduse eesmise servani

### 2.3.3. Lihassilma pindala

Rümba parempoolne külg poolitati horisontaalselt 13. ja 14. selgroolüli vahelkohalt. Statiivile asetatud fotoaparaadiga tehti pilt lihassilmast ja selle peale jäävast pekikihist. Seejärel salvestati foto arvutisse ja spetsiaalse lihassilma määramise programmiga Scan Star määrati lihassilma pindala, peki pindala ja küljepeki paksused, mis on mõõdetud lihassilma peale jääva pekikihi õhemast kohast ja kaudodorsaalse saaglihase (*Caudalis serratus dorsalis*) eesosast (joonis 8).



**Joonis 8.** Arvutitarkvaraga Scan Star mõõdetud näitajad. LSP – selja pikima lihase pindala, PP – peki pindala, KP I – peki paksus õhemast kohast, KP II – peki paksus kaudodorsaalse saaglihase (*Caudalis serratus dorsalis*) eesosast (Ingenieurbüro R. Matthäus 2011<sup>a</sup>)

#### 2.3.4. Lihase indeks

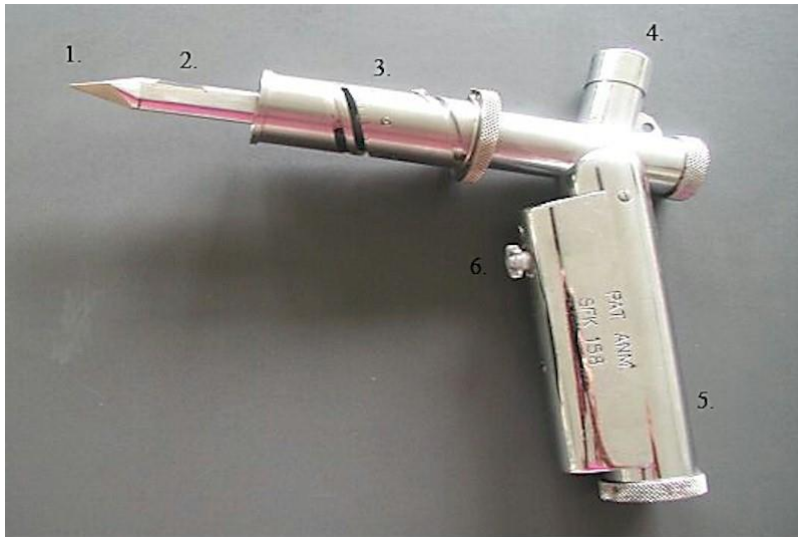
Lihase indeks näitab lihassilma suhet peki pindalasse. Lihase indeks arvutatakse järgneva valemiga:

$$\text{Lihase indeks} = \frac{\text{Peki pindala (cm}^2\text{)}}{\text{Lihassilma pindala (cm}^2\text{)}} \quad (1)$$

#### 2.3.5. Rümbe tailihasisaldus

Rümbe tailihasisaldus määrati intraskoobiga, mis on mehhaaniline, püstolikujuuline searümpade tailihasisalduse määramise mõõtmisseade. Aparaadil on kuusnurkne 12 mm laiune optiline sond, mille tipus on teravik naha läbistamiseks (joonis 9). Tailihamõõtur on

varustatud liikuva millimeeterskaalaga trumliga, nimetissõrme alla jääva lülitiga, valgusallikaga sondi terapoolses otsas ning aknakesega käepidemepoolses otsas, mille kaudu on klassifitseerijal võimalik näha, kust kulgeb sea seljas peki ja selja pikima lihase vaheline piirjoon (Alt 2006: 15).



**Joonis 9.** Intraskoop (1 – teravik, 2 – aken koos valgusallikaga, 3 – millimeeterskaalaga trummel, 4 – aken, 5 – käepide, 6 – lüliti) (Alt, A)

## 2.4. Sealiha ja seljapeki keemiliste näitajate määramine

### 2.4.1 Niiskusesisaldus

Liha niiskusesisalduse määramiseks kasutati meetodikat, mis vastab Eesti Vabariigi standardile EVS–ISO 1442:1999 „Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine (põhimeetod)“.

Liha ja lihatoodete niiskusesisaldus on uuritava proovi massi vähenemine jagatuna proovi massiga. Niiskusesisaldus väljendatakse massiprotsentides.

**Põhimõte.** Uuritava proovi põhjalik segamine liivaga ja kuivatamine konstantse massini  $103 \pm 2$  °C juures. Metoodikat on võimalik rakendada proovidele, mille niiskusesisaldus jääb vahemikku 1–90%.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovide võtmine toimus vastavalt standardile EVS 723:1995. Proovid vabastati kestast või nahast ja homogeniseeriti mikrokutris 15 sekundit kiirusega 7000 rpm. Saadud proov säilitati külmikus õhukindlalt suletud nõus ja selle analüüs toimus 24 tunni jooksul.

**Määramine.** Büks liiva ja klaaspulgaga asetati lahtiselt ilma kaaneta kuivatuskappi ning kuivatati 30 minutit  $103 \pm 2$  °C juures konstantse massini. Liiva võeti hulgas, mis ületas kaks kuni kolm korda proovi kaalutise. Kaanega kaetud büksil lasti eksikaatoris jahtuda toatemperatuurini. Seejärel teostati kaalumine ( $m_0$ ), tulemused fikseeriti 0,001 grammi täpsusega. Büksi viidi 5–8 grammi homogeniseeritud proovi. Büks koos sisu ja klaaspulgaga kaaluti ( $m_1$ ), tulemused fikseeriti 0,001 grammi täpsusega. Büksi sisu segati klaaspulgaga. Büks koos proovimaterjali ja klaaspulgaga kuivatati kaks tundi  $103 \pm 2$  °C juures. Kaanega kaetud büks asetati eksikaatorisse ja jahutati toatemperatuurini. Seejärel teostati kaalumine ( $m_2$ ), tulemused fikseeriti 0,001 grammi täpsusega.

Kuivatamise, jahutamise ja kaalumise protseduure korrati seni, kuni kahe järjestikuse kaalumise tulemuste vahe, kuivatades üks tund, ei ületa 0,1% katsekoguse massist.

**Tulemuste esitamine.** Niiskusesisaldus  $w$  leiti massiprotsentides, kasutades järgmist valemit (EVS–ISO 1442:1999):

$$w_a = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (2)$$

kus

$m_0$  – büksi mass koos klaaspulga ja liivaga, grammides;

$m_1$  – büksi mass koos katsekoguse, liiva ja klaaspulgaga enne kuivatamist, grammides;

$m_2$  – büksi mass koos katsekoguse, liiva ja klaaspulgaga pärast kuivatamist, grammides;

Tulemused ümardati ühele kümnendkohale pärast koma.

## 2.4.2. Valgusisaldus

Lihaskoe valgusisaldust määrati Kjeltec seadmega (joonis 10) (Tecator Application Note AN 30/81) Eesti Vabariigis kehtiva EVS–ISO 937:1978 „*Meat and meat products – Determination of nitrogen content (Reference method)*” ja AOAC Official Method 981.10 – „*Crude protein in Meat*” standardi kohaselt.



**Joonis 10.** Valgusisalduse määramise seade Kjeltec (Pöldvere, A)

Liha ja lihasaaduste valgusisaldus on valgu mass, mis vastab allpool esitatud tingimustel määratud ammoniaagi hulgale, suhtena proovi massi. Valgusisaldus väljendatakse massiprotsentides.

**Põhimõte.** Katsekogus tuhastati kontsentreeritud väävelhappega kasutades katalüsaatorina vask(II)sulfaati. Seejuures muundus orgaaniline lämmastik amooniumioonideks. Keskkonna leelistamisel eralduv ammoniaak destilleeriti vastuvõtjas olevasse boorhappelahusesse, millest seejärel soolhappega tiitrimisel määrati boorhappega seotud ammoniaagi hulk. Viimase alusel arvutati lämmastikusisaldus proovis ning edasi valgusisaldus.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovide võtmine teostati EVS 723:1995 standardi kohaselt. Lihaproovid vabastati kestast või nahast ja homogeniseeriti mikrokutris 15 sekundit kiirusel 7000 rpm. Saadud proov säilitati külmikus õhukindlalt suletud nõus ja selle analüüs toimus 24 tunni jooksul.

**Määramine.** Umbes kaks grammi proovi kaaluti 0,001 grammi täpsusega rasvakindlale paberiile. Rasvakindel paber koos prooviga asetati põletuskolbi, seejärel lisati põletuskolbi katalüsaatoriks kaks Kjeltabsi tabletti ja 12 ml kontsentreeritud väävelhapet (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Kolvid koos restiga asetati põletusblokki, kus toimus 420 °C juures kuumutamine, mis kestis 60 minutit. Kuumutamise vältel jälgiti, et happaurude äratõmme oleks ettenähtud intensiivsusega. Esimesed viis minutit pidi äratõmme olema maksimaalne, hiljem aga tuli äratõmbe intensiivsust vähendada, et vältida väävelhappe liigset kadu, mis võis omakorda põhjustada lämmastiku kadu. Pärast põletamist lasti vedelikuga kolvidel jahtuda.

Jahutatud kolvid põletatud prooviga asetati automaatanalüsaatorisse, kus proovi lahjendati 80 ml destilleeritud veega ning lisati 50 ml 40% naatriumhüdroksiid (NaOH) lahust. Eralduv ammoniaak destilleeriti veeauruga vastuvõtjas olevasse 1% boorhappelahusesse ja tiitriti automaatselt standardiseeritud 0,2 N soolhappe (HCl) lahusega. Katsetulemuste õigsuse tagamiseks teostati enne analüüsiseeria algust tiitrimise tühikatse.

**Tulemuste esitamine.** Lämmastikuisaldus leiti massiprotsentides, kasutades järgmist valemit (EVS–ISO 937:1978):

$$\%N = 0,0014 \times (V_1 - V_0) \times \frac{100}{m} \quad (3)$$

kus

$V_0$  – tühikatse tiitrimiseks kulunud 0,2N soolhappe (HCl) lahuse hulk;

$V_1$  – proovi tiitrimiseks kulunud 0,2 N soolhappe (HCl) lahuse hulk;

$m$  – katsekoguse mass, grammides.

Kui kasutatud soolhappe (HCl) standardlahus ei ole täpselt ettenähtud kontsentratsiooniga, tuleb tulemuste arvutamisel kasutada korrigeerivat koefitsenti (EVS–ISO 937:1978):

$$\% Valk = N \times F \quad (4)$$

$F$  – proteiini faktor liha puhul 6,25.

Tulemus ümardati ühele kümnendkohale pärast koma.



### 2.4.3. Tuhasisaldus

Lihaskoe tuhasisalduse määramiseks kasutati meetodikat, mis vastab standardile ISO 936:1998 „*Meat and meat products – Determination of total ash*“

**Põhimõte.** Uuritav proov kuivatati, söestati ja tuhastati temperatuuril  $550 \pm 25$  °C. Pärast jahutamist jääk kaaluti.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovide võtmiseks kasutati EVS 723:1995 standardit. Lihaproovid vabastati kestast või nahast ja homogeniseeriti 15 sekundit mikrokutris kiirusega 7000 rpm. Saadud proov säilitati külmikus õhukindlalt suletud nõus ja selle analüüs toimus 24 tunni jooksul.

**Määramine.** Porselantiigel asetati muhvelahju (joonis 11) ja kuumutati 20 minutit  $550 \pm 25$  °C juures. Tiiglil lasti eksikaatoris (joonis 12) jahtuda toatemperatuurini. Seejärel teostati kaalumine ( $m_0$ ), tulemused fikseeriti 0,1 mg täpsusega. Tiiglisse viidi 1,5-2 grammi homogeniseeritud proovi ja teostati kaalumine ( $m_1$ ), tulemused fikseeriti 0,1 mg täpsusega. Tiigel koos prooviga asetati jahedasse muhvelahju ja lasti temperatuuril järk-järgult viie kuni kuue tunni jooksul tõusta  $550 \pm 25$  °C juurde. Kuumutamist jätkati  $550 \pm 25$  °C juures, kuni tuhk muutus hallikas-valgeks. Tavapärane kuumutamistsükli kestus oli viis tundi. Seejärel võeti tiigel koos tuhaga muhvelahjust ja asetati eksikaatorisse jahtuma. Pärast jahutamist teostati kaalumine ( $m_2$ ), tulemused fikseeriti 0,1 mg täpsusega.



Joonis 11. Muhvelahi (Pöldvere, A)



Joonis 12. Eksikaator (Pöldvere, A)

**Tulemuste esitamine.** Tuhasisaldus  $w_a$  leiti massiprotsentides, kasutades järgmist valemit (ISO 936:1998):

$$w_a = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (5)$$

kus

$m_0$  – tühja tiigli mass, grammides;

$m_1$  – tiigli mass koos katsekogusega enne tuhastamist, grammides;

$m_2$  – tiigli mass koos tuhaga, grammides.

Tulemused ümardati kahele kümendikohale pärast koma.

#### 2.4.4. Rasvasisaldus

Lihaskoe rasvasisalduse määramiseks kasutati EVS–ISO 1444:1996 standardit “*Liha ja lihatooted – vaba rasvasisalduse määramine*” ja AOAC Official Method 991.36 – „*Fat (Crude) in Meat and Meat Products*”.

**Põhimõte.** Vastavalt EVS–EN ISO 661:2005 standardile ettevalmistatud uuritavast proovist vaba rasva eraldamine petrooleetriga Soxhlet tüüpi ekstraktoris (joonis 13).



**Joonis 13.** Soxhlet aparaat (Pöldvere, A)

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovide võtmine toimus vastavalt standardile ISO 5555:2001 „*Animal and vegetable fats and oils – Sampling*“. Proovid valmistati ette vastavalt standardile EVS–EN 661:2005 – „*Loomsed ja taimsed rasvad ja õlid. Katseproovide ettevalmistamine*“.

**Määramine.** Umbes 0,5 grammi homogeniseeritud proovi kaaluti ( $m_1$ ) 0,001 grammi täpsusega, asetati filterpaberist ekstraktsiooni hülssi ning kuivatati kuivatuskapis üks tund  $103 \pm 2$  °C juures ning jahutati eksikaatoris toatemperatuurini.

Alumiiniumist ekstraktsioonikolvid kuivatati 30 minutit  $103 \pm 2$  °C juures konstantse masini, jahutati eksikaatoris toatemperatuurini, kaaluti 0,001 grammi täpsusega ( $m_2$ ) ning täideti 70 ml petrooleetriga.

