



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Elin Sild

**DJUROKI TÕUGU KULTIDE SEGUSPERMA KASUTAMINE
NUUMSIGADE TOOTMISEKS**

USE OF DUROC POOLED SEMEN FOR PRODUCTION OF
FATTENING PIGS

Magistritöö

Loomakasvatuse õppekava

Juhendajad: Alo Tänavots, pm-dr,

Aarne Põldvere, pm-knd,

Raivo Laanemaa, DVM

Tartu 2021



Eesti Maaülikool, Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Elin Sild		Õppekava: Loomakasvatus	
Pealkiri: DJUROKI TÕUGU KULTIDE SEGUSPERMA KASUTAMINE NUUMSIGADE TOOTMISEKS			
Lehekülgi: 49	Jooniseid: 4	Tabeleid: 21	Lisasid: 1
<p>Õppetool: Tõuaretuse ja biotehnoloogia</p> <p>Uurimisvaldkond (ja mag. töö puhul valdkonna kood): B400 Zootehnika, loomakasvatus, aretustegevus</p> <p>Juhendaja(d): Alo Tänavots, pm-dr; Aarne Põldvere, pm-knd; Raivo Laanemaa, DVM</p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021</p>			
<p>Magistritöö eesmärk oli uurida Eestis djuroki tõugu kultide segusperma kasutamise mõjusid emiste viljakusnäitajatele. Töö kirjanduse analüüsis antakse ülevaade seakasvatusest Eestis, kunstliku seemendamise eelistest, sperma kvaliteedi mõõtmisest, sperma kvaliteedi mõjust pesakonna suurusele, tõulisuse mõjust emise viljakuse näitajatele ning kultide segusperma kasutamisest seemendamisel. Töö tulemuste osa põhineb Eesti Tõusigade Aretusühistu (ETSAÜ) seemendusjaamast pärit sperma kvaliteedi andmetel ning Eesti Jõudluskontrollikeskuse emiste jõudlusandmetel 2020. aasta kohta. Magistritöös ei õnnestunud segavate tegurite tõttu näidata djuroki seguspermaga seemendamise positiivset mõju emise viljakusnäitajatele, kuid samas pole välistatud selle mõju olemasolu. Võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas mõjutasid uuritud sperma näitajatest spermide koguhulk proovis, progressiivne seguskoor ja spermide järkjärguline liikuvus. Pesakonna tõulisusel oli statistiliselt oluline mõju kõigile uuritud emise viljakustunnustele. Elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas, surnult sündinud põrsaste arvule pesakonnas ja surnud imikpõrsaste arvule pesakonnas avaldasid statistiliselt olulist mõju farm, kus emist peeti, emise seemendamise kuu ja emist seemendanud tehniku isik. Emiste viljakust mõjutavad samal ajal väga paljud erinevad tegurid, nii geneetilised kui ka keskkonnaga seotud. Oluliselt aitab viljakusnäitajate paranemisele kaasa ristamisel tekkiv heteroosiefekt, mistõttu on ristamistel seakasvatuses väga oluline roll.</p>			
Märksõnad: seatõud, sperma, viljakus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Elin Sild		Speciality: Animal Science	
Title: USE OF DUROC MIXED SPERM FOR PRODUCTION OF FATTENING PIGS			
Pages: 49	Figures: 4	Tables: 21	Appendixes: 1
<p>Department: Animal breeding and biotechnology</p> <p>Field of research (and for Master's Thesis add research field code): B400 Zootechny, animal husbandry, breeding</p> <p>Supervisors: Alo Tänavots, DSc (agriculture); Aarne Põldvere, Cand(agriculture); Raivo Laanemaa, DVM</p> <p>Place and date: Tartu 2021</p>			
<p>The aim of the Master's thesis was to investigate the effect of using mixed sperm of duroc boars to the fertility of sows in Estonia. In literature review following topics are covered: pig industry in Estonia, advantages of artificial insemination, measurements of sperm quality, effects of sperm quality on litter size, effect of breed on fertility and using pooled semen in artificial insemination. Results are based on Estonian Pig Breeding Association's artificial insemination station data about sperm quality combined with data from Estonian Livestock Performance Recording Ltd on sows fertility in 2020. Due to confounding factors it was not possible to show effect of duroc pooled semen on fertility of the sow, but the effect can not be excluded. Number of weaned piglets in litter was affected by total amount of sperm in dose, progressive composite score and progressive motility of sperm. Litter breed affected significantly all the fertility aspects studied in sows. Piglets born alive in litter, piglets born dead in litter and piglet losses in litter were significantly affected by farm, insemination month and insemination technician. Fertility of sows is simultaneously affected by variety of factors, both environmental and genetic. Heterosis effect that arises from crossbreeding increases fertility and therefore crossbreeding has essential role in pig industry.</p>			
Keywords: pig breeds, sperm, fertility			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
TÄNUAVALDUSED.....	8
1. KIRJANDUSE ANALÜÜS	9
1. 1. Seakasvatus Eestis	9
1. 2. Emiste kunstlik seemendamine	12
1. 3. Kunstlikul seemendamisel kasutatava sperma kvaliteet.....	15
1.4. Sperma kvaliteedi mõju pesakonna suurusele	17
1.4. Tõu mõju viljakuse näitajatele.....	18
1. 5. Segusperma kasutamine kunstlikul seemendamisel	21
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	23
3. TULEMUSED	25
3.1. Emiste viljakusnäitajate erinevused djuroki kultide seguspermaga seemendamisel	25
3.2. Djuroki kultide segusperma erinevused võrreldes muu spermaga	27
3.3. Tegurid, mis mõjutavad emise viljakusenäitajaid	28
4. ARUTELU	37
5. JÄRELDUSED.....	40
KOKKUVÕTE	41
KASUTATUD KIRJANDUS	43

SISSEJUHATUS

Varem on Eestis seakasvatustes isapoolsete tõugudena kasutatud hämpširi ning pjeträäni tõugu kulte, kuid praegu on põhiliselt kasutusel djuroki tõugu kuldid (Kersten 2020). Djuroki kulte kasutades saadud nuumsigade lihakvaliteeti uurides on jõutud järeldusele, et djuroki kultide kasutamise abil saavad Eesti seakasvatajad kohalike nuumsigade rümba- ja lihakvaliteeti paremaks muuta (Pöldvere *et al.* 2015).

Seakasvatustes on oluline majanduslikku külge mõjutav tegur emise pesakonna suurus. Varasemates Taanis läbi viidud uuringutes on leitud, et djuroki kultide segusperma kasutamise abil saab emistel pesakonda suurendada (Pedersen 2013), kuid rohkem sarnaseid uuringuid leida ei õnnestunud. Samas, Taanis kasutatakse praegu nende uuringute tulemuste tõttu seemendamisel seguspermat. Djuroki kultide segusperma kasutamine seemendamisel on Eestis väga uudne ning ühtegi uuringut selle mõjude kohta Eestis läbi viidud ei ole.

Käesoleva magistr töö eesmärk on uurida Eesti farmides seemendamisel kasutatud djuroki kultide segusperma mõjusid emiste viljakusenäitajatele. Töö kirjanduse analüüsis antakse ülevaade seakasvatusest Eestis, kunstliku seemendamise eelistest, sperma kvaliteedi mõõtmisest, tõulisuse mõjust emise viljakuse näitajatele ning kultide segusperma kasutamisest seemendamisel. Töö tulemuste osa põhineb Eesti Tõusigade Aretusühistu (ETSAÜ) seemendusjaamast pärit sperma kvaliteedi andmetel ning Eesti Jõudluskontrollikeskuse emiste jõudlusandmetel 2020. aasta kohta. ETSAÜ seemendusjaamast said seakasvatajad aastal 2020 valida lisaks tavapärasele ühelt kuldilt pärit spermale ka djuroki tõugu kultide seguspermat. Ühe djuroki kuldi sperma oli kallim kui segusperma ja seetõttu eelistasid seakasvatajad djuroki kultidelt seguspermat. ETSAÜ oli valmis kompenseerima üksikkuldi spermadoosi kõrgema hinna, aga seakasvatajale ei olnud võimalik kompenseerida võimalikku väiksemat pesakonna suurust. Seetõttu ei olnud võimalik võrrelda djuroki kultide üksikdoosidega seemendamise tulemusi spermaseguga nagu algselt planeeritud.

Töö tulemuste ja arutelu osas proovitakse leida vastust küsimustele.

1. Kas djuroki kultide segusperma mõjutab emiste viljakusenäitajaid?
2. Kas djuroki segusperma erineb oma näitajate poolest teiste tõugude või tõukombinatsiooniga kultide spermast?
3. Kas viljakusenäitajate ning hinnatud sperma näitajate vahel esineb seos?
4. Kas pesakonna tõulisus mõjutab emise viljakuse näitajaid?
5. Millised tegurid mõjutavad veel emise viljakusenäitajaid?

TÄNUAVALDUSED

Magistritöö valmimisel olid hindamatuks abiks mitmed suurepärased inimesed.

Suur tänu väärtuslike andmete eest Eesti Tõusigade Aretusühistule, ETSAÜ seemendusjaama laborant Jaanika Kreelale ja peaspetsialist Mait Mahlapuule ning Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS-ile, eriti sigade jõudluskontrolli juht Külli Kerstenile, andmetöötluse juht Liia Taalerile ning seakasvatajatele, kes on liitunud jõudluskontrolliga.

Eriline tänu kuulub loomulikult magistritöö väsimatutele ja ülimalt asjatundlikele juhendajatele Alo Tänavotsale, Arne Põldverele ning Raivo Laanemaale. Magistriõpingute vältel on abiks olnud igati toetav loomakasvatuse magistriõppekava juht Marko Kass. Suur tänu Sandra Oksaarele, kes aitas magistritöösse oma kohtadele puuduvad komad ning muutis teksti arusaadavamaks.