Ekstraktsioonihülssid prooviga ja ekstraktsioonikolvid petrooleetriga asetati ekstraktorisse ning alustati automaatset ekstraktsiooni. Ekstraktsiooni viidi läbi 135 °C juures. Ekstraktsiooniprotsess koosnes neljast etapist:

1. Proovi keetmine petrooleetris – 30 minutit;
2. Proovi läbiuhtmine petrooleetriga – 80 minutit;
3. Petrooleetri eemaldamine – 12 minutit;
4. Ekstraktsioonikolvide jahutamine – 10 minutit.

Ekstraktsioonikolvid koos rasvaga viidi kuivatuskappi, kuivatati 30 minutit  $103 \pm 2$  °C juures, jahutati eksikaatoris toatemperatuurini ning kaaluti 0,001 grammi täpsusega ( $m_3$ ).

**Tulemuste esitamine.** Eraldunud rasvakogus  $w$  väljendatakse massiprotsentides proovi kohta, kasutades järgmist valemit (EVS–ISO 1444:1996):

$$w = \frac{(m_3 - m_2)}{m_1} \times 100 \quad (6)$$

kus

$m_1$  – proovi mass, grammides;

$m_2$  – ekstraktsioonikolvi mass tühjana, grammides;

$m_3$  – ekstraktsioonikolvi mass koos rasvaga, grammides.

Tulemus ümardati ühele kümnendohale pärast koma.

**Korratavus.** Samas laboris sama analüüsija poolt samade seadmetega lühikese ajavahemiku jooksul tehtud kahe sõltumatu üksiktulemuse vaheline absoluutne erinevus, kui need on

tehtud kasutades sama meetodit ja identset uuritavat proovi, ei tohi ületada valemis toodud  $r$  väärtust (EVS–ISO 1444:1996):

$$r = -0,005 + 0,06 \bar{w} \quad (7)$$

kus  $\bar{w}$  on rasvasisalduse kahe paralleelmääramise tulemuse keskmine, väljendatuna massiprotsentides.

#### 2.4.5. Niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus seljapekis

Niiskuse ja lenduvate osakeste sisalduse määramiseks seljapekis kasutati EVS–ISO 662:2001 standardit „*Loomsed ja taimsed rasvad ja õlid – niiskuse ja lenduvate osakeste sisalduse määramine*“.

Niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus on uuritava proovi massi vähenemine standardis kirjeldatud toimingute tulemusena, jagatuna proovi massiga. Tulemused väljendatakse massiprotsentides.

**Põhimõte.** Uuritava proovi kuumutamine konstantse massini  $103 \pm 2$  °C juures ja massikaotuse määramine vastavalt standardile.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovide võtmine toimub vastavalt standardile ISO 5555:2001, proovide ettevalmistamine vastavalt standardile ISO 661:2005.

**Määramiskäik.** Porselantiigel asetati kuumutusplaadile ning kuivatati  $103 \pm 2$  °C juures konstantse massini, lasti eksikaatoris toatemperatuurini jahtuda ja kaaluti täpsusega 0,001 grammi ( $m_0$ ). Tiiglisse asetati umbes 5 grammi proovi ja tiigel koos prooviga kaaluti 0,001 grammi täpsusega ( $m_1$ ). Katseanumat koos prooviga kuumutati kuumutusplaadil  $103 \pm 2$  °C juures 45 minutit. Kuumutamise kestel jälgiti mullide eraldumist tiiglist. Tiigil lasti eksikaatoris jahtuda toatemperatuurini ning kaaluti 0,001 grammi täpsusega ( $m_2$ ). Kuumutamise, jahutamise ja kaalumise protseduure korrati niikaua, kuni kahe järjestikuse kaalumise tulemuste ( $m_2$ ) vahe ei ületa 2 mg.

**Tulemuste esitamine.** Niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus  $w_a$  leiti massiprotsentides kasutades järgmist valemit (EVS–ISO 662:2001):

$$w_a = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (8)$$

kus

$m_0$  – tühja tiigli mass, grammides;

$m_1$  – tiigli mass koos katsekogusega enne kuumutamist, grammides;

$m_2$  – tiigli mass koos katsekogusega pärast kuumutamist, grammides.

#### 2.4.6. Kõrnete määramine seljapekist

Kõrned on valku sisaldav rasvasulatus jäänus, millest on osaliselt eraldatud vesi ja rasv. Kõrned tekkisid seljapeki proovi massi vähenemisel selle kuumutamisel ja rasva filtreerimisel, mida väljendatakse massikao suhtena.

**Põhimõte.** Uuritava proovi kuumutamine konstantse massini  $103 \pm 2$  °C juures ja massikao määramine.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovimaterjalina kasutati „Niiskuse ja lenduvate ühendite sisaldus seljapekis“ analüüsi tulemusena järele jäänud materjali.

**Määramiskäik.** Porselantiiglis olev rasv koos kõrnetega kaaluti. Kõrned ja rasv asetati filterpaberiga klaasnõusse  $103 \pm 2$  °C juurde tunniks ajaks kuivatuskappi imenduma. Pärast kuumutamist asetati klaasnõu proovimaterjaliga eksikaatorisse jahtuma. Toatemperatuurini jahutatud kõrned kaaluti ja leiti massikadu, mis väljendati protsentides.

## 2.5. Sealiha ja seljapeki tehnoloogiliste näitajate määramine

Sealiha tehnoloogilised näitajad määrati selja pikimast lihasest (*Longissimus thoracis*) võetud proovide alusel. Lihase pH<sub>45</sub> mõõdeti tapajärgselt vahetult tapapunktis asuval rümbal. Ülejäänud tehnoloogilised näitajad määrati EMÜ Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna lihalaboris.

### 2.5.1. Veesisaldus

Liha veesisalduse määramiseks kasutati Grau ja Hammi (1952, 1957) meetodit, mida 1962. aastal muutsid Volovinskaja ja Kjeldman. Meetod põhineb lihast eralduva vee hulga kindlakstegemise printsiibil, kus selja pikimast lihasest lõigatud 0,3 grammine liha kaalutis pandi viieks minutiks tuhavabale 150 millimeetrise läbimõõduga filterpaberile (nr 43, MN 640m) ühe kilogrammise raskuse alla kahe klaasi vahele. Laiaks vajutatud liha ja märja laigu pindalad mõõdeti arvutiprogrammiga Scan Star ning leiti lihast filterpaberile eraldunud vesise ala pindala (Ingenieurbüro R. Matthäus 2011<sup>a</sup>). Liha veesisalduse iseloomustab liha võimet hoida endas vett ning seda väljendatakse protsentides liha massi suhtes.

$$B\% = \frac{(A-8,4*V)}{A_1} * 100 \quad (9)$$

- kus B – lihast eraldunud vee osakaal, %;  
A – vee koguhulk uuritavas lihatükis, mg;  
A<sub>1</sub> – proovitüki mass, mg;  
8,4 – 1 cm<sup>2</sup> suurune filterpaberi ala sisaldab 8,4 mg vett;  
V – lihast eraldunud vee pindala filterpaberil, cm<sup>2</sup>.

### 2.5.2. Värvus

Selja pikima lihase ja selle peal oleva peki värvus määrati optomeetriga Opto Star (joonis 14), mille andur suunati värvuse määramiseks uuritavale pinnale (Ingenieurbüro R. Matthäus 2011<sup>b</sup>). Seade mõõdab pinnalt peegeldunud või neeldunud valguse intensiivsust spetsiaalse fotodiodi abil.



**Joonis 15.** Liha värvuse määraja Opto Star (Tänavots, A)

Seadet kasutatakse liha välispinnalt lihaskoe kvaliteedi defektide määramiseks. DFD liha puhul toimub seadme kasutamisel intensiivne valguse neeldumine, PSE liha puhul aga tugev valguse peegeldumine. Hea kvaliteediga liha jääb 55–85% Opto Stari väärtuse piiridesse. PSE liha korral on Opto Stari väärtus alla 55%, DFD liha puhul üle 85%.

### 2.5.3. Elektrijuhtivus

Elektrijuhtivuse määramiseks lihaskoes kasutati seadet LF Star CPU (joonis 16). Lihaskoe elektrijuhtivus näitab liha rakustruktuuride kahjustatuste astet.



**Joonis 16.** Elektri juhtivuse määraja LF STAR CPU (Tänavots, A)

Elektrijuhtivuse abil on võimalik hinnata, kas tegemist on PSE lihaga – elektrijuhtivus suur ( $>8,0$ ) ja veesiduvus madal, või DFD lihaga – elektrijuhtivus väike ( $<2,0$ ). Elektri juhtivuse määramiseks torgati elektroodid lihasesse ja registreeriti tulemus.

#### 2.5.4. pH

Lihaskoe pH-väärtuse määramiseks kasutati portatiivset pH meetrit Testo 205 (joonis 14) (Testo AG, 2006). Liha pH määrati selja pikimast lihases kahel korral. Esimene mõõtmine teostati 45 minutit pärast sigade tapmist, millega saadi algne liha pH-näit. Liha lõpliku pH-väärtuse registreerimiseks teostati jahutatud liha mõõtmine 24 tundi pärast tapmist. pH-meeter kalibreeriti enne iga mõõtmise algust puhverlahustes (pH 7 ja 4). pH mõõtmiseks torgati seadme elektroodid selja pikimasse lihasesse ning registreeriti näit. Vältimaks mõõtmisvigade teket, puhastati elektroodid iga mõõtmiskorra järel.



**Joonis 14.** pH meetrit Testo 205 (Torga, T)



### **2.5.5. Keedukadu**

Selja pikimast lihasest võeti umbes 30 grammine proovitükk, mida keedeti pliidil 45 minutit 95 °C juures. Pärast keetmist võeti lihatükid veest välja, jahutati toatemperatuurini, ning kaaluti 0,1 grammi täpsusega. Tulemused fikseeriti ja arvutuslikul teel leiti massikadu, mis väljendati protsentides.

### **2.5.6. Tilkumiskadu**

Tilkumiskao määramiseks kasutati Honikeli (1998) meetodit. Pikimast seljalihasest lõigati umbes 100 grammine tükk, mis kaaluti 0,1 grammi täpsusega. Proovitükk riputati metallvardale ja asetati termokasti selliselt et lihatükid ei puutuks kasti seinaga kokku. Seejärel asetati termokast 48 tunniks külmikusse (+4 °C). Pärast ettenähtud aja möödumist võeti lihaproov ja kaaluti 0,1 grammi täpsusega. Saadud massivahe on tilkumiskadu, mis väljendatakse protsentides.

### **2.5.7. Sealiha mehhaanilised parameetrid**

Sealiha ja seljapeki tekstuuri mehhaaniliste parameetrite (lõiketugevuse) määramiseks kasutati seadet, mis töötab gravitatsioonilise impulssmeetodi põhimõttel. Proovitükkide ettevalmistamine ja lõiketugevuse määramise aluseks võeti Warner Bratzleri meetodika (Savell jt, 2013). Lihaskoe proovitükkide valmistamiseks kasutati puurmasinat, millele oli kinnitatud proovivõtutoru diameetriga 10 mm. Enne proovitükkide lõikamist hoiti proovitükke jahedas –2 °C juures umbes üks tund. Igast lihaproovist lõigati piki lihaskiudu proovivõtu toru abil välja kuni viisteist proovitükki (joonis 17), seejärel lõigati neid risti lihaskiududega kasutades gravitatsioonilisel impulssmeetodil (GI) töötavat lõiketeraga seadet. Testitud proovitükkidest kasutati lõikejõu parameetrite määramiseks kümnet proovi igast lihasest. Seljapekist lõigati lõikejõu määramiseks 5x5 mm küljesuhtega proovitükid.



**Joonis 17.** Puursüdamikuga ettevalmistatud liha proovitükid (Lepasalu, L)

GI meetodil töötav katseseade valmistati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonnas (joonis 18). Seade koosnes lõiketerast, selle juhtmehhanismist ja jõuimpulsse registreerivast jõuandurist koos vastava platvormiga ning lõikelauast.



**Joonis 18.** Katseseade liha lõikeenergia määramiseks gravitatsioonilise impulssmeetodiga (Lepasalu, L) (1 – lõiketera, 2 – jõuanduri platvorm, 3 – juhtvardad, 4 – liuglaager, 5 – lõikelaud)

Testitav proovitükk asetati lõiketera ja jõuanduri vahel olevale plaadile ning läbistati lõiketeraga vabalangemisel. Proovitüki läbinud tera kukkus vastu jõuanduri platvormi, tekitades jõuimpulsi, mis registreeriti arvuti poolt. Lõikeenergia määrati tera esialgse potentsiaalse energia ja selle jääkenergia vahena. Mida pehmema struktuuriga oli liha, seda tugevam oli löök jõuanduri platvormile ja vastupidi. Liha lõiketugevuse näitude registreerimi-

seks kasutati väljatöötatud juhtkontrollerit, mis võimaldas mõõta katses liha lõikamisel tekkivat mehhaanilist impulssi ja esitada seda digitaalselt. Katsetulemuste arvandmed (jõuimpulsi tingühik) loeti aparraadi ekraanilt (Pöldvere jt 2014: 793–801).

### 2.5.8. Joodiarv

Joodiarvu abil on võimalik määrata peki ja rasva rasvhappelist koostis. See on näitaja, mis näitab joodi kogust grammides, mis reageerib 100 grammi rasvaga. Joodiarvu määramiseks kasutati meetodikat, mis vastab Eesti Vabariigi standardile EVS–EN ISO 6320:2000 „*Animal and vegetable fats and oils – Determination of refractive index*“.

Refraktsiooniindeks iseloomustab valguskiirte murdumist rasvas. Indeksi normaalne suurus on vahemikus 1,453–1,455, ta sõltub rasva rasvhappelisest koostisest (rasvhapete küllastatuse astmest ja ahela pikkusest). Tugevamini korreleerub refraktsiooniindeks küllastumata rasvhapete sisaldusega ning seetõttu kasutatakse seda näitajat joodiarvu ligikaudseks hindamiseks (Poikalainen 2004: 25).