1. KIRJANDUSE ANALÜÜS

1. 1. Seakasvatus Eestis

Peale esimest maailmasõda hakati Eestist peekonisigu Inglismaale müüma ning sigade tõuaretust asus korraldama loodud Eesti Seakasvatajate Selts (Laanmäe 1994a). Eesti Seakasvatajate Selts pidas tõuraamatuid ning asutas kuldijaamad ja sugulavad (Laanmäe 1994a). Jõudluskontrolli andmete kogumine sigade sugulavades ja kuldijaamades pani aluse seakasvatuse teaduslikule uurimistöele ja jõudluskontrollile (Pöldvere 2013). Kuldijaamades kasutati peamiselt imporditud kultide järglasi ja 1936. aastal tegutses Eestis 234 parandatud maasigade ja 351 suurt valget tõugu sigade kuldijaama. Nõukogude ajal lõhuti senine talumajapidamise süsteem täielikult ning asutati kaks riiklikku sigade tõulava, üks valget tõugu sigadele ning teine eesti parandatud maatõugu ehk eesti lontkõrvalistele sigadele. Eesti lontkõrvalised sead nimetati ümber eesti peekoni seatõuks. (Laanmäe 1994a)

Aastal 1957 valmis Kehtna seakasvatuse kontrollkatsejaam, mille ülesanne oli tõusigade jõudluse kontroll ja kõrge jõudlusega tõusigade väljaselgitamine. Aastal 1977 valmis Kehtnas esimene sigade kunstliku seemendamise jaam 50 kuldikohaga. (Laanmäe 1994b) Sigade kunstliku seemendamisega alustati Eestis aastal 1960 ning esimesed sel viisil saadud põrsad sündisid 1963. aastal. Esimene farmisisene seemenduspunkt ehitati 1978. aastal Rakke kolhoosis, seejärel valmisid 1985. aastal seemenduspunktid Eksperimentaalses Seakombinaadis EKSEKO ja Põlva Majanditevahelises Seakombinaadis. (Pöldvere 2013)

Aastal 1986 oli Eestis 87 sigade tõufarmi ning eesti seatõugude hea reproduktsioonijõudluse tõttu osteti Eestis toodetud tõusigu nii Nõukogude Liidus kui ka sellest väljaspool (Laanmäe 1994b). Eesti Tõusigade Aretusühistus töötati välja sigade ristanaretusprogramm "Marmorliha", mille eesmärk on aretada ja levitada väärtuslikke tõusigu, suurendada sigade jõudlusvõimet ja aretusväärtust ning tagada seakasvatuse

majanduslik tasuvus. Aastal 1996 alustas tegevust Eesti Tõusigade Aretusühistu Seemendusjaam Vasulas. (Põldvere 2013)

Aastal 1995 imporditi Eestisse esimesed hämpširi tõugu kuldid Rootsist ning 1999. aastal toodi Austriast sisse pjeträäni tõugu sead. Esimesed djuroki tõugu kuldid toodi Eestisse 2009. aastal Kanadast nuumsigade liha kvaliteedi parandamiseks. (Põldvere 2013)

Aastal 1990 oli Eestis kokku 1 080 400 siga, kuid 1999. aasta lõpuks oli nende arv vähenenud 285 700 loomani (Põldvere 2013). Aastaks 2004 oli sigade arv tõusnud 361 800 loomani ning arvukus püsis üsnagi stabiilsena kuni sigade Aafrika katku puhanguni Eestis. Aastal 2016 toimus sigade arvu järsk vähenemine 292 700 seani ning 2021. aasta märtsi kuu seisuga peetakse Eestis 312 700 siga. (Statistikaamet 2021)

Aastal 2020 oli Eestis kolmandik pörsaste tootmiseks kasutatavatest emistest puhtatõulised eesti suurt valget tõugu ja eesti maatõugu sead (Kersten 2021). Sealihatootmiseks on parim kasutada ristamisi ning puhtatõuliseid sigasid on mõistlik kasutada ristandite tootmiseks (Somelar *et al.* 2001). Aastal 2020 oli Eesti karjades tõupuhtaid djuroki ja pjeträäni tõugu sigu, keda kasutati eelkõige ristandaretusemiste seemendamiseks. Pjeträäni tõugu sigade kasutamise intensiivsus lihasigade tootmises on jäänud minimaalseks ning populaarseks isatõuks on saanud djuroki tõug. (Kersten 2021)

2020. aasta lõpus oli ETSAÜ seemendusjaamas kokku 59 kultit: valgetest tõugudest 21 ja värvilistest tõugudest 40 kultit. Tõugudest oli esindatud eesti suur valge seitsme ja eesti maatõug 13 kuldiga, djuroki tõust oli karjas 38 kultit. 2020. aastal võeti seemendusjaama karja kokku 41 ja prakeeriti 41 kultit. 2020. aastal imporditi Eesti Tõusigade Aretusühistu seemendusjaama Leedust, aretusfirma Norsvin tütarfirmast Norsvin Lietuvast, 10 landrassi, 5 jorkširi ning 26 djuroki tõugu noorkultit. Austria firmast Pig Austria GmbH osteti Pihlaka Farm OÜ-sse verevärskendamiseks pjeträäni tõugu kultide spermat (kahelt erinevalt kuldilt). (Laanemaa *et al.* 2021)

Eesti suur valge seatõug (joonis 1.1) on saadud kohalike sigade vältava ristamise teel peamiselt suure valge seaga, kes on aretatud jorkširi tõu baasil. Eesti maatõugu siga (joonis 1.2) on saadud aretustöö tulemusena kohalikust maaseast ja seda tõugu on parandatud põhiliselt taani maatõugu seaga. (Põldvere 2013) Eesti suured valged sead ja eesti maatõugu sead on peekonitüüpi, viljakad, varavalmivad, kiirekasvulised, heade lihaomadustega, suure piimakusega ja hästi arenenud emainstinktiga (ETSAÜ s.a).



Joonis 1.1 Eesti suur valge tõug ehk jorkšir. Foto: A. Tänavots (ETSAÜ s.a).



Joonis 1.2 Eesti maatõug ehk landrass. Foto: A. Tänavots (ETSAÜ s.a).

Djurok (joonis 1.3) on üks levinum seatõug USA-s. Djurokid on varavalmivad ning heade liha- ja nuumaomaduste ning söödakasutusega. Djuroki emised on teiste tõugudega

võrreldes väiksema viljakusega, kuid heade emaomadustega ning annavad võõrutamisel raskeid pesakondi. (Lember *et al.* 1999)



Joonis 1.3 Djuroki tõugu siga. Foto: M. Mahlapuu (ETSAÜ s.a).

Djuroki tõugu sigade välimikku iseloomustab üle kere ruuge harjastus ja väikesed lontihoodvad kõrvad, nende lihakehades on rasv ladestunud intramuskulaarselt ja liha on seetõttu marmorjas, maitsev ja mahlane (Pöldvere 2013). Stressigeeni puudumine djuroki tõugu sigadel vähendab lihamahla tilkumiskadusid lihakehadest (ETSAÜ s.a).

1. 2. Emiste kunstlik seemendamine

Emiste kunstliku seemendamise abil saab haiguste riski minimaalsena hoides karja sisse tuua uut geneetilist materjali, samuti on võimalik saada suuremal hulgal mõne soovitud kuldi järglasi (Knox 2016). Emiste kunstliku seemendamise jaoks vajaminevate spetsiaalsete vahendite hulk on vähene, kuid see nõuab rohkem tööd karja haldamisega ning paaritamisala head varustatust. Kunstliku seemendamisega alustamisel võivad emiste

poegimise näitajad esialgu ettevõttes halveneda, kuid see on tavaliselt põhjustatud inimlikest eksimustest. (Carr 1992) Kunstliku seemendamise positiivset mõju saab veelgi enam suurendada kasutades seemendamisel mitme kuldi seguspermat (Carr 1992, Pedersen 2013).

Eestis on varem leitud, et kunstliku seemendamise kasutamine loomuliku paarituse asemel vähendab oluliselt pesakonna suurust eesti maatõugu ja eesti suurel valgusel seal (Tänavots *et al.* 2002), kuid aastatega on seemendamise tulemuslikkus paaritusega võrreldes paranenud ning aastal 2020 oli seemendamisel poegimise määr kõrgem ning elusalt sündinud põrsaid pesakonnas rohkem võrreldes paaritamisega. Ainus erand olid esmapoegijad emised, kellel paaritamisel oli poegimise määr kõrgem, kuid samas ka neil oli seemendamisel rohkem elusalt sündinud põrsaid pesakonnas. (Kersten 2021)

Kultide spermast on leitud erinevaid haigustekitajad, näiteks baktereid, viiruseid ning mükoplasmasid. Haigusohu vähendamiseks saab kunstlikuks seemendamiseks kasutatavat spermata eelnevalt töödelda antibiootikumide, näiteks linkomütsiini või spektinomütsiiniga, mis mõjuvad enamikule bakteritele ja mükoplasmadele. (Carr 1992) Teine variant on sperma hüpotermiline säilitamine 5 °C juures ilma antibiootikumideta. Võrreldes hüpotermiliselt 5 °C kraadil ilma antibiootikumideta säilitatud spermata ning tavapärastes tingimustes 17 °C juures koos lisatud antibiootikumidega säilitatud spermata, siis nendega seemendamisel emiste viljakusenäitajad ei erinenud (Jäkel *et al.* 2021). Sperma kogumiseks kasutatavate kultide tervist kontrollitakse regulaarselt, et nad ei oleks nakatunud ühegi olulisema sigade haigusega (Carr 1992). Arvestades, et kuldid on olulised sigade haiguste levitamisel, on kunstliku seemendamise kasutamine ohutum kui uute kultide farmi sisse toomine (Knox 2016). Emiste kunstliku seemendamise tehnika ei ole keeruline, kuid nõuab väljaõpet ja harjutamist (Carr 1992). Enamiku jaoks on kõige keerulisem rangete hügieenireeglite järgimine ning innaaja alguse märkamine (Carr 1992, Nitsche-Melkus *et al.* 2020).