Refraktsiooniindeks on peamine näitaja, mis seostub molekulmassiga, rasvhapete ja nende ahelate pikkusega, küllastumatus astme ja konjugeerituse astmega. Refraktsiooniindeks on valguse murdumisnäitaja. Reguleeritava temperatuuriga refraktomeetrit kasutatakse tavaliselt rasvade ja õlide puhul temperatuuril 25 °C. Mõned rasvad ja õlid on aga kõrgema sulamistemperatuuriga (40–60 °C). Mida kõrgem on temperatuur, seda väiksem on refraktsiooniindeks. Joodiarvu leidmisel tuleb valemisse liita juurde 0,000385 iga kraadi (°C) kohta (O'Brien, 2008: 213). Joodiarv arvutamiseks kasutati järgmist valemit (O'Brien 2008: 213):

$$Joodiarv = 8661,723 \times Refraktsiooniindeks\ 25\ ^\circ C\ juures - 12626,174 \quad (10)$$

Prooviks eraldatud pekk puhastati kamarast ja sidekoest. Seejärel peenestati see noaga võimalikult väikesteks tükkideks. Järgnevalt paigutati peenestatud pekitükid termokappi 40 °C juurde sulama, kus nendest umbes tunni aja jooksul sulanud rasv filtreerus läbi filterpaberi klaasnõusse. Pärast filtreerimist võeti saadud filtraadist pipetiga umbes 1 ml proovimaterjali ning asetati refraktomeetrisse (joonis 19) klaaspinnale, mis oli reguleeritud

temperatuurile 40 °C. Saadud refraktomeetri näit registreeriti ja matemaatilise valemi abil arvutati rasva joodiarv.



**Joonis 19.** Refraktomeeter (Torga, T)

### 2.5.9. Sulamistemperatuur

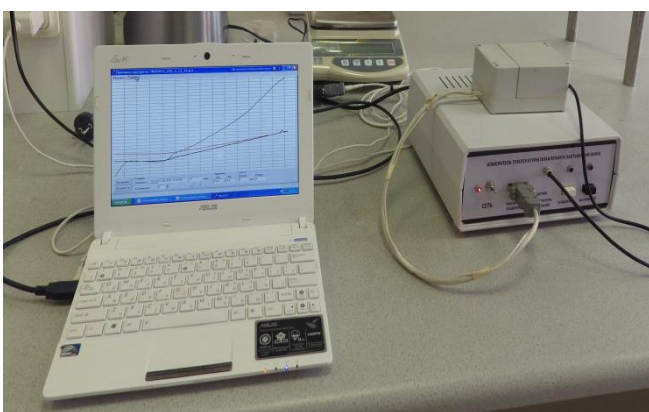
Loomsed ja taimsed rasvad on glütseriidide ja teiste ühendite segud ning koosnevad paljust komponentidest. Neil ei ole konstantset ega täpset sulamispunkti. Enne kui rasv muutub täielikult vedelaks, läbib ta pehmenemise faasi. Väärtused, mis saadakse erinevate määramismeetoditega sõltuvad proovi ettevalmistamisest ning kuumutamisprotsessist. Seetõttu on sulamispunkti määramine väga täpselt standardiseeritud. Sellele vaatamata võib meetodi korratavus olla isegi sama analüüsija puhul vilets. Antud meetodi puhul loetakse sulamispunktiks temperatuur, mille korral rasv muutub täielikult läbipaistvaks.

**Põhimõte.** Uuritava proovi kuumutamine vastavalt standardile ning temperatuuri fikseerimine, mille korral rasv muutub täielikult läbipaistvaks ja vedelaks. Antud töös kasutati automaatset fotoelektrilist meetodit, mille puhul oli võimalik täpselt reguleerida kuumutamise kiirust ja ning määrata sulamispunkt.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Proovide võtmine toimus vastavalt standardile ISO 5555:2001. Katse algul lõigati uuritav pekk noaga võimalikult väikesteks tükkideks, seejärel peenestati pekitükid uhmris. Pärast peenestamist asetati proovimaterjal klaasnõus-

se filterpaberile filtreeruma. Klaasnõu koos sulatatava ja filtreeruva materjaliga paigutati kuivatuskappi temperatuuri  $103 \pm 2$  °C juurde umbes 90 minutks.

**Määramiskäik.** Rasva sulamistemperatuuri määrati Ukrainas toodetud analüsaatoriga ITP (joonis 20). See rasva sulamis- ja tahkestumistemperatuuride määraja on ette nähtud rasvade täieliku sulamis- ja tahkestumistemperatuuri automaatseks määramiseks ja tulemuste esitamiseks kraadides (°C). Rasvade sulamis- ja tahkestumise iseloomulikud näitajad esitatakse määramise käigus arvutiekraanil.



**Joonis 20.** Rasva sulamistemperatuuri analüsaator ITP (Põldvere, A)

Analüsaatoriga on võimalik rasvade sulatamise kiirust reguleerida, kiiruse kontrolli teostatakse oleiinhappe järgi kindlatel teadaolevatel sulamistemperatuuridel. Rasva sulamistemperatuuri saab määrata temperatuuri vahemikus 12–50 °C, näitude absoluutne viga ei ületa 0,5 °C. Seadme normaalne töörežiim saabub pärast 10 minutilist aparadi sisselülitamist.

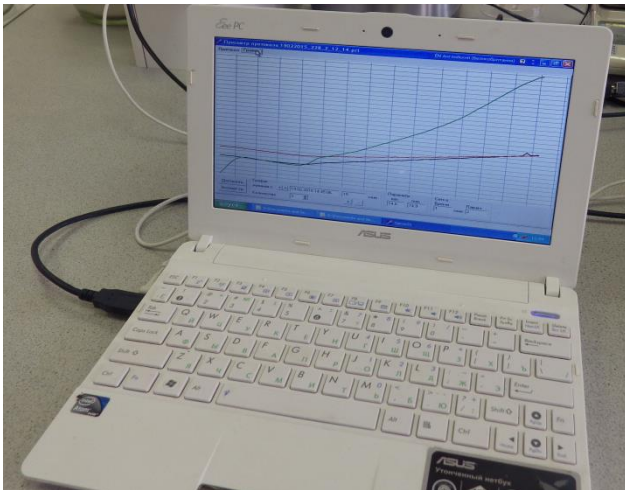
Rasva sulamistemperatuuri määramise analüsaator koosneb küvetihoidjast koos spetsiaalsete küvettidega, sulatusplokkist, mõõteplokkist ja personaalarvutis olevast juhtimisprogrammist.

Aparaat on varustatud silindrikujulise klaasist küvetiga, mis paigutati küvetihoidlasse ja täideti sulas olekus (soojendatud 50 °-ni ) analüüsitava rasvaga ning jahutati järgneva 10 minuti jooksul külmkapis 0 °C juures. Edasi paigutati küvett hangunud rasvaga soojendusplokki ja valiti arvutiprogrammist „Sulamistemperatuuri mõõtorežiim“. Edasine rasva sulamistemperatuuri määramine toimus automaatrežiimil. Küveti soojendamise protsessi ja rasva läbipaistvuse taset kontrollis arvutiprogramm.

Personaalarvutis oleva juhtimisprogrammi järgi toimus küvetis oleva rasva ühtlane kuumutamine etteantud temperatuuril. Kuumutamise kiirust oli võimalik programmi-ga reguleerida 0,3 °C-st kuni 2 °C-ni minutis.

Sulatamisprotsessi alfaasis katkestas tahkunud rasvaga küvett analüsaatoris valgusvihi, mis läbis küvetti fotoelemendi allikast vastuvõtjani. Küveti soojenedes ja selles oleva rasva sulamisel valgusvihi intensiivsus, mis läbis küvetti, suurenes ja vastavalt kasvas vastuvõt-jas muutunud pinge. Kui analüüsitav rasv oli muutunud klaasküvetis täielikult läbipaist-vaks, andis juhtimisplakk helisignaaliga märku sulatamisprotsessi lõppemisest.

Seejärel fikseeriti arvutiekraanil uuritava rasva sulamistemperatuur ja joonistus välja graa-fik rasva ülemineku kohta tahkest olekust vedelasse olekusse (joonis 21).



**Joonis 21.** Graafik rasva ülemineku kohta tahkest olekust vedelasse (Pöldvere, A)

## 2.6. Statistiline analüüs

Variatsioonanalüüs teostati *Statistical Analysis System* (SAS 1999) programmiga ja korre-latsioonanalüüs programmiga Excel 2013. Testimaks tõu (neli kombinatsiooni) mõju eri-nevatele lihakeha parameetritele, võttes samaaegselt arvesse ka uuritava sea soo, rakendati üldist lineaarset mudelit kujul

$$y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + \varepsilon_{ijk}, \quad (11)$$

kus  $y_{ijk}$  – sõltuv näitaja;

$\mu$  – üldkeskmine;

$T_i$  – on sea tõu mõju (DLxYL, DxYL, LxL ja YxL;  $i=1-4$ );

$S_j$  – on sea soo mõju ( $j=1, 2$ );

$\varepsilon_{ijk}$  – juhuslik mõju.

Lihastevahelise statistilise erinevuse kindlakstegemiseks kasutati *student* t-testi. Olulise tõenäosuse tasemed on esitatud tavapäraselt: \*\*\* –  $P < 0,001$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \* –  $P < 0,05$ . 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 korrellatsioonikoefitsenti.

### **3. EKSPERIMENTAALNE OSA**

Järgnevas analüüsis on tõukombinatsioonide DxYL ja DLxYL kohta kasutatud mõistet „värvilise tõud“, kontrollgruppide LxL ja YxL kohta „valged tõud“.

Nuumajõudlusnäitajatest registreeriti sigade varavalmivus, elus- ja rümbamass, lisaks leiti arvutuslikul teel ööpäevane ja rümba massi-iive ning tapasaagis.

Rümbanäitajatest mõõdeti rümba pikkus (joonis 7), seljapeki paksus (tabel 3) ja lihassilma pindala (joonis 8). Selja pikimast lihast määrati järgmised füüsikalise-keemilised näitajad: pH, värvus, elektrijuhtivus, veesidumisvõime, tilkumiskadu, keedukadu, niiskuse-, tuha-, valgu- ja rasvasisaldus. Seljapekil hinnati niiskuse-, valgu-, rasvasisaldus, värvus, joodiarv, sulamistemperatuur, kõrnete osakaal. Lihaskoest ja seljapekist leiti struktuuriparameetrid.

#### **3.1. Nuumajõudlus ja rümbanäitajad**

Katsetulemustest selgus, et puhtatõulised eesti maatõugu sead ja suure valge tõu ristandid (LxL ja YxL) saavutasid tapamassi 5,4–8,4 päeva varem võrreldes värvilistest tõugudest nuumsigadega. DxL kombinatsioonist sead kasvasid kõige kauem, saavutades tapmiseks sobiliku massi 175,80 päevaga ( $P < 0,05$ ). Puhtatõulised eesti maatõugu ja YxL ristandsead realiseeriti varem (vastavalt 167,40 ja 167,7 päeva). Tänavots jt (2011) näitas oma varasemas uuringus, et valgetest tõugudest nuumsead ja djuroki ristandsead saavutasid soovitud tapamassi ühesuguses vanuses. Sellele vaatamata leiti, et sead said tapakupseksi hiljem 182,9–191,8 päeva vanuselt, võrreldes käesoleva uuringuga. Kahe ristamiskombinatsiooni (YxL, DxYL) rümbad olid raskemad (mõlemal 80,45 kg), ühtlasi oli ka nende kombinatsioonide rümbasaagised kõrgemad (vastavalt 69,22 ja 70,55%) aga mõlemal juhul ei osutunud see erinevus statistiliselt oluliseks.



Kergemad olid rümbad puhtatõulistel eesti maatõugu nuumsigadel ja kombinatsioonil DLxYL (vastavalt 78,96 ja 77,06 kg), madalamad olid ka nende tapasaagised (68,34 ja 68,58%) (tabel 2).

Paremat kasvukiirust täheldati valgetest tõugudest nuumsigadel, kelle ööpäevane massi-iive oli kõrgem (691,87–697,26 g), samas olid värvilistel tõugudel näitajad tagasihoidlikumad (651,33–652,24 g). Puhtatõuliste eesti maatõugu nuumsigade, eesti suurt valget tõugu ristandite ja DL ristandkultide järglaste rümpade ööpäevased massi-iiived olid kõrgemad (vastavalt 472,05, 474,47 ja 475,23 g) võrreldes djuroki ristanditega (443,25 g) ( $P > 0,05$ ). Vastupidiselt saadud tulemustele leidsid Hurnik (2004: 18–20) ja Tänavots jt (2011<sup>a</sup>: 45–52), et djuroki kultide nuumikjärglased olid parema kasvukiirusega. Samas on kohalike sigade nuumajõudlus viimastel aastatel paranenud.

Rümpade pikkused erinesid oluliselt ( $P < 0,01$ ), valgetest tõugudest sigade rümbad olid 4,24–6,44 cm pikemad värvilistest tõugudest sigade rümpadest. Kui neli aastat tagasi oli valgete tõugude keskmine rümbapikkus 94,98 cm (Tänavots jt 2011<sup>b</sup>: 57), siis käesoleva uuringu tulemusena selgus, et valgete tõugude rümpade pikkus on suurenenud, ületades 100 cm. Vastupidiselt eeltoodud uurimistulemustele ei leidnud Berg jt (2003: 167–171) statistilist usutavat erinevust puhtatõuliste maatõugu sigade ja djuroki tõugu sigade rümpade keskmiste pikkuste vahel.

Kuigi erinevate katserühmade rümpade tailihasisaldused (58,45–58,96%) ei erinenud oluliselt, oli djuroki ja selle ristandkultide (DxYL, DLxYL) järglastel suuremad lihassilma pindalad (vastavalt 52,24 ja 51,75 cm<sup>2</sup>) võrreldes valgete tõugudega, kusjuures erinevused on statistiliselt olulised ( $P < 0,05$ ). Valgetel tõugudel olid lihassilmad oluliselt väiksemad (LxL – 46,35 cm<sup>2</sup>, YxL – 47,04 cm<sup>2</sup>).

Djuroki kultide kasutamine aretusprogrammides parandab searümba lihasust, valgetel tõugudel on aga oluline mõju emaomadustele, eriti viljakusele. Hurnik (2004: 18–20) järeldas, et lihassilma suurus sõltub sigade tõulisusest, leides et djuroki kultide järglaste lihassilma pindalad on suuremad kui maatõugu kultide järglastel. Tema uurimus näitas lineaarset seost rümbamassi ja lihassilma suuruse vahel. Ka käesolevas töös leiti keskmise tugevusega positiivne seos lihassilma pindala ja rümbamassi vahel ( $r = 0,468$ ;  $P < 0,01$ ). Sarnane seos leiti ka peki pindala ja rümbamassi vahel ( $r = 0,406$ ;  $P < 0,01$ ) aga seost lihassilma ja peki pindala vahel ei tuvastatud ( $r = 0,074$ ;  $P > 0,05$ ). Lihassilma kohal paiknev peki pind

oli veidi, kuid mitte oluliselt, väiksem (0,58–2,68 cm<sup>2</sup>) djuroki kuldi järglastel, olles suurim (19,41 cm<sup>2</sup>) puhtatõulistel maatõugu sigadel.