Seakasvatustes toimub valdav osa kunstlikust seemendamisest lahjendatud spermaga ja seda nii juhul, kui seemendamine toimub samal päeval kui ka juhul, kui emise seemendatakse 1–5 päeva hiljem. Külmutamata ja lahjendatud sperma kasutamise eeliseks on viljakuse säilimine isegi väikese seemendamiseks kasutatava spermatooside koguse korral. (De Ambrogi, Ballester *et al.* 2006) Varasemalt oli soovituslik ejakulaadile lahjendusainet lisada, kuid uue lahjendamistehnika järgi pannakse hoopis sperma

lahjendusainesse. Uue tehnika puhul on eeliseks vähesem vahu tekke, mis on hügieenilisem ning võimaldab spermatuube paremini sulgeda. (Schulze *et al.* 2019)

Veiste kunstlikul seemendamisel saab kasutada märksa väiksemat spermakogust, 15 millionit spermatoosoidi doosis, võrreldes sigadel kasutatava 2,5–3,0 miljardi spermatoosoidiga doosi kohta. Lisaks sellele seemendatakse valdavalt ühe korra, kuid sigasid kaks korda. Seetõttu võib üks pull toota aastas piisavalt spermat, et seemendada sellega 40 000 lehma, kuid ühe kuldi toodetud spermaga saab seemendada vaid umbes 2000 emist aastas. (Khalifa *et al.* 2014) Veiste kunstlikul seemendamisel oli külmutatud sperma kasutusele võtmine 1950-datel aastatel suur edulugu ning sigade kunstlikul seemendamisel on proovitud seda eeskujuga järgida. Seakasvatustes pole külmunud sperma kasutamine seemendamisel senini laialdast kasutust leidnud, kuna külmutamisel ja sulatamisel spermatoosoidid hukkuvad ja saavad kahjustada ning tulemuseks on väiksemad pesakonnad emistel. (Waberski *et al.* 2019).

Tavapäraselt valitakse kunstliku seemendamise spermadoonoriteks kultu seetõttu, et nende mõningad geneetiliselt määratud tunnused on teiste kultidega võrreldes eriti head. Kõige tihedamini on need geneetiliselt määratud tunnused seotud parema rümbakvaliteedi ja kasvukiirusega ning harvemini viljakusnäitajatega. (Althouse 1997) Kultide viljakusnäitajad olenevad väga palju söötmis- ja pidamistingimustest (Althouse 1997, Love *et al.* 1993). Nende pidamisel on olulised võimaluste pakkumine liigiomaseks käitumiseks – pidamise keskkond, söötmine, haiguste kontroll ning sigimisfüsioloogia. Noorte kultide pidamisel isolatsioonis üksikult ei saa nad kaaslase puudutamisel vajalikku stimulatsiooni, mistõttu võib neil tekkida puberteedi hilinemine, alanenud seksuaalne motivation, vähenenud paaritusvõimekus ning liikumishäired. (Althouse 1997) On leitud, et kultide sperma kvaliteeti mõjutavad veel aastaaeg (viletsamad näitajad suvel ning paremad näitajad sügisel ja talvel), kuldi vanus ning kuldi sugulise kasutamise sagedus (Smital *et al.* 2004).

1. 3. Kunstlikul seemendamisel kasutatava sperma kvaliteet

Hea kvaliteediga kuldisperma on emise heade viljakusnäitajate saavutamise alus (Althouse 1997). Standardsed testid, millega sperma kvaliteeti määratakse, mõõdavad järgmisi aspekte: sperma liikuvus, sperma morfoloogia, sperma kontsentratsioon ja akrosoomi terviklikkus (Rozeboom 2000). Üksikult võttes on nende testide võime näidata ejakulaadi viljastamise potentsiaali piiratud, kuid nende abil saab selekteerida liiga halva kvaliteediga ejakulaadid (Althouse 1997). Alternatiivselt on võimalik kultide sperma kvaliteeti hinnata ja vähem viljakaid kulte välja selekteerida seemendamiseks kasutatavates spermadoosides sperma kontsentratsiooni vähendamise abil (Williams *et al.* 2011).

Sperma liikuvuse hindamisel on eelistatud meetod geelivaba ejakulaadi hindamine visuaalselt mikroskoobi all. Spermide liikuvust hinnatakse 5% täpsusega vaadeldavast spermide grupist vähemalt neljast erinevast kohast slaidil ning seejärel saadud andmed keskmistatakse. (Althouse 1997) On näidatud, et tiinuse määr ja pesakonna suurus vähenevad, kui sperma keskmine liikuvus on alla 62,5% (Rozeboom 2000). Edasisest kasutusest peaks välistama sperma, mille keskmine liikuvus on alla 70%, kuna sperma liikuvus ja elujõulisus väheneb säilitamise ajal (Althouse 1997, Rozeboom 2000).

Sperma morfoloogiat saab hinnata visuaalselt mikroskoopi kasutades (Rozeboom 2000). Juhul, kui suur hulk spermidest on morfoloogiliselt ebanormaalsed, siis on toimunud mingi häire spermatogeneesi protsessis spermide küpsemisel või on spermat valesti käideldud (Althouse 1997). Sperma morfoloogia hindamiseks saab kasutada mitmeid erinevaid värvaineid (Althouse 1997, Rozeboom 2000). Spermide morfoloogia uurimisel hinnatakse minimaalselt sadat üksikut spermid ning jaotatakse need järgnevasse kategooriasse: normaalsed spermid, ebanormaalse peaga spermid ja ebanormaalse sabaga spermid. Üldiselt on kultidel vähem kui 20% ebanormaalseid sperme ning seetõttu kasutatakse kunstlikul seemendamisel ejakulaate, kus on rohkem kui 80% normaalseid spermatooside. (Althouse 1997)

Spermide kontsentratsiooni saab mõõta kas lahjendatud proovist spektrofotomeetri abil või loendades sperme hematsütomeetris (Althouse 1997). Uuemad meetodid spermakvaliteedi analüüsimiseks on arvuti assisteeritud sperma analüüs (*Computer Assisted Semen Analysis, CASA*) ning voolutsütomeetria kasutamine (Boe-Hansen 2019). Kogu spermide hulga saab

leida arvutuslikul teel, korrutades kogu geelivaba ejakulaadi ruumala spermide kontsentratsiooniga (Althouse 1997). Vähenenud liikuvusega spermal on vähenenud viljastamisvõime. Hea kvaliteediga ning kehva kvaliteediga sperma kokku segamise mõjud viljakusele sõltuvad sellest, millised probleemid on kehvemal spermal. (Pedersen 2011)

Sperma probleeme saab liigitada (Pedersen 2011) :

1. vead, mis põhjustavad viljatuid sperme, kuid ei mõjuta teisi sperme;
2. vead, mille tagajärjel sperma viljastab munaraku, kuid munarakk hukkub;
3. vead, mis põhjustavad viljatut spermat, kuid mõjutavad ka ülejäänud sperme negatiivselt.

Aastal 2013 tehtud uurimuses leiti, et emiste viljakust mõjutasid järgnevad kümme spermat iseloomustavat näitajat: spermatoosoidide liikuvus, sperma kogus, tsütoplasma tilkade olemasolu spermatoosoidide distaalses osa, tsütoplasma tilkade olemasolu spermatoosoidide proksimaalses osa, normaalse morfoloogiaga spermatoosoidide hulk, normaalse peaga spermatoosoidide hulk, normaalse sabaga spermatoosoidide hulk, liikumiskiirus, spermatoosoidide sirgelt liigutud vahemaa, spermatoosoidide suuna muutumiste arv (Park 2013). Samas, aastal 2014 tehtud uuringus leiti, et emise viljakuse näitajaid mõjutasid normaalsete spermatoosoidide hulk, ebanormaalsete peadega spermatoosoidide hulk ning säilinud distaalsete tsütoplasma piisakeste hulk, spermatoosoidide flagellaarsete tuksete sagedus ning temperatuur sperma saabumisel (McPherson *et al.* 2014).

Külmutatud ja seejärel sulatatud sperma kvaliteet langeb ning selle kunstlikuks seemendamiseks kasutamisel on emiste viljakusnäitajad halvemad. Juhul, kui külmutatud spermat sulatada üles seemnevedelikus, siis on spermatoosoidide liikuvus ja membraani terviklikkus paremad ning tänu sellele paraneb ka emiste viljakus. (Garcia *et al.* 2010) On olemas seadmed, mis võimaldavad emiseid emakasiseselt kunstlikult seemendada ilma kirurgilist protseduuri kasutamata ja sealjuures kasutada oluliselt väiksemat hulka spermatoosoidide. Selliste meetodite kasutamisel muutub veelgi olulisemaks seemendamisel kasutatava sperma väga hea kvaliteet ning selle võimalikult täpne määramine. (Rath 2002)

Djuroki kultidel tehtud uuringus leiti, et seerumis olev liigne vasesisaldus ning vase ja mangaanipuudus ning seemnevedeliku kõrgem kaadmiumisisaldus võivad häirida spermatoosoidide liikuvust ja morfoloogiat ning vähendada seeläbi kultide viljakust (Wu *et al.* 2019). Tsütokiin epidermaalne kasvufaktor (EGF) omab olulist mõju spermatoosoidide

koguliikuvusele ning järkjärgulisele liikuvusele, seni on küll vastavaid katseid tehtud ainult jäärade spermaga (Špaleková *et al.* 2011). Uuemad sperma kvaliteedi määramise meetodid põhinevad proteoomikal ning võimaldavad välja selgitatud viljakusega seotud biomarkerite taseme määramise abil täpsemalt hinnata kuldi sperma kvaliteeti (Kwon 2017). Djuroki kultidel tehtud uuringus leiti, et soolestikku mikrobiomi koosseis erines kõrge ning madala spermakvaliteediga kultide vahel ning lisaks sellele oli spermakvaliteet seotud soolestikku läbilaskvuse ja põletikunäitajate tasemega kuldi organismis (Guo *et al.* 2020).

1.4. Sperma kvaliteedi mõju pesakonna suurusele

Spermatosoidide membraani terviklikkust on võimalik mõõta fluorestseeruvaid värve kasutades ning on näidatud positiivset korrelatsiooni spermatosoidide membraani terviklikkuse ning pesakonna suuruse vahel (Sutkeviciene *et al.* 2009), kuid samas on näidatud ka negatiivset korrelatsiooni spermatosoidide plasma membraani terviklikkuse ja viljakuse vahel (Matabane *et al.* 2017). Spermas esinev bakter *Escherichia coli* põhjustab spermatosoidide klombistumist ning klombistunud spermatosoididega saastunud sperma kasutamine seemendamisel vähendab emistel pesakonna suurust oluliselt (Martín *et al.* 2010). Lisaks on leitud positiivne korrelatsioon normaalse morfoloogiaga spermatosoidide hulga ning pesakonna suuruse ja elusalt sündinud põrsaste arvuga (Matabane *et al.* 2017).

Spermatosoidide liikumiskiiruse muutus esimese kahe tunni jooksul, liikumist iseloomustavad näitajad peale kahte tundi ning akrosoomi reaktsioonide väiksem sagedus on seotud pesakonna suurusega seemendatud emistel (Holt *et al.* 1997). Kasutades spermatosoidide kromatiini struktuuri uurivat analüüsi leiti, et suurema spermatosoidide DNA fragmentatsiooni korral olid emistel pesakonnad väiksemad (Myromslien *et al.* 2019). Djuroki tõugu sigadel on leitud geenimutatsioonid, mis oletatavalt võivad põhjustada varajast embrüonaalset suremust ning juhul, kui vältida neid mutatsioone kandvate sigade omavahelist paaritamist, on võimalik suurendada elusalt sündivate põrsaste arvu pesakonna kohta (Zhang *et al.* 2018).

Spermide suurem kapatsitatsiooni määr on seotud emisel suurema pesakonnaga ning selle näitaja abil on võimalik tuvastada väheviljakaid kulte (Oh *et al.* 2010). On isegi välja pakutud, et spermatooside kapatsitatsiooni määr on kultide viljakuse määramiseks usaldusväärsem indikaator kui spermatooside liikumise näitajad ning seda võiks standartselt kasutada koos tavapärase spermaanalüüsiga (Kwon *et al.* 2015). Seemendamisel kasutatud sperma doos ei oma mõju viljastamisemäärale, kuid väiksema spermadoosi korral on sündinud põrsaste arv pesakonnas väiksem. Oluline pesakonna suurust mõjutav tegur on munarakule kinnitunud spermatooside arv, samuti määrab pesakonna suurust normaalse morfoloogiaga spermide osakaal. (Xu *et al.* 1998)

Sperma kvaliteedi parandamise ning spermadoosi suurendamise abil saab emise viljakusnäitajaid parandada, kuid nende meetmete mõju ulatus varieerub erinevate kultide vahel (Flowers 2002). Sperma kvaliteedinäitajad erinevad olulisel kulditõugude kaupa, näiteks on djuroki tõugu kultidel leitud rohkem ebanormaalseid spermatooside võrreldes taani maatõugu kultidega (Sutkevičienė ja Žilinskas 2004).

1.4. Tõu mõju viljakuse näitajatele

Seakasvatustes kasutatakse lihasigade saamiseks mitmesuguseid ristamisskeeme, kuna aretusega on praktiliselt võimatu saavutada samal ajal häid reproduktiiv- ja produktiivomadusi (Lember *et al.* 1999). Ristandite elujõulisus on nähtus, mille puhul puhaste liinide või puhtatõuliste sigade järglased on paremad mingite omaduste poolest, kui oleks oodatav keskmine selle tunnuse osas nende vanemate järgi otsustades. Heteroosiefekt tekib mittelisanduvate geneetiliste mõjude (dominantsuse, üledominantsuse ja epistaatiliste mõjude) kaudu ning kipub kõige suuremat mõju avaldama madalama päritavusega tunnustele. (Wakchaure *et al.* 2015) Elusalt sündinud põrsaste arvu päritavus on madal (Škorput *et al.* 2011) ning seetõttu on seda tunnust võimalik parandada ristamisel tekkiva heteroosiefekti abil (García-Casco *et al.* 2012). Heteroosi ennast on raske kvantifitseerida, kuid on võimalik mõõta loomade heterosügootsuse taset (Iversen *et al.* 2019).

Ristamise teel saadud lihasigadel esineb heteroosi mõju, mis väljendub kiiremas kasvus ja seega varasemas tapaküpsuses (Cassady *et al.* 2002a, 2002b). Lisaks võib ristandsigadel olla suurem hulk elusalt sündinud põrsaid, rohkem võõrutatud põrsaid ning vähem surnult sündinud põrsaid võrreldes puhtatõuliste sigadega (Lukač 2013). Sigadel on leitud mitmeid retsessiivseid surmavaid mutatsioone, mis võivad seletada heteroosi mõjul suurenenud pesakondi ristandsigadel (Derks *et al.* 2019).

Heteroosiefekti mõju avaldus pjeträani ja djuroki ristamisel saadud kultidel spermatooside pea kujule ja suurusele. Djuroki kultidel on pjeträani kultidega võrreldes spermatoosidel suuremad ja ümaramad pead ning pikemad sabad. (Wysokińska ja Kondracki 2019) Lisaks on leitud tõu mõju nii spermatooside morfoloogiale kui ka sellest tulenevalt liikuvusele ning lõpptulemusena ka emisel sündinud pesakonna suurusele (Barquero *et al.* 2021). Spermatoogeneesi ja spermatooside funktsioneerimisega seotud mikroRNA-de hulk spermatoosides erines oluliselt djuroki tõugu kultidel võrreldes jorkširi ja maatõugu kultidega (Kasimanickam ja Kastelic 2016). Spermatooside DNA oli djuroki tõugu kultidel võrreldes norra maatõugu kultidega rohkem fragmenteerunud (Myromslien *et al.* 2019).

Djuroki tõugu kultidel on võrreldes poola suure valge seaga, poola maatõugu seaga, saksa maatõugu seaga, welshi seaga, hämpširi seaga ja pjeträani tõugu seaga väiksem ejakulaadi ruumala, kuid samas kõrgem spermatooside kontsentratsioon (Kondracki 2003). Temperatuuri muutused mõjutasid erinevat tõugu kultide sperma kvaliteeti erinevalt, djuroki ja suurt valget tõugu sigadel leiti kõige rohkem morfoloogiliste vigadega spermatooside septembris ja oktoobris, kuid maatõugu sigadel juulis ja augustis. Djuroki tõugu kultidel oli septembris ja oktoobris tavalisest rohkem spermatooside proksimaalses osas esinevaid tsütoplasma tilgakased, kuid suurt valget tõugu kultidel tõusis sabaveaga spermatooside hulk. Maatõugu kultidel tõusis juulis ja augustis akrosoomi vigadega spermatooside hulk. (Kamanova *et al.* 2021) Arvuti assisteeritud sperma analüüsis (CASA) leiti, et norra maatõugu kultid erinesid djuroki tõugu kultidest oma spermatooside liikuvusnäitajate poolest. Pesakonna suurusele avaldas maatõugu kultide puhul mõju sperma liikumise sirgjoonelisus proovi võtmise päeval ning võnkumine peale säilitamist. Samas djuroki kultide puhul mõjutas pesakonna suurust liikuvate spermatooside protsent, kõverjooneline kiirus ja spermatooside pea külgedele liikumise

amplituud proovi võtmise päeval ning spermatoosidide liikumise sirgjoonelisus peale hoiustamisperioodi. (Tremoen *et al.* 2018)

Hiina seatõugudest erinevad djuroki tõugu kuldid oma testiste suuruse, ejakulaadis oleva sperma koguse, ejakulaadi ruumala ning seerumis oleva folliikuleid stimuleeriva hormooni ja inhibiini kontsentratsioon. Samas oli hiina seatõugudel ja djuroki tõul sarnasusi spermatoosidide liikuvuses ja morfoloogias ning testosterooni kontsentratsioonides, mis viitab sellele, et mõningad kultide sigimisega seotud omadused on säilinud tuhandete aastate pikkuse aretuse jooksul. (Borg *et al.* 1993) Sigade aretuse käigus on erinevaid seatõugusid aretatud sama eesmärgi suunas, milleks on lihatoodangu parandamine (Zhang *et al.* 2020).