Tähtis näitaja searümba lihasuse hindamisel on lihasuse indeks, mis näitab rümba lihasuse taset. Tänu suurematele lihassilmadele olid värviliste tõugude rümpade lihasuse indeksid võrreldes valgete tõugudega madalamad, seega olid nad parema lihasusega. Seega võib järeldada, et djuroki tõul on positiivne mõju lihasusele.

Enamus hinnatud rümpadest kuulus SEUROP klassifitseerimise süsteemis kõikide ristandkombinatsioonide lõikes E-klassi (tailiha 55–60%). Vaid üks LxL ja üks DLxYL rümp jagunesid tailihasisalduse alusel U klassil. Eeltoodust võib järeldada, et djuroki kuldi ja DL ristandkuldi kasutamine valgetest tõugudest emiste ristamisel parandab ristandite lihaomadusi.

**Tabel 2.** Rümbakvaliteedi näitajate vähimruutkeskmised ( $\pm$  standardviga (se)) tõukombinatsioonide lõikes (n = 410)

Näitajad	Tõukombinatsioon ( $\sigma \times \phi$ )							
	L x L		Y x L		DL x YL		D x YL	
	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se
Tapavanus, päeva	167,40 <sup>a</sup>	2,05	167,70 <sup>a</sup>	2,11	173,10 <sup>ab</sup>	2,11	175,80 <sup>b</sup>	2,05
Elusmass, kg	115,48 <sup>a</sup>	3,05	116,31 <sup>a</sup>	3,15	112,49 <sup>a</sup>	3,15	114,32 <sup>a</sup>	3,05
Rümbamass, kg	78,96 <sup>a</sup>	2,11	80,45 <sup>a</sup>	2,18	77,06 <sup>a</sup>	2,18	80,45 <sup>a</sup>	2,11
Tapasaagis, %	68,34 <sup>a</sup>	1,09	69,22 <sup>a</sup>	1,12	68,58 <sup>a</sup>	1,12	70,55 <sup>a</sup>	1,09
Ööpäevane massi-iive, g/päeva	691,87 <sup>a</sup>	16,16	697,26 <sup>a</sup>	16,67	652,24 <sup>a</sup>	16,67	651,33 <sup>a</sup>	16,16
Rümba ööpäevane massi-iive, g/päeva	472,05 <sup>a</sup>	16,96	474,47 <sup>a</sup>	17,49	475,23 <sup>a</sup>	17,49	443,25 <sup>a</sup>	16,96
Rümbapikkus, cm	101,12 <sup>a</sup>	0,95	101,82 <sup>a</sup>	0,98	95,38 <sup>b</sup>	0,98	96,88 <sup>b</sup>	0,95
Tailihasisaldus, %	58,45 <sup>a</sup>	0,63	58,96 <sup>a</sup>	0,65	58,73 <sup>a</sup>	0,65	58,94 <sup>a</sup>	0,63
Lihassilma pindala, cm <sup>2</sup>	46,35 <sup>a</sup>	1,39	47,04 <sup>a</sup>	1,44	51,75 <sup>b</sup>	1,44	52,24 <sup>b</sup>	1,39
Seljapeki pindala lihassilma kohal, cm <sup>2</sup>	19,41 <sup>a</sup>	1,48	17,31 <sup>a</sup>	1,52	17,43 <sup>a</sup>	1,52	16,73 <sup>a</sup>	1,48
Lihasuse indeks	0,42 <sup>a</sup>	0,03	0,37 <sup>ab</sup>	0,03	0,33 <sup>b</sup>	0,03	0,32 <sup>b</sup>	0,03
Rümpade jaotus SEUROP klassifikatsioonis, %								
S	20		30		40		30	
E	70		70		50		70	
U	10		-		10			

<sup>abc</sup> – oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ) vähimruutude keskmised samas reas on tähistatud erinevate ülaindeksitega

Katse tulemusena selgus, et eri kohtadest mõõdetud peki paksused (tabel 3) ei erinevad ristandkombinatsioonide lõikes. Kuigi, peki paksus mõõdetuna selja õhemast kohast lihas-

silma kohalt oli oluliselt õhem DxYL kombinatsioonil (10,09 mm;  $P < 0,05$ ) võrreldes LxL kombinatsiooniga (14,51 mm) ja YxL kombinatsiooniga (13,51 mm) sigadel. Sarnane tulemus saadi ka DLxYL kombinatsioonil (10,29 mm). Erinevatest kohtadest mõõtmise tulemusena selgus, et pekk oli kõige paksem turjal ja kõige õhem lihassilma kohal. Kuigi peki paksused erinevatest mõõtekohtades varieerusid, leiti et statistilised erinevused puudusid.

**Tabel 3.** Rümbe erinevatest kohtadest mõõdetud pekিপaksuse näitajate vähimruutkeskmised ( $\pm$  standardviga (se)) tõukombinatsioonide lõikes ( $n = 410$ )

Näitajad	Mõõteseade	Tõukombinatsioon ( $\sigma \times \rho$ )							
		L x L		Y x L		DL x YL		D x YL	
		keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se
Turjalt rümbe paksemast kohast, mm	joonlaud	27,88 <sup>a</sup>	1,59	27,67 <sup>a</sup>	1,64	27,03 <sup>a</sup>	1,64	26,82 <sup>a</sup>	1,59
6.–7. roide vahelahalt, mm		19,67 <sup>a</sup>	1,31	19,71 <sup>a</sup>	1,35	20,59 <sup>a</sup>	1,33	19,03 <sup>a</sup>	1,31
Selja õhemast kohast, mm		15,55 <sup>a</sup>	1,20	15,38 <sup>a</sup>	1,24	15,22 <sup>a</sup>	1,24	14,45 <sup>a</sup>	1,20
Landelihase <i>gluteus medius</i> pealt, mm		11,90 <sup>a</sup>	0,92	11,85 <sup>a</sup>	0,95	12,25 <sup>a</sup>	0,94	12,50 <sup>a</sup>	0,92
4 mõõtme keskmine, mm		18,75 <sup>a</sup>	1,12	18,65 <sup>a</sup>	1,15	18,77 <sup>a</sup>	1,15	18,20 <sup>a</sup>	1,12
Viimase rinnalüli ja esimese nimmelüli kohalt, 7 cm rümbe poolitusjoonest, mm	intraskoop	14,23 <sup>a</sup>	0,85	13,54 <sup>a</sup>	0,87	13,86 <sup>a</sup>	0,87	13,57 <sup>a</sup>	0,85
Õhem koht lihassilma kohal, mm	Scan Star	14,51 <sup>a</sup>	1,15	13,61 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	1,19	10,29 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	1,19	10,09 <sup>c</sup>	1,15
Kaudodorsaalise saaglihase eesosast, mm		15,08 <sup>a</sup>	1,14	13,18 <sup>a</sup>	1,17	13,72 <sup>a</sup>	1,17	13,92 <sup>a</sup>	1,14

<sup>abc</sup> – oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ) vähimruutude keskmised samas reas on tähistatud erinevate ülaindeksitega

### 3.2. Keemilised näitajad

Liha kvaliteedile antakse hinnang tema keemilise koostise ja tehnoloogiliste näitajate põhjal.

**Tabel 4.** Selja pikima lihase keemilise koostise (%) näitajate vähimruutkeskmised ( $\pm$  standardviga (se)) tõukombinatsioonide lõikes ( $n = 410$ )

Sisaldus	Tõukombinatsioon ( $\sigma \times \phi$ )							
	L x L		Y x L		DL x YL		D x YL	
	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se
Kuivaine, %	26,04 <sup>a</sup>	0,18	26,15 <sup>a</sup>	0,19	26,53 <sup>a</sup>	0,19	26,50 <sup>a</sup>	0,18
Valk, %	23,60 <sup>a</sup>	0,16	23,23 <sup>ab</sup>	0,16	23,11 <sup>b</sup>	0,16	22,58 <sup>c</sup>	0,16
Lihasesisene rasv, %	1,23 <sup>a</sup>	0,21	1,71 <sup>ab</sup>	0,22	2,19 <sup>bc</sup>	0,22	2,71 <sup>c</sup>	0,21
Tuhk, %	1,21 <sup>a</sup>	0,02	1,20 <sup>a</sup>	0,02	1,22 <sup>a</sup>	0,02	1,21 <sup>a</sup>	0,02

<sup>abc</sup> – oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ) vähimruutude keskmised väärtused samas reas on tähistatud erinevate ülaindeksitega

Katseandmetel paistsid silma djuroki ja DL kultide järglased suurema kuivainesisaldusega (vastavalt 26,50 ja 26,53%) võrreldes valgete tõugukombinatsioonidega (LxL – 26,04%, YxL – 26,15%) (tabel 3). Vastupidiselt oli värvilistest tõugudest kultide lihaskoe valgusisaldus madalam (DLxYL – 23,11%, DxYL – 22,58%) võrreldes valgete tõugudega. Puhta-tõulistel eesti maatõugu kultide ja YxL kultide järglaste liha sisaldas valku rohkem (vastavalt 23,6 ja 23,23%). Tuhasisalduse osas ristandkombinatsioonide liha oluliselt ei erinenud. Lihaskoe valgusisaldus oli tugevalt, kuid negatiivselt seotud lihasesisese rasva sisaldusega ( $r = -0,736$ ;  $P < 0,001$ ). Selgus, et Djuroki tõugu järglaste lihaskoe valgusisaldus oli madalam (DLxYL – 23,11%, DxYL – 22,58%), kuid lihasesisene rasvasisaldus kõrge (DLxYL – 2,19%, DxYL – 2,71%). Valgete tõukombinatsioonide puhul olid need näitajad vastupidised – kõrgeim valgusisaldus (23,60%) ja madalaim lihasesisene rasvasisaldus (1,23%) määrati eesti maatõugu sigade järglastel. Väga tähtis lihaskoe kvaliteedi (maitseomaduste) seisukohast on see, kuipalju sisaldab lihaskude rasva ehk milline on liha intramuskulaarne rasvasisaldus. Sea kasvamisel ladestub rasv lihaskoesse lihaskiudude ja lihaskimpude ümber, mis annab lihale nn marmorsuse. Mida kõrgem on lihasesisene rasvasisaldus, seda õrnem on liha (marmorsus on parem). Eesti kasvatatavatel valgetel tõugudel on seljalihases lihasesisest rasva ca 1,5%, antud katses kõikus kontrollrühmadel see näitaja 1,23%-st (LxL) kuni 1,71%-ni (YxL). Djuroki ristandite ja DL järglastel oli lihasesisest rasva tundu-

valt rohkem (2,19 ja 2,71%). Tänu kõrgemale lihasesisese rasvasisaldusele on värviliste tõugude järglaste liha õrnem ja paremate maitseomadustega.

### 3.3. Tehnoloogilised näitajad

Katse tulemusena selgus, et djuroki tõugu kultide järglaste lihaskoe pH oli veidi madalam võrreldes valgete tõugudega, kõige madalam pH oli DLxYL kombinatsioonil ( $P < 0,05$ ) (tabel 5).

**Tabel 5.** Selja pikima lihase füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutkeskmised ( $\pm$  standardviga (se)) tõukombinatsioonide lõikes ( $n = 410$ )

Sisaldus	Tõukombinatsioon ( $\sigma \times \rho$ )							
	L x L		Y x L		DL x YL		D x YL	
	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se
pH <sub>45 min</sub>	6,05 <sup>a</sup>	0,06	6,14 <sup>a</sup>	0,07	5,84 <sup>b</sup>	0,07	6,00 <sup>ab</sup>	0,06
pH <sub>24 h</sub>	5,50 <sup>a</sup>	0,03	5,62 <sup>b</sup>	0,03	5,44 <sup>a</sup>	0,03	5,49 <sup>a</sup>	0,03
Värvus <sub>45 min</sub>	83,95 <sup>a</sup>	1,46	82,72 <sup>a</sup>	1,51	73,58 <sup>b</sup>	1,51	75,25 <sup>b</sup>	1,46
Värvus <sub>24 h</sub>	74,94 <sup>ab</sup>	1,17	76,91 <sup>b</sup>	1,20	72,89 <sup>a</sup>	1,20	73,16 <sup>a</sup>	1,17
Elektrijuhtivus <sub>45 min</sub> , mS	3,72 <sup>a</sup>	0,40	3,61 <sup>a</sup>	0,41	4,77 <sup>a</sup>	0,41	3,74 <sup>a</sup>	0,40
Elektrijuhtivus <sub>24 h</sub> , mS	7,99 <sup>a</sup>	1,03	7,25 <sup>a</sup>	1,06	8,11 <sup>a</sup>	1,06	6,26 <sup>a</sup>	1,03
Veesidumisvõime, %	61,70 <sup>a</sup>	0,70	61,69 <sup>a</sup>	0,72	60,57 <sup>a</sup>	0,72	59,93 <sup>a</sup>	0,70
Keedukadu, %	45,00 <sup>a</sup>	0,64	43,99 <sup>a</sup>	0,66	44,32 <sup>a</sup>	0,66	44,52 <sup>a</sup>	0,64
Tilkumiskadu, %	4,00 <sup>a</sup>	0,50	3,52 <sup>a</sup>	0,51	3,28 <sup>a</sup>	0,51	3,84 <sup>a</sup>	0,50

<sup>abc</sup> – oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ) vähimruutude keskmised samas reas on tähistatud erinevate ülaindeksitega

Ühel djuroki tõugu ja kahel DxL kuldi järglasel ilmnesid esialgu PSE-liha tunnused, kuna algne pH<sub>45 min</sub> oli alla 5,8. Kuid 24 tunni möödumisel tehtud mõõtmise tulemused näitasid, et pH jäi normi piiresse ( $\geq 5,3$ ). Lõpliku pH<sub>24 h</sub> mõõtmise tulemusena selgus, et see oli madalam djuroki tõugu kuldi kasutamisel ( $P < 0,05$ ), sarnane tulemus saadi ka maatõugu sigade lihase analüüsil (5,50).

Lihaskoe elektrijuhtivus näitab selle rakustruktuuride kahjustatuse astet. Katseandmetel suurenes kõikide katsesigade liha elektrijuhtivus jahutuskambris hoidmisaja käigus. 45 minutit pärast tapmist kõikus erinevatest tõukombinatsioonidest sigade liha elektrijuhtivus 3,61-st 4,77 mS-ni, 24 tunni pärast oli kõikides katserühmades liha elektrijuhtivus tõusnud 6,26-st kuni 8,11 mS-ni. 24 tunni pärast tapmist oli liha elektrijuhtivus kõrgeim

DLxYL katserühmal 8,11 mS. Seismise käigus lihaskoe rakustruktuurid kahjustuvad, mille tõttu eraldub rakkudest lihamaht, mis tõstab elektrijuhtivust lihases.

Kvaliteediskaala järgi olid kõik lihaproovid elektrijuhtivuse järgi normaalse kvaliteediga. Valgete tõukombinatsioonide liha oli algselt suhteliselt tume (LxL – 83,95 ja YxL – 82,72), kuid see muutus hoidmisel 24 tunni jooksul oluliselt heledamaks (vastavalt 74,94 ja 76,91). Värvilised tõukombinatsioonid olid juba algselt heledama lihaga ja seetõttu liha säilitamine ei muutnud oluliselt liha värvust. Liha värvuse skaala osas oli kõik uuritud lihaproovid normaalse kvaliteediga.

Liha tehnoloogilisi ja kulinaarseid omadusi mõjutab kõige rohkem liha veesidumisvõime ja sellest sõltuv keedukadu. Mida suurem on näitaja, seda vähem vett eraldub tehnoloogilistes protsessides. Värvilistest ja valgetest tõugudest katsesigade lihaproovid veesiduvuse osas oluliselt ei erinenud, veidi paremini sidus vett LxL ja YxL kombinatsioonidest saadud liha (vastavalt 61,70 ja 61,69%). Veesiduvuse kvaliteediskaala alusel olid kõik uuritud lihaproovid normaalse kvaliteediga.

Keedukadu on oluline liha tehnoloogilisel töötlemisel, sest sellest sõltub valmistoodangu väljatulek. Liha keedukadu katserühmade vahel oluliselt ei erinenud.

Liha tilkumiskadu erines ristamiskombinatsioonide lõikes vähe (0,8%). Suurem oli tilkumiskadu LxL kombinatsioonist järglaste lihal (4,0%), väiksem DLxYL (3,28%).

**Tabel 6.** Seljapeki füüsikalise-keemilised näitajate vähimruutkeskmised ( $\pm$  standardviga (se)) tõukombinatsioonide lõikes (n = 410)

Sisaldus	Tõukombinatsioon ( $\sigma \times \phi$ )							
	L x L		Y x L		DL x YL		D x YL	
	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se
Kuivainesisaldus, %	89,58 <sup>a</sup>	0,66	89,45 <sup>a</sup>	0,68	91,16 <sup>ab</sup>	0,68	92,39 <sup>b</sup>	0,66
Valgusisaldus, %	7,10 <sup>a</sup>	1,07	8,74 <sup>ab</sup>	1,10	9,90 <sup>ab</sup>	1,10	10,84 <sup>b</sup>	1,07
Vaba rasva sisaldus, %	82,91 <sup>a</sup>	1,35	80,65 <sup>a</sup>	1,39	81,23 <sup>a</sup>	1,39	81,59 <sup>a</sup>	1,35
Värvus	8,40 <sup>ab</sup>	0,76	6,70 <sup>a</sup>	0,79	9,29 <sup>b</sup>	0,79	8,34 <sup>ab</sup>	0,76
Kõrned, %	39,97 <sup>ab</sup>	2,01	43,48 <sup>b</sup>	2,07	33,32 <sup>c</sup>	2,07	34,28 <sup>ac</sup>	2,01
Joodiarv	65,35 <sup>a</sup>	0,60	65,63 <sup>a</sup>	0,62	63,80 <sup>a</sup>	0,62	64,60 <sup>a</sup>	0,60
Rasva sulamistemperatuur, °C	35,67 <sup>a</sup>	1,25	36,36 <sup>a</sup>	1,25	33,69 <sup>a</sup>	1,20	35,41 <sup>a</sup>	1,21

<sup>abc</sup> – oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ) vähimruutude keskmised samas reas on tähistatud erinevate ülaindeksitega

Katseandmetest lähtuvalt olid D ja DL kultide järglaste seljapeki kuivainesisaldus kõrgem (vastavalt 92,39 ja 91,16%), kui valgetest tõugudest kultide järglastel (89,58 ja 89,45%). Valgusisaldus seljapekis oli kõigil tõukombinatsioonidel erinev – kõrgeim DxYL ristan-djärglastel (10,84%) ja madalaim eesti maatõugu sigade järglastel (7,1%). Vaba rasva sisal-dus seljapekis erines 2,26% võrra ( $P > 0,05$ ), olles kõige kõrgem eesti maatõugu sigade järglastel (82,91%) ja kõige madalam YxL ristan-ditel (80,65%). D ja DL kultide järglastel olid rasvasisaldused seljapekis sarnased (vastavalt 81,59% ja 81,23%). Siit võib järeldada, et need kuldid pärandasid järglastele madalama rasva- ja kõrgema valgusisaldusega selja-peki, kui valged tõud. Seljapeki veesisaldus oli kõrgem valgetel tõukombinatsioonidel (LxL – 9,99% ja YxL – 10,61%), kui värviliste ristan-dite järglastel (DxYL – 7,57% ja DLxYL – 8,87%). Peki värvuse väärtus oli kõige suurem kombinatsioonil DLxYL (9,29) ja kõige värvuse kombinatsioonil YxL (6,7).

D ja DL kultide järglaste seljapeki kõrnetesisaldus oli madalam (vastavalt 34,28 ja 33,32%), kui L ja Y kultide järglastel (39,97 ja 43,48%) ( $P > 0,05$ ). Seega on djuroki kulti-de järglaste seljapekk veidi kvaliteetsem, kuna kõrneid ehk rasva sulatuse jääke tekib vä-hem.

Joodiarv oli valge tõukombinatsiooni järglastel suurem (LxL – 65,35%, YxL – 65,63%), kui D ja DL kultide järglastel (vastavalt 64,60 ja 63,8%). Peki kvaliteeti iseloomustab tema konsistents, mis sõltub küllastumata ja küllastunud rasvhapete vahekorra-st. Mida rohkem on rasvas küllastumata rasvhappeid, seda kõrgem on joodiarv ja pehmem on rasvkude. Seetõttu võib katseandmete põhjal järeldada, et valgetest tõugudest sigade seljapekk on mõnevõrra pehmem konsistentsiga, sest neil on kõrgem joodiarv. Mida suurem on joo-diarv, seda vähem on lihasesisest rasva ( $r = -0,385$ ;  $P = 0,014$ ).

### 3.4. Tekstuuri parameetrid

Seljalihase ja seljapeki struktuuriparameetrite (lõiketugevuse) määramiseks kasutati käeso-levas katses gravitatsioonilisel impulssmeetodil põhinevat katseseadet. Katsetulemustest nähtub (tabel 7), et seljapeki läbilõikamiseks oli vaja rakendada *ca* kaks korda rohkem jõu-du (jõuimpulsi tingühik 239,35 N\*s) kui seljalihase läbilõikamiseks (119,85 N\*s).

**Tabel 7.** Seljalihase ja -peki lõikeimpulsside vähimruutkeskmised ( $\pm$  standardviga (se)) tõukombinatsioonide lõikes ( $n = 410$ ) (N\*s)

Lõikeimpulss	Tõukombinatsioon ( $\sigma \times \phi$ )							
	L x L		Y x L		DL x YL		D x YL	
	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se	keskmine	se
Lihaskude, N*s	148,61 <sup>a</sup>	10,68	125,21 <sup>ab</sup>	11,02	105,29 <sup>b</sup>	11,02	100,29 <sup>b</sup>	10,68
Seljapekk, N*s	229,69 <sup>a</sup>	19,74	245,44 <sup>a</sup>	20,36	233,46 <sup>a</sup>	20,36	248,81 <sup>a</sup>	19,74

<sup>abc</sup> – oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ) vähimruutude keskmised samas reas on tähistatud erinevate ülaindeksitega

Valgetest tõugudest sigade seljalihase lõikeparameetrid olid võrreldes värvilisest tõugudest lihaga umbes 40 N\*s võrra kõrgemad ja ei erinenud oluliselt (vastavalt 136,9 ja 102,8 N\*s). Seevastu värvilistest tõugudest (djuroki ja tema ristandid) sigade seljapekk oli struktuurilt tugevam (241,1 N\*s) võrreldes valgetest tõugudest saadud sigade seljapekiga (237,5 N\*s). Katses oli struktuurilt kõige tugevam eesti maatõugu sigade seljalihase (148,61 N\*s), kõige kergemini oli lõigatav kombinatsiooni DxYL liha (100,29 N\*s).

### 3.5. Nuumaomaduste vahelised seosed

Tapavanusel oli oluline mõju sigade rümbamassile (tabel 8), kus vanemalt tapetud sigadel oli suurem rümbamass ( $r = 0,33$ ;  $P < 0,05$ ). Suurema kehamassi juures tapetult sigadelt saadi ka raskemad rümbad, mis näitab et juurdekasv tuleneb eelkõige lihakeha kasvu arvelt ( $r = 0,84$ ;  $P < 0,001$ ). Seda kinnitas ka massi-iibe seos elus- ( $r = 0,85$ ;  $P < 0,001$ ) ja rümbamassiga ( $r = 0,67$ ;  $P < 0,001$ ), kuid oluline mõju võis olla ka sellele, et massi-iive arvutati elusmassi alusel ja ka sellele, et elusmassil oli oluline seos rümbamassiga. Sellest tulevalt näitas rümba massi-iive tugevat positiivset seost ka massi-iibega ( $r = 0,79$ ;  $P < 0,001$ ). Raskema kehamassi juures tapetud sead osutusid oluliselt pikemaks ( $r = 0,84$ ;  $P < 0,001$ ). Samas pikema rümbaga sigade lihasuse näitajad olid kehvamad, kus seosed lihassilma pindalaga ja tailihasisaldusega olid nõrgalt negatiivsed, kuid mitte olulised (vastavalt  $r = -0,14$  ja  $-0,30$ ;  $P > 0,05$ ). Seevastu Scan Stari näitajate alusel arvatud lihasuse indeksi seos rümba pikkusega näitas, et pikematel rümpadel on oluliselt halvem rasva ja lihaskoe suhe ( $r = 0,51$ ;  $P < 0,01$ ). Seda kinnitas ka selja pikima lihase kohalt mõõdetud peki pindala keskmise tugevusega seos ( $r = 0,44$ ;  $P < 0,01$ ).



Hilisem tapavanus suurendas rasva deponeerumist, kuid see seos ei osutunud statistiliselt oluliseks ( $r = 0,27$ ;  $P > 0,05$ ), kuid elus- ja rümbamassi kasv tulenes ilmselt pekipaksuse suurenemisest (vastavalt  $r = 0,39$  ja  $0,36$ ;  $P < 0,05$ ). Ka lihassilma pindala kasvas sea vanuse suurenedes keskmiselt ( $r = 0,30$ ;  $P > 0,05$ ) ja seetõttu mõjutas see positiivselt ka elus- ( $r = 0,42$ ;  $P < 0,01$ ) ja rümbamassi ( $r = 0,47$ ;  $P < 0,01$ ). Lihaskude on olemuselt tihedam, kui rasvkude ja seetõttu oli peki juurdekasv mahuliselt ilmselt suurem.

**Tabel 8.** Nuumaomaduste omavahelised seosed

Kvaliteedinäitajad	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1. Vanus, päeva												
2. Rümbamass, kg	0,33*											
3. Elusmass, kg	0,31	0,84****										
4. Tapasaagis, %	0,05	0,32*	-0,26									
5. Massi-iive, g/päevas	-0,23	0,67****	0,85****	-0,30								
6. Rümbe massi-iive, g/päevas	-0,05	0,62****	0,76****	-0,23	0,79****							
7. Rümbe pikkus, cm	-0,15	0,50****	0,44**	0,13	0,54****	0,38*						
8. Seljapeki paksus, keskmine, mm	0,27	0,36*	0,39*	-0,05	0,22	0,43**	0,08					
9. Seljapeki pindala, cm <sup>2</sup>	0,04	0,41	0,38	0,06	0,35	0,52	0,44					
10. Lihassilma pindala, cm <sup>2</sup>	0,30	0,47**	0,42**	0,10	0,25	0,32*	-0,14	0,20	0,07			
11. Lihasure indeks	-0,08	0,24	0,23	0,02	0,27	0,38*	0,51****	0,38*	0,93	-0,29		
12. Tailihasisaldus, %	-0,29	-0,51****	-0,43**	-0,16	-0,26	-0,47**	-0,30	-0,75****	-0,68	0,08	-0,63	

### 3.6. Pekipaksuste vahelised seosed

Rümbalt joonlauaga mõõdetud pekipaksuste (tabel 9) vahel olid valdavalt keskmised kuni tugevad positiivsed statistiliselt olulised seosed ( $r = 0,47-0,84$ ), mis näitab et pekipaksused muutuvad rümba seljaosas sarnaselt vastupidiselt varasematele väidetele, et rasvade ladestumine ei ole omavahel seotud (D'Souza jt 2004: 1–8; Suster jt 2005: 683–690). Scan Stariga seljalihase pealt kõige õhemast kohast mõõdetud pekipaksus korreleerus nõrgalt kuni tugevalt rümba seljaosast mõõdetud pekipaksustega ( $r = 0,15-0,46$ ). Sama aparaadiga mõõdetud seljapeki pindala seosed joonlauaga mõõdetud tulemustega olid veidi kõrgemad ( $r = 0,22-0,58$ ). Seega võib oletada, et kui kasutada ühest kindlast kohast mõõdetud pekipaksust sigade valiku kriteeriumina, ei pruugi pekipaksus muutuda erinevates kehapiirkondades ühtlaselt.