Suurt osa majanduslikult olulisi tunnuseid, näiteks kasvu ja viljakusega seotuid, on erinevatel tõugudel aretuses eelistatud sarnaselt. Taani suure valge sea ning djuroki sea geneetilises võrdluses leiti hulgaliselt sellise paralleelse selektsiooni all olevaid DNA piirkondi ja need olid valdavalt seotud sensoorsete tajude, kasvukiiruse ja kehasuurusega seotud geenidega. (Zhang *et al.* 2020) On leitud positiivne geneetiline korrelatsioon söödakasutuse efektiivsuse ning spermatoosidide liikuvuse ja kontsentratsiooni vahel djuroki tõust kultidel, kuid maatõugu ning jorkširi tõugu kultidel oli sama seos negatiivne. Lisaks oli jorkširi kultidel negatiivne geneetiline seos spermatoosidide liikuvuse ja kontsentratsiooni ning keskmise päevase massi-iibe vahel. (Chang *et al.* 2017)

Eestis nii 2020. kui 2019. aastal tehtud jõudluskontrolli andmete järgi oli kolmandik sigadest puhtatõulised eesti suurt ja eesti maatõugu sead ning ülejäänud olid valdavalt ristandemised (Kersten 2020, 2021). Isapoolsed tõud oli põhiliselt djurok ning vähesel määral pjeträän (Kersten 2021). Eesti sigade jõudlusandmed on aastaid järjest olnud positiivse trendiga (Kersten 2020, 2021). Puhtatõulistest emistest olid 2020. aastal viljakamad eesti suurt valget tõugu emised võrreldes eesti maatõuga. Aastal 2020 sündis pesakonnas keskmiselt 14,4 põrsast, neist 13,1 elusalt, ning mõlemad näitajad suurenesid aastaga vastavalt 0,5 ja 0,3 põrsa võrra. Lisaks suurenes 2020 aastal võõrutatud põrsaste arv 0,3 põrsa võrra pesakonna kohta ning keskmine võõrutatud põrsaste arv oli 11,6 põrsast. (Kersten 2021) Kõige paremad viljakusnäitajad olid nii 2019. kui 2020. aastal esimese põlvkonna ristandemistel (Kersten 2020, 2021).

1. 5. Segusperma kasutamine kunstlikul seemendamisel

Sperma koosneb spermatoosididest ning seemnevedelikust. Erinevatelt kultidelt saadud sperma segamise ja ühe kuldi seemnevedeliku mõju teise kuldi spermatoosidele pole põhjalikult uuritud, kuid senised teadmised viitavad võimalusele, et seemnevedeliku komponendid võivad spermatoosidide viljastumisvõimet nii suurendada kui vähendada (Pedersen 2013). Taani seakasvatustes kasutatakse kunstlikuks seemendamiseks mitmelt erinevalt kuldilt kogutud seguspermat (Pedersen 2011). Kanadas ja USA-s läbi viidud uuringust selgus, et seguspermat kasutati rohkem kui 60% juhtudest ning kokku segati 4–6 või 2–3 kuldi ejakulaadid (Knox *et al.* 2008).

Segusperma kasutamine seemendamisel on tööstuslikus seakasvatustes standartprotseduur, kuid see piirab geneetilist arengut, kuna järglaste isadus on segusperma puhul kindlaks määramata (de Sousa *et al.* 2020). Segusperma kasutamise puhul on eelisteks suurem efektiivsus, väiksem hulk ühekordselt kasutatavaid vahendeid, majanduslik tasuvus ja väiksema viljakusega kultide mõju vähenemine. Samas segusperma kasutamise puhul on miinusteks kindlaks määramata viljakusega kultide kasutamine ning geneetiliselt väärtuslikumate kultide ebapiisav rakendamine. (Minton 2013). Segusperma kasutamine aitab vältida negatiivset mõju emiste viljakusele, juhul kui ühel kuldil peaks mingil põhjusel olema juhuslikult vähenenud viljakus (Pedersen 2011, 2013). Djuroki kultide vähese liikumisega sperma segamisel sama tõu hea liikuvusega spermaga saadud segusperma viljastamisvõime oli võrdne seguga, kus kasutati ainult djuroki kultide hea liikuvusega spermatoosid (Pedersen 2011). Emiste kunstlikul seemendamisel mitmelt kuldilt kogutud seguspermaga tõusis pesakonna suurus keskmiselt 0,3 põrsa võrra võrreldes ühelt kuldilt kogutud spermaga seemendamisega. On võimalik, et ühe kuldi spermaga seemendatud emiste rühmas põhjustas pisut väiksema pesakonna suuruse asjaolu, et selle rühma seemendamiseks kasutatud spermadoonorite hulka võisid olla sattunud mõned madalama viljakusega kuldid ning selle tulemusel võisid mõnel emisel olla väikesed pesakonnad. (Pedersen 2013)

Aastal 2014 tehtud katses selgus, et segusperma ja üksikult kuldilt saadud sperma kasutamisel olid emiste keskmised viljakusnäitajad samad. Samas, seguspermast saadud

põrsaste isaduse määramisel selgus, et enamasti oli põrsaste isadus jaotunud kultide vahel ebahühtlaselt ning ühel kultidest oli eriti palju järglasi võrreldes teistega. Viljakusindeksi (tiinestumise protsent korrutatud keskmise pesakonnas olevate põrsaste arvuga) järgi olid kõik kuldid viljakad, kuid ühel oli viljakusindeks madalam kui teistel kolmel ning samuti oli selle kuldi proportsionaalne järglaste arv pesakonnas heterospermia korral oluliselt väiksem. (Ferreira *et al.* 2015) Aastal 2016 tehtud katsest selgus, et spermatoosidide liikuvus, morfoloogia ning kolm seemnevedelikus esinevat valku olid positiivselt seotud kultide viljakusega heterospermia korral. Üks seemnevedelikus esinevatest valkudest osutus leitud erinevuste kirjeldamisel kõige olulisemaks ning selle valgu kaudu sai selgitada 66% kultide vahel leitud viljakuse erinevustest heterospermia tingimustes. (Flowers *et al.* 2016)

2. MATERJAL JA METOODIKA

Kasutatud andmed on kogutud Eestis asuvates farmides 2020. aasta maikuust kuni detsembrini Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli (EPJ) ja Eesti Tõusigade Aretusühistu (ETSAÜ) seemendusjaama poolt. Spermat iseloomustavad näitajad hinnati ETSAÜ seemendusjaama 2020. a aprillis paigaldatud AndroVision® seadme ja tarkvara abil (Minitüb GmbH, Saksamaa). Kuna vana seadmega määratud väärtused ei kattunud uue seadmega saadud andmetega, siis polnud võimalik tagasiulatuvalt andmeid kasutada. Samuti ei sobinud vana liides seemendusjaama ja EPJ vaheliseks andmevahetuseks, mistõttu oli EPJ ja seemendusjaama andmete ühendamiseks vaja teha käsitsi tööd. Hinnatud spermat iseloomustavad näitajad olid koguliikuvus, järkkärguline liikuvus, spermide kontsentratsioon proovis, seguskoor, spermarakkude varieeruvus, liikumatute spermide hulk, kiire liikuvus, aeglane liikuvus, järkjärguline ringliikuvus, lokaalne liikuvus, spermide koguhulk proovis ja järkjärguline seguskoor.

Algses valimis olid andmed 9578 emise kohta, kuid töö kirjutamise ajal ei olnud nendest 5109 veel poeginud ega 6539 võõrutuseni jõudnud. Viljakuse andmeteta emiseid analüüsi ei kaasatud. Emistest 167 looma seemendati järjest kahe erineva kuldi spermaga ning ka need emised on analüüsist välja jäetud. Seemendamisel kasutatud sperma kvaliteedi näitajad on olemas 830 emisel ning sperma kvaliteedi näitajaid puudutavad analüüsid on tehtud vastavalt nende emiste pesakondade kohta.

Statistilisel analüüsil kasutati Microsoft Office Excel 2007 ja STATISTICA 10 programme. Olulisuse nivooks on töös võetud 0,05 ja statistiliselt olulisteks tulemusteks loetakse tulemused olulisuse tõenäosusega alla 0,05. Tabelites on tulemused olulisuse tõenäosusega alla 0,05 märgitud punasega.

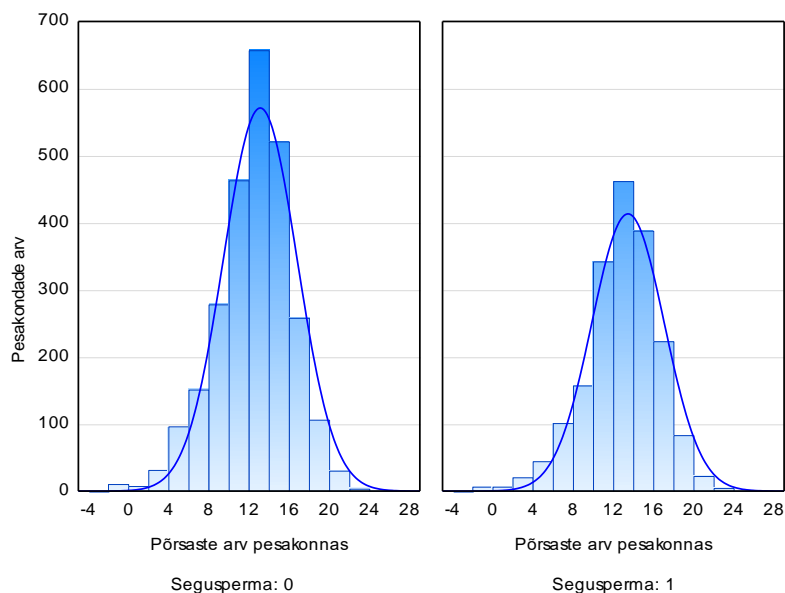
Töös kasutatud pesakondade tõukoodid on järgmised: 1 – eesti maatõug, 3 – eesti suur valge, 13 – ♂ eesti maatõug × ♀ eesti suur valge, 18 – ♂ eesti maatõug × ♀ ristan (♂ eesti suur valge × ♀ eesti maatõug), 31 – ♂ eesti suur valge × ♀ eesti maatõug, 91 – ♂ djurok × ♀ eesti maatõug, 93 – ♂ djurok × ♀ eesti suur valge, 97 – ♂ djurok × ♀ ristan (♂ eesti

maatõug × ♀ eesti suur valge), 98 – ♂ djurok × ♀ ristan (♂ eesti suur valge × ♀ eesti
maatõug), 99 – djurok.