**Tabel 9.** Pekipaksuste omavahelised seosed

Mõõtekoht	1.	2.	3.	4.	5.	6.
<b>1. Turjalt, mm</b>						
<b>2. 6.–7. roide vahekohtalt, mm</b>	0,82***					
<b>3. Selja õhemast kohast, mm</b>	0,66***	0,82***				
<b>4. Landelihase pealt, mm</b>	0,47**	0,63***	0,84***			
<b>5. Küljelt Scan Stariga, mm</b>	0,15	0,26	0,38*	0,46**		
<b>6. Pekipindala, cm<sup>2</sup></b>	0,22	0,43**	0,49**	0,58	0,90***	

### 3.7. Lihaskoe füüsikalis-keemilised seosed

Tooraine kvaliteedi seisukohalt on oluline teada seoseid erinevate kvaliteedinäitajate vahel, kuna üha parameetri muutus võib kaasa tuua ka teiste oluliste tunnuste muutumise. Üks olulisematest lihakvaliteedi parameetritest on pH, mis on tugevalt seotud paljude teiste liha kvaliteedinäitajatega. Tabelis 10 on näha, et nii liha algne kui lõplik pH mõjutab oluliselt kõiki tehnoloogilisi parameetreid. Näiteks madalama pH-ga liha on värvuselt heledam ( $r_{45 \text{ min}} = 0,52$ ;  $P < 0,001$  ja  $r_{24 \text{ h}} = 0,47$ ;  $P < 0,01$ ), mis viitab sellele et leiab aset valkude denaturatsioon, mis muudab liha heledamaks. Samas mõjutab liha pH oluliselt ka selle elektrijuhtivust, kus madalama pH-ga elektrijuhtivus on suurem ( $r_{45 \text{ min}} = -0,41$ ;  $P < 0,01$  ja  $r_{24 \text{ h}} = -0,32$ ;  $P < 0,05$ ). Madal pH kahjustab lihaskoe rakustruktuure, mille tõttu vabaneb rakkudes olev vesi tõstes liha elektrijuhtivust. Lihaskoe algne pH on keskmiselt seotud ka selle lõpliku pH, värvuse ja elektrijuhtivusega (vastavalt  $r = 0,55$ ;  $P < 0,001$ ,  $r = 0,43$ ;  $P < 0,01$ ,  $r = -0,36$ ;  $P < 0,05$ ). Liha algne ja lõplik pH ei olnud oluliselt seotud teiste liha füüsikalis-keemiliste näitajatega.

Nagu oletada võis, siis mida suurem oli lihaskoe valgusisaldus seda vähem oli seal rasva ( $r = -0,74$ ;  $P < 0,001$ ). Väiksema kuivainesisaldusega lihast eraldub rohkem vett ( $r = -0,34$ ;  $P < 0,05$ ). Mida nõrgemalt on vesi lihases seotud, seda sitkem ta on ja seda rohkem jõudu kasutatakse selle lõikamiseks, kuid see seos ei osutunud statistiliselt oluliseks ( $r = 0,30$ ;  $P > 0,05$ ).

**Tabel 10.** Lihaskoe füüsikalis-keemilised seosed

<b>Kvaliteedi-näitajad</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>6.</b>	<b>7.</b>	<b>8.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>11.</b>	<b>12.</b>	<b>13.</b>	<b>14.</b>
<b>1. pH<sub>45 min</sub></b>														
<b>2. Värvus<sub>45 min</sub></b>	0,52***													
<b>3. Elektri-juhtivus<sub>45 min</sub></b>	-0,41**	-0,16												
<b>4. pH<sub>24 h</sub></b>	0,55***	0,49**	-0,08											
<b>5. Värvus<sub>24 h</sub></b>	0,43**	0,24	-0,33*	0,47**										
<b>6. Elektri-juhtivus<sub>24 h</sub></b>	-0,36*	-0,19	0,54***	-0,32*	-0,24									
<b>7. Kuivaine, %</b>	-0,35*	-0,24	0,32*	-0,28	-0,26	0,25								
<b>8. Valk, %</b>	0,05	0,37*	0,40*	0,06	0,07	0,50***	-0,18							
<b>9. Rasv, %</b>	-0,28	-0,44**	-0,10	-0,24	-0,23	-0,21	0,67***	-0,74***						
<b>10. Tuhk, %</b>	-0,11	0,05	0,29	-0,04	-0,18	0,35*	0,16	0,19	-0,08					
<b>11. Veesiduvus, %</b>	0,16	0,19	-0,45**	0,15	0,20	-0,26	-0,34*	-0,20	-0,09	-0,10				
<b>12. Keedukadu, %</b>	-0,14	0,07	-0,10	-0,11	-0,11	-0,15	-0,29	0,00	-0,18	-0,31	0,02			
<b>13. Tilikumiskadu, %</b>	0,08	0,17	0,16	0,05	-0,01	0,15	-0,17	0,21	-0,29	0,22	-0,12	0,20		
<b>14. Lihase löiketugevus N*s</b>	0,20	0,36	-0,23	-0,19	-0,06	0,13	-0,05	0,22	-0,19	-0,15	0,30	0,13	0,16	

Pikima seljalihase kohal asuval peki pindalal on oluline seos enamuse rasvkoe kvaliteedinäitajatega (tabel 11). Suurema peki pindalaga sigade rasvkoes on rohkem rasva ( $r = 0,36$ ;  $P < 0,05$ ) ja vähem valku ( $r = -0,33$ ;  $P < 0,05$ ). Peale peki termilist töötlemist on nendel sigadel kõrnete osakaal väiksem ( $r = -0,39$ ;  $P < 0,05$ ). Paksema pekiga sigade rasvkoe lõikamiseks kulutatav energia on oluliselt väiksem ( $r = -0,52$ ;  $P < 0,001$ ). Lihaskoe rasvasisaldusel ei olnud olulist seost rasvkoe kvaliteedinäitajatega, kuid paksema pekiga sigadel oli rasvasisaldus suurem ( $r = 0,40$ ;  $P < 0,05$ ), mis viitab sellele et pikima seljalihase marmorsus on suurem paksema pekiga sigadel. Rasvkoe valgusisaldus oli tugevalt negatiivselt seotud selle rasvasisaldusega ( $r = -0,85$ ;  $P < 0,001$ ).

**Tabel 11.** Rasvkoe füüsikalise-keemilised seosed sealih kvaliteedinäitajatega

Kvaliteedinäitajad	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
<b>1. Pecipindala cm<sup>2</sup></b>										
<b>2. Lihase rasvasisaldus, %</b>	-0,35*									
<b>3. Kuivaine, %</b>	0,11	0,40*								
<b>4. Valgusisaldus, %</b>	-0,33*	0,19	-0,06							
<b>5. Rasvasisaldus, %</b>	0,36*	0,05	0,57***	-0,85***						
<b>6. Värvus</b>	0,03	-0,13	-0,09	0,23	-0,20					
<b>7. Kõrnete sisaldus, %</b>	-0,39*	-0,02	-0,25	0,03	-0,14	-0,22				
<b>8. Joodiarv</b>	-0,09	-0,39	-0,08	-0,05	-0,02	-0,06	0,14			
<b>9. Lõiketugevus, N*s</b>	-0,52***	0,29	0,11	0,18	-0,11	-0,09	0,27	-0,09		
<b>10. Peki sulamistemperatuur, °C</b>	-0,25	0,10	-0,11	0,16	-0,21	-0,02	0,05	-0,25	-0,16	

## 4. KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärkideks oli uurida djuroki tõugu kultide mõju erinevatest ristamiskombinatsioonide nuumikute nuuma- ja rümbaomadustele ning lihaskoe ja seljapeki kvaliteedile. Samuti välja selgitada lihas- ja rasvkoe tekstuuriparameetrite erinevusi erinevatel tõukombinatsioonidel. Leida seosed rümba-, lihas- ja rasvkoe kvaliteedinäitajate vahel.

Katsesse valiti jõudluskontrolli andmekogumise programmi „Possu“ abil juhuvaliku põhimõttel 40 siga, kes pärinesid neljast tõukombinatsioonist (LxL, YxL, DxYL, DLxYL). Kuna uuritavad sead olid farmides eelnevalt märgistatud, oli võimalik jäglida nende tõulisust. Kõikides farmides peeti nuumsigu rühmasulgudes ja söödeti neid sarnase koostisega kuivsöödaga.

Rümba lihasuse näitajad määrati 45 minutit pärast sigade tapmist farmi tapapunkti jahutus-kambris. Pärast sigade tapmist ja lihakehade töötlemist poolitati searümbad piki selgroogu ning rümbapooled kaaluti 0,1 kg täpsusega. Uurimuses kasutatud 1 kg raskused pikimad seljalihased (*Longissimus thoracis*) koos nende kohal asetseva pekiga võeti kahe Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmesfarmi tapapunktis tapetud sigade rümpadelt. Proovid transportiti EMÜ toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna sealha uurimise laboratoriumisse ja säilitati külmkapis 4 °C juures. Järgnevalt määrati proovitükkidest võetud proovidest Eesti Standardikeskuse poolt tunnustatud meetodikaid kasutades liha ja peki kvaliteedi parameetrid. Kõik analüüsid teostati ajavahemikul november–detsember 2014.

Rümbanäitajatest määrati: mass, pikkus, seljapeki paksus ja lihassilma pindala. Selja pikimast lihast registreeriti füüsikalise-keemilised näitajad: pH, värvus, elektrijuhtivus, veesidumisvõime, tilkumiskadu, keedukadu, niiskusesisaldus, tuhasisaldus, valgusisaldus ja rasvasisaldus.

Djuroki tõugu kultide järglased tapeti vanemas eas kui kontrollgrupi sead, kuid samas tapamassi juures. Uuringu tulemusena selgus, et djuroki tõugu kultide järglastel olid märkimisväärselt lühemad rümbad (DLxYL – 95,38 ± 0,98 cm ja DxYL – 96,88 ± 0,95 cm;



$P < 0,01$ ), kuid suuremad lihassilma pindalad (DLxYL –  $51,75 \pm 1,44 \text{ cm}^2$  ja DxYL –  $52,24 \pm 1,39 \text{ cm}^2$ ;  $P < 0,05$ ) võrreldes valget tõugu kultide järglastega (rümbapikkus: LxL –  $101,2 \pm 0,95 \text{ cm}$  ja YxL –  $101,82 \pm 0,98 \text{ cm}$ ; lihassilmapindala: LxL –  $46,35 \pm 1,39 \text{ cm}^2$  ja YxL –  $47,04 \pm 1,44 \text{ cm}^2$ ). Djuroki tõugu kultidel oli märgatav mõju lihaskoe valgusisaldusele ja lihasesisese rasva sisaldusele. Kui DxYL kombinatsioonil oli kõige suurem lihasesisese rasva sisaldus ( $2,71 \pm 0,21\%$ ;  $P < 0,05$ ), siis väikseim oli see LxL ja YxL kombinatsioonide puhul (vastavalt  $1,23 \pm 0,21\%$  ja  $1,71 \pm 0,22$ ).

Uuritud parameetrite omavaheliste seoste otsimisel ilmnis, et pekipaksused rümba seljaosas on omavahel seotud ( $r = 0,47\text{--}0,84$ ). Lihaskoe füüsikalise-keemiliste parameetrite puhul oli kõige rohkem teiste näitajatega seotud pH, seetõttu pH muutudes muutusid ka teised parameetrid. Mida suurem oli valgusisaldus, seda vähem oli seal rasva ( $r = -0,34$ ;  $P < 0,05$ ).

Uuringu tulemusena selgus, et D ja DL kultide järglaste seljapeki kuivainesisaldus oli kõrgem (vastavalt 92,39 ja 91,16%), kui valgetest tõugudest kultide järglastel (89,58 ja 89,45%). Valgusisaldus oli kõige kõrgem DxYL ristandjärglastel (10,84%) ja madalaim puhtatõuliste L sigade järglastel (7,1%). Vaba rasva sisaldus seljapekis erines 2,26% võrra ( $P > 0,05$ ), olles kõige kõrgem eesti maatõugu sigade järglastel (82,91%) ja kõige madalam YxL ristanditel (80,65%). D ja DL kultide järglastel olid rasvasisaldused seljapekis sarnased (vastavalt 81,59% ja 81,23%). Seega võib järeldada, et need kuldid pärandasid järglastele madalama rasva- ja kõrgema valgusisaldusega seljapeki. D ja DL kultide järglaste seljapeki kõrnetesisaldus oli madalam (vastavalt 34,28 ja 33,32%), kui L ja Y kultide järglastel (39,97 ja 43,48%) ( $P > 0,05$ ). Seega on djuroki kultide järglaste seljapekk veidi kvaliteetsem, kuna kõrneid ehk rasva sulatuse jääke tekib vähem.

Tekstuuri- ja parameetrite analüüsimisel selgus, et valgetest tõugudest sigade seljalihase lõikeparameetrid olid võrreldes värvilisest tõugudest lihaga umbes 40 N\*s võrra kõrgemad ja ei erinenud oluliselt (vastavalt 136,9 ja 102,8 N\*s). Seevastu värvilistest tõugudest (djuroki ja tema ristandid) sigade seljapekk oli struktuurilt tugevam (241,1 N\*s) võrreldes valgetest tõugudest saadud sigade seljapekiga (237,5 N\*s). Katses oli struktuurilt kõige tugevam eesti maatõugu sigade seljalihase (148,61 N\*s), kõige kergemini oli lõigatav kombinatsiooni DxYL liha (100,29 N\*s).

Pekipaksuste vahel, mis mõõdeti rümbalt joonlauaga, olid valdavalt keskmised kuni tugevad positiivsed statistiliselt olulised seosed ( $r = 0,47\text{--}0,84$ ), mis näitab et pekipaksused

muutuvad rümba seljaosas ühtlaselt. Seadmega Scan Star seljalihase pealt kõige õhemast kohast mõõdetud pekipaksus korreleerus nõrgalt kuni tugevalt rümba seljaosast mõõdetud pekipaksustega ( $r = 0,15-0,46$ ). Sama aparaadiga mõõdetud seljapeki pindala seosed võrreldes joonlauaga mõõdetud tulemustega olid veidi kõrgemad ( $r = 0,22-0,58$ ). Seega võib oletada, et kui kasutada ühest kindlast kohast mõõdetud pekipaksust sigade valiku kriteeriumina, ei pruugi pekipaksus muutuda erinevates kehapiirkondades ühtlaselt.

pH ja liha teiste kvaliteedinäitajate uurimisel selgus, et nii liha algne kui lõplik pH mõjutas oluliselt kõiki tehnoloogilisi parameetreid. Näiteks madalama pH-ga liha oli värvuselt heledam ( $r_{45 \text{ min}} = 0,52$ ;  $P < 0,001$  ja  $r_{24 \text{ h}} = 0,47$ ;  $P < 0,01$ ), mis viitab sellele et leidis aset valkude denaturatsioon, mis muutis liha heledamaks. Samas mõjutab liha pH oluliselt ka selle elektrijuhtivust, kus madalama pH-ga elektrijuhtivus on suurem ( $r_{45 \text{ min}} = -0,41$ ;  $P < 0,01$  ja  $r_{24 \text{ h}} = -0,32$ ;  $P < 0,05$ ). Madal pH kahjustab lihaskoe rakustruktuure, mille tõttu vabaneb rakkudes olev vesi tõstes liha elektrijuhtivust. Lihaskoe algne pH on keskmiselt seotud ka selle lõpliku pH, värvuse ja elektrijuhtivusega (vastavalt  $r = 0,55$ ;  $P < 0,001$ ,  $r = 0,43$ ;  $P < 0,01$ ,  $r = -0,36$ ;  $P < 0,05$ ). Liha algne ja lõplik pH ei olnud oluliselt seotud teiste liha füüsikalise-keemiliste näitajatega.