3. TULEMUSED

3.1. Emiste viljakusnäitajate erinevused djuroki kultide seguspermaga seemendamisel

Djuroki kultide seguspermaga seemendamine mõjutas statistiliselt oluliselt elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas (joonis 3.1), kuid tiinuse kestusele, surnult sündinud põrsaste arvule, võõrutatud põrsaste arvule ning surnud imikpõrsaste arvule pesakonnas statistiliselt olulist mõju ei esinenud (tabel 1). Djuroki kultide seguspermaga seemendatud emistel oli keskmiselt 13,3 elusalt sündinud põrsast pesakonnas ja üksikdoosiga seemendatud emistel oli keskmiselt 12,9 elusalt sündinud põrsast pesakonnas. Samas esinesid djuroki kultide seguspermaga seemendatud emistel juba enne seguspermaga seemendamist statistiliselt olulised erinevused keskmises võõrutatud pesakonna suurus, eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arvus ja eelneva tiinuses kestuses (tabel 2).



Joonis 3.1. Histogramm elusalt sündinud põrsaste arvu kohta pesakonnas seguspermaga seemendatud emistel (paremal) ja üksikdoosiga seemendatud emistel (vasakul). Seguspermaga seemendatud emiseid on 1858 ja üksikdoosiga seemendatud emiseid on 2611.

Tabel 1. ANOVA test djuroki kultide seguspermaga ja muu spermaga seemendatud emiste viljakusnäitajate erinevuste kohta. Seguspermaga viljastatud emiseid on valimis 1308, teisi emiseid 1610.

Viljakusnäitaja	Keskmine segusperma/teised	Standardhälve segusperma/teised	F-väärtus	P-väärtus
Elusalt sündinud põrsaid pesakonnas	13,3/12,9	3,7/3,7	8,6	0,003
Surnult sündinud põrsaid	1,1/1,2	1,8/1,8	3,6	0,058
Võõrutatud põrsaid	11,5/11,3	2,8/2,6	3,3	0,071
Surnud imikpõrsaste arv	1,6/1,6	1,9/1,8	0,6	0,424
Tiinuse kestus	116,0/115,9	1,7/1,8	0,6	0,432

Tabel 2. ANOVA test djuroki kultide seguspermaga ja muu spermaga seemendatud emiste viljakusnäitajate erinevuste kohta enne emiste seguspermaga viljastamist. Seguspermaga viljastatud emiste arv valimis on 1442 ja teiste emiste arv valimis on 1662.

Viljakusnäitaja	Keskmine segusperma/teised	Standardhälve segusperma/teised	F-väärtus	P-väärtus
Keskmine pesakonna suurus	14,5/14,5	2,4/2,4	0,1	0,728
Keskmine võõrutatud põrsaste arv	12,1/12,0	1,4/1,3	10,5	0,001
Kõigis pesakondades sündinud põrsaste arv kokku	66,0/67,8	32,0/33,0	2,4	0,121
Kõigis pesakondades võõrutatud põrsaste arv kokku	50,8/51,6	24,8/26,2	0,7	0,392
Vanus seemendamisel	774,6/795,6	304,6/312,6	3,6	0,059
Eelmises pesakonnas elusalt sündinud põrsaste arv	13,8/13,8	3,6/3,3	0,0	0,855
Eelmises pesakonnas surnult sündinud põrsaste arv	1,0/0,9	1,4/1,3	0,4	0,530
Eelmises pesakonnas surnud imikpõrsaste arv	1,7/1,5	1,9/1,8	0,0	0,932
Eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arv	12,1/12,2	1,9/1,9	9,6	0,002
Eelmise imetamise kestus	27,8/27,4	4,3/3,3	2,4	0,125
Eelneva tiinuse kestus	115,9/115,8	1,6/1,5	4,9	0,028

Djuroki kultide seguspermaga seemendatud emistel oli seguspermaga seemendamisele eelnevalt pesakonna keskmine võõrutatud põrsaste arv 12,1, eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arv 12,1 ja eelmise tiinuse kestvus 115,9. Samas olid üksiku spermadoosiga seemendatud emistel eelnevate pesakondade keskmine võõrutatud põrsaste arv 12,0, eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arv 12,2 ja eelneva tiinuse kestvus 115,8 päeva.

3.2. Djuroki kultide segusperma erinevused võrreldes muu spermaga

Djuroki kultide segusperma erines statistiliselt oluliselt muust spermast väga paljude spermat iseloomustavate näitajate poolest (tabel 3). Djuroki kultide segusperma ja muu sperma vahel ei olnud statistiliselt olulist erinevust ainult spermide kontsentratsioon, spermide kiires ja aeglasel liikuvuses ning järkjärgulisel seguskoorigil, kõik ülejäänud uuritud spermanäitajad erinesid üksteisest statistiliselt oluliselt.

Tabel 3. ANOVA test, milles uuritakse spermat iseloomustavate näitajate erinevusi djuroki kultide seguspermal võrreldes muu spermaga.

Spermanäitaja	Keskmine segusperma / teised	Standardhälve segusperma / teised	F-väärtus	P-väärtus
Koguliikuvus [%]	76,4/79,9	4,9/6,1	74,8	0,000
Järkjärguline liikuvus [%]	72,8/77,1	6,4/7,0	78,3	0,000
Spermide kontsentratsioon proovis [10^6 /ml]	371,2/361,1	49,5/127,5	2,7	0,099
Kogu seguskoor [%]	76,4/80,0	4,9/6,1	74,8	0,000
Sperma rakkude varieeruvus [%]	8,6/12,7	6,0/114,6	38,8	0,000
Liikumatud sperme [%]	23,6/20,1	4,9/6,1	74,8	0,000
Kiire liikuvus [%]	53,5/55,3	11,5/14,1	3,7	0,053
Aeglane liikuvus [%]	18,3/19,5	7,3/10,8	3,7	0,054
Järkjärguline ringliikuvus [%]	0,9/2,3	0,6/1,8	246,2	0,000
Lokaalne liikuvus [%]	3,7/2,7	2,2/1,7	39,5	0,000
Spermide koguhulk proovis [10^6]	3208,6/3083,6	580,7/679,1	7,5	0,006
Järkjärguline seguskoor [%]	159,4/202,1	520,8/615,0	1,1	0,299

Djuroki kultide segusperma koguliikuvuse protsent oli 76,4, mis on madalam võrreldes üksikdooside koguliikuvusega 79,9%. Djuroki kultide segusperma järkjärguline liikuvus oli 72,8%, mis on madalam võrreldes üksikdooside koguliikuvusega 77,1%. Djuroki kultide segusperma kogu seguskoor 76,4% oli madalam võrreldes üksikdooside 80,0% kogu seguskooriga. Djuroki kultide segusperma sperma rakkude varieeruvus 8,6% oli madalam võrreldes üksikdooside spermarakkude varieeruvusega 12,7%. Djuroki kultide seguspermas oli liikumatute spermatoosoidide hulk 23,6%, mis on kõrgem võrreldes üksikdooside 20,1% liikumatute spermatoosoididega. Djuroki kultide segusperma

järkjärgulise ringliikuvuse tase oli 0,9%, mis oli madalam võrreldes üksikdooside 2,3% järkjärgulise ringliikuvuse tasemega. Djuroki kultide segusperma lokaalse liikuvuse tase 3,7% oli kõrgem võrreldes üksikdooside 2,7% lokaalse liikuvuse tasemega. Djuroki seguspermas oli spermatoosidide koguhulk $3208,6 \cdot 10^6$ suurem võrreldes üksikdooside spermatoosidide koguhulgaga $3083,6 \cdot 10^6$.

3.3. Tegurid, mis mõjutavad emise viljakusenäitajaid

Elusalt sündinud ja võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas mõjutas valdav osa tunnuseid, mis olid seotud emise eelmiste pesakondadega, samuti oli statistiliselt oluline mõju emise seemendamise kuul (tabelid 4 ja 5). Elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas ei mõjutanud ainult emise kõigi eelmiste pesakondade peale sündinud põrsaste arv kokku ning samuti ei avaldanud mõju see, kas seemendamisel oli kasutatud djuroki kultide seguspermat või mitte (tabel 4).

Võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas ei mõjutanud ainult eelmises pesakonnas surnult sündinud põrsaste arv, eraldiseisvat mõju ei omanud djuroki segusperma kasutamine seemendamisel, kuid statistiliselt oluliseks osutus emise seemendamise kuu ja seemendamisel djuroki kultide segusperma kasutamise koosmõju (tabel 5). Surnult sündinud põrsaste arvule pesakonnas avaldasid mõju kõik emise eelmiste pesakondadega seotud viljakusenäitajad ning seemendamise kuu, mõju ei avaldanud emise vanus seemendamisel ning djuroki kultide segusperma kasutamine seemendamisel (tabel 6).

Tabel 4. Lineaarne mudel erinevate tunnuste mõjust elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas peale statistiliselt mitteoluliste tunnuste järkjärgulist eemaldamist mudelist. Algses mudelis olid veel kõigi pesakondade peale sündinud põrsaste arv kokku, kas on kasutatud seemendamisel djuroki kultide seguspermat ning seemendamise kuu ja djuroki kultide segusperma interaktsioon.

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Keskmine pesakonna suurus	1704 _{1, 3092}	0,000
Keskmine võõrutatud põrsaste arv	14 _{1, 3092}	0,000
Kõigi võõrutatud põrsaste arv kokku	10 _{1, 3092}	0,002
Vanus seemendamisel	22 _{1, 3092}	0,000
Eelmises pesakonnas elusalt sündinud põrsaste arv	122 _{1, 3092}	0,000
Eelmises pesakonnas surnult sündinud põrsaste arv	140 _{1, 3092}	0,000
Eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arv	9 _{1, 3092}	0,003
Seemendamise kuu	7 _{5, 3092}	0,000

Tabel 5. Lineaarne mudel erinevate tunnuste mõjust võõrutatud põrsaste arvule pesakonnas. Mudelist on eemaldatud eelmises pesakonnas surnult sündinud põrsaste arvu, mis oli statistiliselt mitteoluline

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Keskmine pesakonna suurus	10,4 _{1, 2127}	0,001
Keskmine võõrutatud põrsaste arv	962,4 _{1, 2127}	0,000
Kõigi võõrutatud põrsaste arv kokku	67,5 _{1, 2127}	0,000
Vanus seemendamisel	75,4 _{1, 2127}	0,000
Eelmises pesakonnas elusalt sündinud põrsaste arv	4,3 _{1, 2127}	0,038
Eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arv	361,2 _{1, 2127}	0,000
Seemendamise kuu	2,8 _{4, 2127}	0,026
Segusperma	2,0 _{1, 2127}	0,157
Segusperma ja seemendamise kuu interaktsioon	3,8 _{4, 2127}	0,005

Tabel 6. Lineaarne mudel surnult sündinud põrsaste arvu mõjutavate tegurite kohta. Algses mudelis olid tegurid veel emise vanus seemendamisel, kas seemendamisel kasutati seguspermat ja segusperma ning seemendamise kuu interaktsioon. See mudel on saadud peale statistiliselt mitteoluliste tegurite järkjärgulist eemaldamist mudelist.

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Keskmine pesakonna suurus emisel	175,5 _{1, 3092}	0,000
Keskmine võõrutatud põrsaste arv	52,4 _{1,3092}	0,000
Eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arv	55,6 _{1,3092}	0,000
Eelmises pesakonnas elusalt sündinud põrsaste arv	11,4 _{1,3092}	0,001
Põrsaste arv kõigi pesakondade peale kokku	22,3 _{1,3092}	0,000
Eelmises pesakonnas surnult sündinud põrsaste arv	9,6 _{1,3092}	0,002
Seemendamise kuu	2,2 _{1,3092}	0,049

Lineaarses mudelis uuriti sperma kvaliteedinäitajate mõju elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas ning algses mudelis olid uuritavad tegurid sperma kontsentratsioon, sperma rakkude varieeruvus, kiire liikumine, aeglane liikumine, järkjärguline ringliikumine, lokaalne liikumine, progressiivne seguskoor, spermide koguhulk, segusperma. Peale järkjärgulist statistiliselt mitteoluliste näitajate mudelist eemaldamist jäi mudelisse alles segusperma ($F_{1,4300}$, $p = 0,008$) ning mitte ükski sperma kvaliteedi näitajatest ei osutunud statistiliselt oluliseks.

Võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas mõjutasid sperma näitajatest spermide koguhulk proovis, progressiivne seguskoor, spermide järkjärguline liikuvus ja see, kas seemendamisel kasutati seguspermat või mitte (tabel 7). Ülejäänud sperma kvaliteedinäitajatel ei olnud statistiliselt olulist mõju võõrutatud põrsaste arvule pesakonnas. Ühelegi emise viljakusnäitajale ei omanud statistiliselt olulist mõju see, mitme djuroki kuldi spermast segusperma koosnes (tabel 8).

Tabel 7. Lõplik lineaarne mudel sperma kvaliteedinäitajate mõjust võõrutatud põrsaste arvule pesakonnas. Algses mudelis olid sperma kontsentratsioon, sperma rakkude varieeruvus, kiire liikumine, aeglane liikumine, järkjärguline ringliikumine, lokaalne liikumine, progressiivne komposiitskoor, spermide koguhulk, segusperma. Peale järkjärgulist statistiliselt mitteoluliste näitajate mudelist eemaldamist jäid mudelisse alles spermide koguhulk proovis, progressiivne komposiitskoor, järkjärguline liikuvus ja see, kas tegemist oli seguspermaga või mitte

Näitaja	F-väärtus Svabadusastmete arv	P-väärtus
Spermide koguhulk proovis	16,22 _{1, 823}	0,000
Progressiivne seguskoor	13,88 _{1, 823}	0,000
Järkjärguline liikuvus	19,16 _{1, 823}	0,000
Segusperma	8,80 _{1, 823}	0,003

Tabel 8. Lineaarses mudelis ei olnud seguspermas kasutatud djuroki kultide arvul (3-8) statistiliselt olulist mõju ühelegi vaadeldud emise viljakusnäitajale

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Surnult sündinud põrsaste arv pesakonnas	1,7513 _{6,558}	0,1070
Võõrutatud põrsaste arv pesakonnas	1,8596 _{6,558}	0,0857
Elusalt sündinud põrsaste arv pesakonnas	1,8402 _{6,558}	0,0892
Surnud imikpõrsaste arv	0,8081 _{6,558}	0,5639
Emiselt ümberpaigutatud põrsad	0,5546 _{6,558}	0,7665

Lineaarses mudelis ilmnes tõulisuse mõju elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas (F-väärtus_{vabadusastmete arv} = 7,439, 2905, p= 0,000). Pesakonna tõulisusel oli statistiliselt oluline mõju kõigile uuritud emise viljakuse tunnustele (tabelid 9 ja 10). Elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas ja pesakonna tõulisuse seosed Tukey testi järgi uurides on näha, et teistest erinevaid gruppe on mitu (tabel 11).

Surnult sündinud põrsaste arvu pesakonnas ja pesakonna tõulisuse seoste uurimisel Tukey testiga tuleb selgelt välja, et tõukombinatsioon koodiga 31, mille puhul kult on eesti suur valge ja emis on eesti maatõugu siga, on surnult sündinud põrsaid pesakonnas oluliselt rohkem võrreldes peaaegu kõigi teiste tõukombinatsioonidega (tabel 10 ja 12). Võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas ja pesakonna tõulisuse seosed Tukey testi järgi on teistest erinevaid gruppe mitu (tabel 13).

Emalt võetud põrsaste arvu ja pesakonna tõulisuse uurimisel Tukey testiga ilmneb, et omavahel erinevad oluliselt eesti maatõug ja pesakonna tõukombinatsioon (tõukood 18), kus kult on eesti maatõug ja emis eesti suure valge ja eesti maatõu ristand (tabelid 14 ja 10). Sealjuures on näha, et eesti maatõugu pesakondadesse on põrsaid kõige rohkem juurde pandud ning tõukoodiga 18 pesakonna tõukombinatsioonist on kõige rohkem põrsaid teiste emiste juurde ümber paigutatud (tabel 10).

Tabel 9. Lineaarne mudel pesakonna tõulisuse mõjust emise viljakusnäitajatele, kovariaadiks on elusalt sündinud põrsaste arv pesakonnas. Analüüsist on välja jäetud harva esinevad tõukombinatsioonid

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Surnult sündinud põrsaste arv pesakonnas	12,7 _{10, 2904}	0,000
Võõrutatud põrsaste arv pesakonnas	40,9 _{10, 2904}	0,000
Surnud imikpõrsaste arv	18,6 _{10, 2904}	0,000
Emiselt võetud põrsaid	112,4 _{10, 2904}	0,000

Tabel 10. Kuldi ja emise tõulisuse mõju emise viljakusnäitajatele tõukombinatsioonide kaupa. Analüüsist on välja jäetud harva esinevad tõukombinatsioonid

Tõu- kood*	Valimi suurus	Surnult sündinud põrsaste arv pesakonnas		Võõrutatud põrsaste arv pesakonnas		Elusalt sündinud põrsaste arv pesakonnas		Emalt võetud põrsad	
		keskmine	std**	keskmine	std	keskmine	std	keskmine	std
Kokku	2915	1,16	1,8	11,39	2,8	13,09	3,7	-0,12	3,0
1	109	0,98	1,8	10,94	2,6	12,18	4,0	0,52	3,5
3	99	1,37	1,5	12,35	2,4	13,59	3,8	-0,05	2,9
13	150	1,13	1,8	11,93	3,2	13,09	4,2	-0,23	2,5
18	106	0,93	1,4	11,18	2,0	14,15	3,4	-0,80	2,2
31	129	1,84	2,5	10,61	3,6	12,01	3,8	0,15	3,8
91	142	0,96	1,7	11,20	2,2	12,71	3,3	0,09	3,3
93	135	1,24	2,2	11,41	2,6	12,79	4,0	0,32	3,3
97	527	1,01	2,1	12,23	2,7	13,94	3,8	-0,04	2,8
98	585	1,22	1,7	11,24	2,6	13,15	3,6	-0,41	3,1
99	933	1,16	1,7	11,03	2,8	12,77	3,5	-0,11	2,8

Märkused:

- * Pesakonna tõukoodid: 1 – eesti maatõug, 3 – eesti suur valge, 13 – ♂ eesti maatõug ♀ eesti suur valge, 18 – ♂ eesti maatõug ♀ ristan (eesti suur valge ja eesti maatõug), 31 – ♂ eesti suur valge ♀ eesti maatõug, 91 – ♂ djurok ♀ eesti maatõug, 93 – ♂ djurok ♀ eesti suur valge, 97 – ♂ djurok ♀ ristan (eesti maatõug ja eesti suur valge), 98 – ♂ djurok ♀ ristan (eesti suur valge ja eesti maatõug), 99 – djurok.
- ** std tähendab standarthälvet.