Rasvkoe füüsikalise-keemiliste seoste uurimisel sealihaga kvaliteedinäitajatega leiti, et pikima seljalihase kohal asuval peki pindalal on oluline seos enamuse rasvkoe kvaliteedinäitajatega. Suurema peki pindalaga sigade rasvkoes on rohkem rasva ( $r = 0,36$ ;  $P < 0,05$ ) ja vähem valku ( $r = -0,33$ ;  $P < 0,05$ ). Peale peki termilist töötlemist on nendel sigadel kõrnete osakaal väiksem ( $r = -0,39$ ;  $P < 0,05$ ). Paksema pekiga sigade rasvkoe lõikamiseks kulutatav energia on oluliselt väiksem ( $r = -0,52$ ;  $P < 0,001$ ). Lihaskoe rasvasisaldusel ei olnud olulist seost rasvkoe kvaliteedinäitajatega, kuid paksema pekiga sigadel oli rasvasisaldus suurem ( $r = 0,40$ ;  $P < 0,05$ ), mis viitab sellele et pikima seljalihase marmorsus on suurem paksema pekiga sigadel. Rasvkoe valgusisaldus oli tugevalt negatiivselt seotud selle rasvasisaldusega ( $r = -0,85$ ;  $P < 0,001$ ).

Erinevate sigade tõugudevahelised erinevused teevad võimalikuks ristamise tagajärjel mõjutada kasvukiirust, lihasust ja liha kvaliteeti. Seega võib järeldada, et djuroki tõugu kultide sperma on väärtuslik aretusmaterjal Eesti seakasvatajatele parandamiseks nuumikute rümba ja liha kvaliteeti.

Peki keemilise analüüsi tulemuste põhjal võib järeldada, et D ja DL tõugu kultide järglaste peki joodiarv oli madalam (vastavalt 64,60 ja 63,80) kui L ja Y kultide järglastel

(vastavalt 65,35 ja 65,63). Seega sobib D ja DL tõugu järglaste pekk paremini töötlemiseks, kuna madalama joodiarvuga pekk on rohkem küllastunud ja tugevama struktuuriga (vastavalt 248,81 ja 233,56 N\*s) võrreldes L ja Y järglastega (vastavalt 229,69 ja 245,44 N\*s).

Sealiha tootjatel on võimalik kasutada aretusprogrammis selliste omadustega kulte, kes mõjutavad positiivselt eelkõige rümpade tailihasisaldust. Magistritöös läbi viidud uuringu tulemused näitasid, et djuroki tõu kasutamine aretusel mõjutas positiivselt järglaste lihaskoe kvaliteeti – suurenes lihassilma pindala, lihasesisene rasvasisaldus ja paranesid liha söömisomadused. Kuigi värviliste tõugude rümbad olid lühemad, siis rümbamass ja tapasaagis olid sarnased ja võrreldavad valgete tõugudega.

Kuna seljapekk on väga oluline komponent vorstide valmistamisel ja nõudlus kvaliteetse seljapeki järele on suur, siis sellest tulenevalt tuleb peki kvaliteediga seotud probleemide uurimist tulevikus kindlasti jätkata.

## 5. KASUTATUD KIRJANDUS

- Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H., C., Andersen, H., J.** (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. – *Food quality and Preference* 14, pp. 277–288.
- Alt, A.** (2006). Searümpade klassifitseerimine SEUROOP–süsteemi põhjal. Tallinn. AS Atlex, lk 15.
- AOAC 991:36–(1996). Fat(Crude) in Meat and Meat Products – Solvent.
- AOAC Official Method (2011). Protein in Raw and Processed Meats Automated Dye-Binding Method First Action.
- Angels Oliver, M., Panella, N.** (2007). Muscle pH. Institute for Learning and Research Technology, University of Bristol, UK.  
[http://www.youngtrain.net/multimedia/tutorials/muscle\\_ph/page\\_08.htm](http://www.youngtrain.net/multimedia/tutorials/muscle_ph/page_08.htm).
- Asghar, A., Pearson, A. M.** (1980). Influence of ante- and postmortem treatments on muscle composition and meat quality. – *Advanced Food Research* 26. pp. 53–61.
- Baer, A.** (2012). Effect of fat quality on sausage processing, texture, and sensory characteristics. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Animal Sciences in the Graduate College of the University of Illinois Urbana-Champaign. pp. 1–69.
- 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, pp. 196–197.
- Berg, E. P., McFadin, E. L., Maddock, K. R., Goodwin, N. R., Baas, T. J., Keisler, D. H.** (2003). Serum concentrations of leptin in six genetic lines of swine and relationship with growth and carcass characteristics. – *Journal of Animal Science*. 81. pp. 167–171.
- Bertram, H. C., Andersen, H. J., Karlsson, A. H., Horn, P., Hedegaard, J., Nørgaard, L., Engelsens, S. B.** (2003). Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. – *Meat Science* 65. pp. 707–712.

- Bothma, C., Hugo, A., Osthoff, G., Joubert, C. C., Swarts, J. C., de Kock, H. L.** (2014). Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation on the technological quality of back-fat of pigs.– *Meat Science* 97. pp. 277–286.
- 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. pp. 249–256.
- Cameron, N. D., Nute, G. R., Brown, S. N., Enser, M., Wood, J. D.** (1999). Meat quality of Large White pig genotypes selected for components of efficient lean growth rate. – *Journal of Animal Science* 68. pp. 115–127.
- 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. Urbana. *Journal of Animal Science* 74. pp. 925–933.
- Daszkiewicz, T., Bąk, T., Denaburski, J.** (2005). Quality of pork with a different intramuscular fat (IMF) content. – *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 14/55. pp. 31–36.
- D'Souza, D. N., Pethick, D. W., Dunshea, F. R., Suster, D., Pluske, J. R., Mullan, B. P.** (2004). The pattern of fat and lean muscle deposition differs on the different pork primal cuts of female pigs during the finisher growth phase.– *Livestock Production Science* 91. pp. 1–8.
- DeVol, D. L., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., Novakofski, J., Shanks, R. D., Carr, T. R.** (1988). Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. – *Journal of Animal Science* 66. pp. 385–395.
- Ellis, M., Web, 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. – *Journal of Animal Science* 62. pp. 521–530.
- 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. – *Journal of Muscle Foods* 9. pp. 281–291.
- Eesti Tõusigade Aretusühistu. 2015. Aretusprogramm „Marmorliha“. <http://marmorliha.estpig.ee>. Viimati külastatud 16.04.2015.
- Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat 2014. Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS. 52 lk.
- EVS.1995. Liha ja lihatooted. Proovivõtu meetod. EVS 723:1995. Eesti Standardiamet. 4 lk.

- EVS.1996. Liha ja lihatooted. Vaba rasvasisalduse määramine. (Põhimeetod). ISO 1444:1996. Eesti Standardikeskus. 3 lk.
- EVS.1978. Liha ja lihatooted. Valgusisalduse määramine. (Põhimeetod). ISO 937:1978. Eesti Standardikeskus. 3 lk.
- EVS.1997. Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine. (Põhimeetod). EVS–ISO 1442:1999. Eesti Standardikeskus. 4 lk.
- EVS.1998. Liha ja lihatooted. Tuhasisalduse määramine. (Põhimeetod). ISO 936:1998 (E). Eesti Standardikeskus. 3 lk.
- EVS.2000. Animal and vegetable fats and oils – Determination of refractive index. Eesti Standardikeskus. 4 lk.
- EVS.2001. Animal and vegetable fats and oils – Determination of moisture and volatile matter content. Eesti Standardikeskus. 3 lk.
- EVS.2005. Loomsed ja taimsed rasvad ja õlid. Katseproovide ettevalmistamine. EVS-EN ISO 661:2005. Eesti Standardikeskus. 3 lk.
- Jeleníková, J., Pipek, P., Miyahara, M.** (2008). The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. – *European Food Research and Technology* 227. pp. 989–994.
- Jiang Y. Z., Zhu L., Tang G. Q., Li M. Z., Jiang A. A., Cen W. M., Xing S. H., Chen J. N., Wen A. X., He T., Wang Q., Zhu G. X., Xie M., Li X.W.** (2012). Carcass and meat quality traits of four commercial pig crossbreeds in China.– *Genetics and Molecular Research* 11 (4). Yaan. pp. 4447–4455.
- Jungerius, B.J.** (2004). Implementation of SNPs in pig genetics : LD and QTL analysis. pp. 128. Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS. <https://www.jkkeskus.ee/jkk/sead/statistika/sigade-arv.html> Viimati külastatud 16.04.2015
- Feiner, G.** (2006). Meat composition and additives. The protein and fat content of meat. *Meat products handbook: Practical Science and Technology*. pp. 3–32.
- Fernandez, X., Monin, G., Talmont, A., Mourot, J., Lebret, B.** (1999). 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. pp. 59–65.
- Fischer, K., Reichel, M., Lindner, J.P., Wicke, M., Branscheid, W.** (2000). Einfluss der Vater-tierrasse auf die Verzehrqualität von Schweinefleisch. – *Archiv für Tierzucht* 43. pp. 477–485.

- Grau R., Hamm R.** 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 4. pp. 295–297.
- Grau R., Hamm R.** 1957. Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskles. II Über die Bestimmung der Wasserbindung des Muskles. – *Z. Lebensmittel – Untersuchung und Forschung* 15. pp. 446–460.
- Goransson, A., Von Seth, G., Tornberg, E.** (1992). The influence of intramuscular fat content on the eating quality of pork. – *Processing 38th International Congress of Meat Science and Technology*. pp. 245–249.
- Honikel, K. O.** (1987). The influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscle. – *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs*. pp. 273–284.
- Honikel, K. O.** (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. – *Meat Science* 49. Kulmbach pp. 447–457.
- Hovenier, R., E. Kanis, Th. van Asseldonk, N. G. Westerink.** (1992). Genetic parameters of pig meat quality traits in a halothane negative population. *Livest. Prod. Sci.* 32:309–321.
- Hovenier, R. E., Brascamp, E. W., Kanis, E., Wassenberg, A. P.**(1993). Economic values of optimum traits: the example of meat quality in pigs. – *Journal of Animal Science* 71. pp 1429–1433.
- Hovenier, R., E. Kanis, Th. van Asseldonk, and N. G. Westerink. B** (1993<sub>a</sub>). Breeding for pig meat quality in halothane negative populations—A review.— *Pig News Inf.* 14. pp 17–25.
- Hovenier, R., E. Kanis, and J. A. M. Verhoeven.** (1993<sub>b</sub>). Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality traits. – *Journal of Animal Science* 71. pp. 2019–2025.
- 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*. pp 4.
- Huff-Lonergan, E.** (2002). Water-holding capacity of fresh meat. – *National Pork Producers Council*. Des Moines. pp 1–7.
- Hurnik, D.** (2004). Loin eye size and what factors drive it? – *Atlantic Swine Research Partnership Inc. Annual Report*. pp 18–20.
- Ingenieurbüro R. Matthäus.2011a. Scan Star CPU device. User manual. 5pp.
- Ingenieurbüro R. Matthäus.2011b. Opto Star device. User manual. 20pp.

- Ingenieurbüro R. Matthäus.2011c. LF Star device. User manual. 17pp.
- ISO. 2001. „Animal and vegetable fats and oils – Sampling“. ISO 5555:2001. 25 lk.
- Kerry, Joseph, Kerry, John, Ledward, D.** (2002). Meat Processing. England. pp 199.
- Kersten, K.** (2015). Sigade jõudluskontrolli tulemused 2014. aastal.–*Tõuloomakasvatus nr. 18*. Tartu. OÜ Paar, lk 1–34.
- van Laack, R. L. , Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., Pinheiro, J.C.** (1994). Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? – *Meat Science* 38. pp 193–201.
- 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. – *Journal of Animal Science* 79. pp 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. – *Journal of Animal Science* 71. pp 3344–3347.
- Lember A., Luts V., Roosmaa Ü., Oja A.** (1999). Seakasvatus ja sealiha tootmine. Tartu, lk 61–70.
- von Lengerken, G., Ellendorff F., von Lengerken, J.** (2012). Loomakasvatus. lk 272–278.
- Lo, L. L., D. G. McLaren, F. K. McKeith, R. L. Fernando, and J. Novakofski.** (1992). Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs. II. Heritabilities and correlations. – *Journal of Animal Science* 70. pp 2387–2396.
- Lonergan, S. M., E. Huff-Lonergan, L. J. Rowe, D. L. Kuhlers, and S. B. Jungst.** (2001). Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. – *Journal of Animal Science* 79. pp 2075–2085.
- Love, J.D., Pearson, A.M.** (1971). Lipid oxidation in meat and meat products – A review. – *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 48, No. 10, pp 547–549.
- Maw, S. J., Fowler. V. R., Hamilton, M., Petchey, A. M.** (2003). Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition.– *Meat Science* 63. pp 185–190.
- McLaren, D. G., Buchanan, D. S., Johnson, R. K.** (1987). Growth performance for four breeds of swine: crossbred females and purebred and crossbred boars. –*Journal of Animal Science* 64. pp 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. –*Journal of Animal Science* 76. pp 2008–2016.
- Novakofski, J.** (1987). Repartitioned pork. Sensory quality and consumer acceptance. Proc University of Illinois Pork Ind. Conf., Urbana, IL. pp 84.
- NPPC.** (1995). Genetic Evaluation/Terminal Line Program Results. R. Goodwin and S. Burroughs, ed. Nat. Pork Prod. Counc., Des Moines, IA.
- O'Brien, R.** (2008). Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications, Third Edition. pp 213.
- Poikalainen, V.** 2004. Võitehnoloogia. Eesti Põllumajandusülikool. Loomaarstiteaduskond. Tartu. 183 lk.
- 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. pp 395–400.
- Pöldvere, A., Lepasalu, L., Tänavots, A., Olt, J., Sannik, U., Sats, A., Saar, R., Martinson, R., Poikalainen, V.** (2014). An alternativemethodfor meat shear energy estimation during ageing.–*Agronomy Research* 12 (3). pp 793–801.
- Pöldvere, A., Tänavots, A., Saar, R., Torga, T., Kaart, T., Soidla, R., Lepasalu, L.** (2015). Effect of imported Duroc boars on meat quality of finishing pigs in Estonia. – *Agronomy Research* 13(4). pp 1040–1052.
- Pöldvere, A., Tänavots, A.** (2014). Sigade rümba ja liha kvaliteet <http://www.eau.ee/~alo/liha/sealiha/index.php>.
- Rei M.** (1999). Lihatehnoloogia teaduslikud alused. Tartu. 116–142 lk.
- Radović Č., Petrović M., Kosovac O., Stanišić N., Radojković D., Mijatović M.** (2009). The effect of different fixed factors on pig carcass quality and meat traits. – *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (3–4). pp 189–196.
- Ramirez, R., Cava, R.** (2007). Carcass composition and meat quality of three different Iberian x Duroc genotype pigs. – *Meat Science* 75. pp 388–396.
- Rasmussen, A. J., Andersson, M.** (1996). New method for determination of drip loss in pork muscles. – *Proc. 42nd International Congress of Meat Science and Technology*. pp 286–287.

- Roongsitthichai, A., Tummaruk, P.** (2014). Importance of Backfat Thickness to Reproductive Performance in Female Pigs.– *Thai J Vet Med* 44(2). pp 171–178.
- Sellier, P.** 1998. Genetics of meat and carcass traits. Pages in 463–510 in *The Genetics of the Pigs*. M. F. Rothschild, and A. Rubinsky, ed. CAB Int., New York, NY.
- Somelar, E., Tänavots, A., Saveli, O.** (2001). Meat Quality Research of Pure- and Crossbred Pigs in Estonia. – *7th Baltic Animal Breeding Conference*. Tartu. pp 138–143.
- Sosnicki, A.** (2009). Pork fat quality. – *Cutting Edge, first quarter*. pp 1–4.
- Schinckel, A. P.** (2001). Nutrient requirements of modern pig genotypes. Nottingham University Press, Nottingham, U.K. pp 399–438.
- Schinckel, A. P., Mills, S. E., Weber, T. E., Eggert, J. M.** (2002). A Review of Genetic and Nutritional Factors Affecting Fat Quality and Belly Firmness. Purdue University, Department of Animal Sciences. Pp 1–9.
- Schubert, M.** (2009). Detection of meat and fat quality in pork and beef using X-ray. Master Thesis. Pp 1–84.
- Suzuki, K., Shimizu, Y., Abe, H., Tonai, K., Suzuki, A.** (2001). Comparison of meat quality between breeds, sex and site of longissimus thoracis muscle in pigs. – *Journal of Animal Science* 72. pp J215–J223.
- Suzuki K., Irie, M., Kadowaki, H., Shibata, T., Kumagai, M., Nishida A.** (2005). Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. – *Journal of Animal Science* 83. pp 2058–2065.
- Swantek, P. M, Crenshaw J. D., Marchello M. J., Lukaski H. C.** (1992). Bioelectrical impedance: A nondestructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcasses.– *Journal of Animal Science* 70. pp 169–177.
- Suster, D., Leury, B. J., Hewitt, R., Kerton, D. J. Dunshea, F. R.** (2005). Porcine somatotropin alters body composition and the distribution of fat and lean tissue in the finisher gilt. – *Australian Journal of Experimental Agriculture* 45. pp 683–690.
- Zudaire, G., Alfonso, L.** (2013). Firmness of the Individual Subcutaneous Adipose Tissue Layers of Pig Carcasses and its Relationship with other Fat, Carcass and Meat Quality Criteria. – *Journal of Animal Production Advances* 3(1). pp 12-19.
- 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 Kjeltex System, 1 lk.

Testo AG.2006.testo 205 pH/temperature Measuring Instrument. Instruction Manual. Lenzkirch. 14pp.

**Tänavots, A., Põldvere, A.** (2006). Carcass traits of offsprings of top breeding boars in Estonia. – *Proceedings of the 12th Baltic Animal Breeding Conference*. pp. 103–109.

**Tänavots, A., Põldvere, A., Soidla, R., Lepasalu, L., Žurbenko, S.** (2011<sup>a</sup>). Sigade rümba- ja lihakvaliteeti mõjutavad tegurid. I kuldi tõu ja sigade soo mõju rümba koostisele.– *Agraarteadus XXII (1)*. pp. 45–52.

**Tänavots, A., Põldvere, A., Soidla, R., Lepasalu, L., Žurbenko, S.** (2011<sup>b</sup>). Sigade rümba- ja lihakvaliteeti mõjutavad tegurid. II kuldi tõu, sigade soo ja pH<sub>1</sub> mõju liha kvaliteedinäitajatele. –*Agraarteadus XXII (1)*. pp. 53–61.

**Tänavots, A., Saveli, O.** (2003). Optimum slaughter weight of Estonian pig breeds. - *Proceedings of the 9th Baltic Animal Breeding Conference*. pp. 87–91.

**de Vries, A. G., van der Wal P. G., Long, T., Eikelenboom, G., Merks, J. W. M.** (1994). Genetic parameters of pork quality and production traits in Yorkshire populations. – *Livestock Production Science* 40. pp. 277–289.

**Warriss, P. D., Kestin, S. C., Brown, S. N., Nute, G. R.** (1996). The quality of pork from traditional pig breeds. – *Meat Focus International* 5. pp 179–182.

**Warriss, P. D.** (2000). An Introductory Text. – *Meat Science* 56. pp. 310.

**Whitman, T. A., Forrest, J. C., Morgan, M. T., Okos, M. R.** (1996). Electrical measurement for detecting early postmortem changes in porcine muscle. – *Journal of Animal Science* 74. pp. 80–90.

**Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Koohmaraie, M.** (2002). Technical note: Sampling methodology for relating sarcomere length, collagen concentration, and the extent of postmortem proteolysis to beef and pork longissimus tenderness. – *Journal of Animal Science* 80. pp. 982–987.

**Чубик И., А., Маслов А., М.** (1970). Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. Издательство "Пищевая Промышленность". Москва, 1970.184 с

**Воловинская, В. И., Келман, Б. Н.** (1962). Разработка методов определения влагопоглощаемости мяса / Науч. тр.: ВНИИМП.-М., Вып. XI.-С. 128-138.

# EFFECT OF DUROC BOARS ON MEAT AND FAT QUALITY OF FINISHING PIGS

## Summary

The aim of the study was to investigate meat and backfat quality of fatteners from different genotypes. Also to investigate the effect of Duroc boars on offsprings carcass characteristics, meat and fat quality and which genotypes are suitable for the production of finishing pigs. As well as to examine the backfat texture parameters (shear force and energy) and to find the relationship between backfat thickness, intramuscular fat and backfat texture.

40 pigs from four breed combinations (LxL, YxL, DxYL, DLxYL) were selected randomly into the study by using animal recording software „Possu“. As pigs under observation were tagged, the genotype of pigs was able identified. Pigs were fed by dry feed with similar content in all farms.

Meat traits were determined 45 minutes after slaughtering in the chilling section of farm slaughterhouse. After slaughtering and final trimming, the carcasses were bisected lengthwise along the vertebral column. Carcass halves were weighed with the accuracy 0,1 kg. Carcasses were bisected between 13<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> ribs perpendicularly to the *Longissimus thoracis* muscle to take a sample weight approximately 1 kg in weight. Samples were taken from pigs originated from two farms which were members of the Estonian Breeding Association. All the samples were transported to the of Food Science and Technology in Estonian University of Life Sciences and stored at temperature of 4 °C. Meat and fat quality parameters were determined according to the accepted methodology of Estonian Centre of Standardisation. All analyses were performed during the period from November to December 2014.

The characteristics of carcasses were: hot carcass weight, carcass length, loin eye area (LEA) and backfat thickness. pH value, electroconductivity, colour, drip loss, water-holding capacity, cooking loss and dry matter, ash, protein and fat content were the physicochemical parameters which were determined in the *Longissimus Thoracis* muscle.

Duroc-sired pigs were slaughtered at an older age, but the same live weight as those of other genotypes. The study revealed that Duroc-sired genotypes had significantly shorter carcasses (D/LxLW/L -  $95.38 \pm 0.98$  cm and DxLW/L -  $96.88 \pm 0.95$  cm;  $P < 0.01$ ), but a larger LEA (D/LxLW/L -  $51.75 \pm 1.44$  cm<sup>2</sup> and DxLW/L -  $52.24 \pm 1.39$  cm<sup>2</sup>;  $P < 0.05$ ) compared to white-coloured genotypes (carcass length: LxL -  $101.12 \pm 0.95$  cm and LWxL -  $101.82 \pm 0.98$  cm; LEA: LxL -  $46.35 \pm 1.39$  cm<sup>2</sup> and LWxL -  $47.04 \pm 1.44$  cm<sup>2</sup>). Duroc sire had a significant effect on the muscle protein and intramuscular fat (IMF) content. DxLW/L genotype had the greatest IMF level ( $2.71 \pm 0.21\%$ ;  $P < 0.05$ ), while it was the lowest in the LxL and LWxL ( $1.23 \pm 0.21\%$  and  $1.71 \pm 0.22\%$ , respectively).

Investigating relationships between different characteristics showed that backfat thicknesses in carcass are related ( $r = 0,47-0,84$ ). pH was the characteristic which was related the most of to other physicochemical parameters, therefore abnormality in pH value will affect also other parameters. Higher meat protein level mean, that it contain less fat ( $r = -0.34$ ;  $P < 0.05$ ).

The study showed that D- and DL-sired offsprings backfat dry matter content was higher (92.39 and 91.16% respectively) than those of L and Y sired genotypes (89.58 and 89.45% respectively). The protein content was the highest at DxYL crossbreeds (10.84%) and the lowest in the offsprings of purebred Landrace (7.1%). Free fat content in backfat differed by 2.26%, being the highest in Landrace offsprings (82.91%) and the lowest in YxL crossbreeds (80.65%) ( $P > 0.05$ ). D- and DL-sired offsprings fat content in backfat was similar (81.59 and 81.23% respectively). As a result, these sires inherited to their offsprings backfat with lower free fat and higher protein content. D- and DL-sired offsprings backfat greave content was lower (34.28 and 33.32% respectively), than L- and Y-sired genotypes (39.97 and 43.48% respectively) ( $P > 0.05$ ). Therefore we can conclude that Duroc sires offsprings backfat had better quality, as the greave content was slightly lower.

Textural analysis revealed that white-coloured pig breeds muscle shear force parameters compared to D- and DL-sired offsprings were about 40 N\*s higher and did not differed significantly (136.9 and 102.8 N\*s, respectively). Contrary D- and DL-sired genotypes backfat had stronger structure (241.1 N\*s) compared to white genotype offsprings (237.5 N\*s). Landrace had structurally thicker muscle (148.61 N\*s) and the softest had combination DxYL (100.29 N\*s).

Backfat thicknesses, which were measured by ruler, had mostly medium to strong positive correlations ( $r = 0.47-0.84$ ), which shows that backfat thicknesses change equally. Backfat thickness, measured from thinnest spot in *dorsum* by Scan Star, correlated weakly to strongly with backfat thicknesses measured from *dorsum* ( $r = 0.15-0.46$ ). Correlation between backfat layer area measured by same device were slightly higher compared to results measured by a ruler ( $r = 0.22-0.58$ ). Thus, it can be assumed that by using backfat thickness measured from one point as a pigs selection criteria, backfat thickness could respond in different regions of the body unevenly.

The study revealed that technological parameters were significantly affected by pH. For example meat with lower pH was lighter in color ( $r_{45 \text{ min}} = 0.52$ ;  $P < 0.001$  and  $r_{24 \text{ h}} = 0.47$ ;  $P < 0.01$ ), it suggests that protein denaturation occurred, which made the meat paler. At the same time electro-conductivity was affected by pH – if the pH was lower, the electroconductivity was higher ( $r_{45 \text{ min}} = -0.41$ ;  $P < 0.01$  and  $r_{24 \text{ h}} = -0.32$ ;  $P < 0.05$ ). Lower pH damages cellular structures and as a result water from cells is released and electro-conductivity increases. Initial pH was associated with the ultimate pH, the color and the electroconductivity ( $r = 0.55$ ;  $P < 0.001$ ,  $r = 0.43$ ;  $P < 0.01$ ,  $r = -0.36$ ;  $P < 0.05$ , respectively). Initial pH and ultimate pH were not significantly related to the other physico-chemical characteristics.

Investigation comparing fat physico-chemical and meat quality characteristics showed that fat layer area above *Longissimus thoracis* had significant correlations with major fat quality characteristics. Lower protein content and higher fat content was found in backfat of pigs with a larger surface area of backfat ( $r = -0.33$ ;  $P < 0.05$ ). After the thermal treatment of the fat, those pigs had a smaller amount of greaves ( $r = -0.39$ ;  $P < 0.05$ ). Energy used for shear in texture analysis was significantly lower on pigs with thicker backfat ( $r = -0.52$ ;  $P < 0.001$ ).

There were no significant relationships between the fat content in muscle and with fat quality characteristics, but the pigs with thicker backfat had higher content of free fat ( $r = 0.40$ ;  $P < 0.05$ ), suggesting that intramuscular fat content is higher in the pigs with thicker backfat. The protein content of fat was strongly, but negatively related with fat content ( $r = -0.85$ ;  $P < 0.001$ ).

The differences between the various pig breeds make it possible to influence of the growth rate, leanness and meat quality as a result of crossbreeding. It can be concluded that Duroc breed semen is a valuable breeding material to Estonian pig producers to improve the carcass and meat quality of finishing pigs.

Producers have the possibility to use boars with a higher lean meat content in breeding programme if they intend to improve that aspect in the finishers. The results of this study demonstrated that the genotype combination affected carcass and meat quality traits. Even in case of shorter carcasses in Duroc-sired genotypes, the weight of the carcass and slaughter yield were comparable with those of white-coloured genotypes.

## **Lisa 1.**

### **Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Taavi Torga,  
sünniaeg 26.06.1989,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö „Djuroki tõugu kultide mõju nuumsigade lihas- ja rasvkoe kvaliteedile“, mille juhendajad on Arne Põldvere ja Alo Tänavots,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_

(*allkiri*)

Tartu, \_\_\_\_\_

(*kuupäev*)

### **Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

\_\_\_\_\_  
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)