Tabel 11. Tukey test, leidmaks, millised pesakonna tõulisuse kombinatsioonid erinevad omavahel statistiliselt oluliselt elusalt sündinud põrsaste arvu järgi pesakonnas

Tõukood	1	3	13	18	31	91	93	97	98	99
1		0,149	0,625	0,003	1,000	0,981	0,959	0,000	0,247	0,857
3	0,149		0,989	0,984	0,041	0,717	0,820	0,997	0,986	0,516
13	0,625	0,989		0,392	0,291	0,997	1,000	0,263	1,000	0,993
18	0,003	0,984	0,392		0,000	0,066	0,111	1,000	0,222	0,008
31	1,000	0,041	0,291	0,000		0,857	0,780	0,000	0,042	0,445
91	0,981	0,717	0,997	0,066	0,857		1,000	0,014	0,956	1,000
93	0,959	0,820	1,000	0,111	0,780	1,000		0,037	0,989	1,000
97	0,000	0,997	0,263	1,000	0,000	0,014	0,037		0,013	0,000
98	0,247	0,986	1,000	0,222	0,042	0,956	0,989	0,013		0,606
99	0,857	0,516	0,993	0,008	0,445	1,000	1,000	0,000	0,606	

Märkus. Pesakonna tõukoodid: 1 – eesti maatõug, 3 – eesti suur valge, 13 – ♂ eesti maatõug ♀ eesti suur valge, 18 – ♂ eesti maatõug ♀ ristan (eesti suur valge ja eesti maatõug), 31 – ♂ eesti suur valge ♀ eesti maatõug, 91 – ♂ djurok ♀ eesti maatõug, 93 – ♂ djurok ♀ eesti suur valge, 97 – ♂ djurok ♀ ristan (eesti maatõug ja eesti suur valge), 98 – ♂ djurok ♀ ristan (eesti suur valge ja eesti maatõug), 99 – djurok.

Tabel 12. Tukey test, leidmaks, millised pesakonna tõulisuse kombinatsioonid erinevad omavahel statistiliselt oluliselt surnult sündinud põrsaste arvu järgi pesakonnas.

Tõukood	1	3	13	18	31	91	93	97	98	99
1		0,871	1,000	1,000	0,010	1,000	0,983	1,000	0,966	0,994
3	0,871		0,989	0,779	0,642	0,786	1,000	0,730	0,999	0,983
13	1,000	0,989		0,998	0,034	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000
18	1,000	0,779	0,998		0,005	1,000	0,950	1,000	0,902	0,972
31	0,010	0,642	0,034	0,005		0,003	0,181	0,000	0,014	0,002
91	1,000	0,786	0,999	1,000	0,003		0,958	1,000	0,899	0,975
93	0,983	1,000	1,000	0,950	0,181	0,958		0,950	1,000	1,000
97	1,000	0,730	1,000	1,000	0,000	1,000	0,950		0,693	0,905
98	0,966	0,999	1,000	0,902	0,014	0,899	1,000	0,693		1,000
99	0,994	0,983	1,000	0,972	0,002	0,975	1,000	0,905	1,000	

Märkus. Pesakonna tõukoodid: 1 – eesti maatõug, 3 – eesti suur valge, 13 – ♂ eesti maatõug ♀ eesti suur valge, 18 – ♂ eesti maatõug ♀ ristan (eesti suur valge ja eesti maatõug), 31 – ♂ eesti suur valge ♀ eesti maatõug, 91 – ♂ djurok ♀ eesti maatõug, 93 – ♂ djurok ♀ eesti suur valge, 97 – ♂ djurok ♀ ristan (eesti maatõug ja eesti suur valge), 98 – ♂ djurok ♀ ristan (eesti suur valge ja eesti maatõug), 99 – djurok.

Tabel 13. Tukey test, leidmaks, millised pesakonna tõulisuse kombinatsioonid erinevad omavahel statistiliselt oluliselt võõrutatud põrsaste arvu järgi pesakonnas.

Tõukood	1	3	13	18	31	91	93	97	98	99
1		0,007	0,108	1,000	0,995	0,999	0,944	0,000	0,989	1,000
3	0,007		0,973	0,062	0,000	0,041	0,212	1,000	0,006	0,000
13	0,108	0,973		0,465	0,002	0,393	0,844	0,973	0,141	0,006
18	1,000	0,062	0,465		0,852	1,000	1,000	0,010	1,000	1,000
31	0,995	0,000	0,002	0,852		0,741	0,326	0,000	0,338	0,832
91	0,999	0,041	0,393	1,000	0,741		1,000	0,002	1,000	0,999
93	0,944	0,212	0,844	1,000	0,326	1,000		0,056	1,000	0,875
97	0,000	1,000	0,973	0,010	0,000	0,002	0,056		0,000	0,000
98	0,989	0,006	0,141	1,000	0,338	1,000	1,000	0,000		0,900
99	1,000	0,000	0,006	1,000	0,832	0,999	0,875	0,000	0,900	

Märkus. Pesakonna tõukoodid: 1 – eesti maatõug, 3 – eesti suur valge, 13 – ♂ eesti maatõug ♀ eesti suur valge, 18 – ♂ eesti maatõug ♀ ristand (eesti suur valge ja eesti maatõug), 31 – ♂ eesti suur valge ♀ eesti maatõug, 91 – ♂ djurok ♀ eesti maatõug, 93 – ♂ djurok ♀ eesti suur valge, 97 – ♂ djurok ♀ ristand (eesti maatõug ja eesti suur valge), 98 – ♂ djurok ♀ ristand (eesti suur valge ja eesti maatõug), 99 – djurok.

Tabel 14. Tukey test, leidmaks, millised pesakonna tõulisuse kombinatsioonid erinevad omavahel statistiliselt oluliselt emiselt võetud põrsaste arvu järgi pesakonnas.

Tõukood	1	3	13	18	31	91	93	97	98	99
1		0,930	0,595	0,036	0,994	0,981	1,000	0,735	0,081	0,533
3	0,930		1,000	0,729	1,000	1,000	0,995	1,000	0,985	1,000
13	0,595	1,000		0,882	0,989	0,996	0,873	1,000	1,000	1,000
18	0,036	0,729	0,882		0,303	0,361	0,103	0,319	0,961	0,398
31	0,994	1,000	0,989	0,303		1,000	1,000	1,000	0,661	0,996
91	0,981	1,000	0,996	0,361	1,000		1,000	1,000	0,743	0,999
93	1,000	0,995	0,873	0,103	1,000	1,000		0,964	0,241	0,871
97	0,735	1,000	1,000	0,319	1,000	1,000	0,964		0,565	1,000
98	0,081	0,985	1,000	0,961	0,661	0,743	0,241	0,565		0,663
99	0,533	1,000	1,000	0,398	0,996	0,999	0,871	1,000	0,663	

Märkus. Pesakonna tõukoodid: 1 – eesti maatõug, 3 – eesti suur valge, 13 – ♂ eesti maatõug ♀ eesti suur valge, 18 – ♂ eesti maatõug ♀ ristand (eesti suur valge ja eesti maatõug), 31 – ♂ eesti suur valge ♀ eesti maatõug, 91 – ♂ djurok ♀ eesti maatõug, 93 – ♂ djurok ♀ eesti suur valge, 97 – ♂ djurok ♀ ristand (eesti maatõug ja eesti suur valge), 98 – ♂ djurok ♀ ristand (eesti suur valge ja eesti maatõug), 99 – djurok.

Elusalt sündinud ja surnult sündinud põrsaste arvule pesakonnas ning surnud imikpõrsaste arvule pesakonnas avaldasid statistiliselt olulist mõju farm, kus emist peeti, emise seemendamise kuu ja emist seemendanud tehniku isik (tabelid 15, 16 ja 17). Pesakonnas elusalt sündinud põrsaste arvu ja surnult sündinud põrsaste arvu ning seemendamise kuu seoste uurimisel Tukey testiga selgus, et juunis ja juulis seemendatud emiste pesakonnad erinesid nende tunnuste osas teistel kuudel seemendatud emiste pesakondadest (tabelid 18,

19, 20). Juunis ja juulis seemendatud emistel sündis vähem elusaid põrsaid pesakonna kohta ning samas sündis rohkem surnud põrsaid pesakonna kohta (tabel 20). Imikpõrsaid suri rohkem pesakonna kohta juunis seemendatud emistel, ülejäänud kuude osas pole muster niivõrd selge (tabelid 18 ja 21).

Tabel 15. Lineaarne mudel farmi mõjust emise viljakusnäitajatele

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Elusalt sündinud põrsaid pesakonnas	11,42 _{19,4284}	0,000
Surnult sündinud põrsaid pesakonnas	6,25 _{19,4284}	0,000
Surnud imikpõrsaste arv	12,30 _{19,4284}	0,000

Tabel 16. Lineaarne mudel seemendamise kuu mõjust emise viljakusele

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Elusalt sündinud põrsaid pesakonnas	8,15 _{5,4296}	0,000
Surnult sündinud põrsaid pesakonnas	10,16 _{5,4296}	0,000
Surnud imikpõrsaste arv	21,36 _{5,4296}	0,000

Tabel 17. Lineaarne mudel seemendamise tehniku mõjust viljakusnäitajatele

Näitaja	F-väärtus _{vabadusastmete arv}	P-väärtus
Elusalt sündinud põrsaid pesakonnas	3,179 _{37,2801}	0,000
Surnult sündinud põrsaid pesakonnas	2,304 _{37,2801}	0,000
Surnud imikpõrsaste arv	4,868 _{37,2801}	0,000

Tabel 18. Emiste viljakusnäitajad seemendamise kuude kaupa

Kuu	Valimi suurus	Elusalt sündinud põrsaste arv pesakonnas		Surnult sündinud põrsaid pesakonnas		Surnud imikpõrsaste arv	
		keskmine	std	keskmine	std	keskmine	std
Kokku	4302	13,2	3,62	1,1	1,7	1,3	1,8
Juuni	337	12,5	3,71	1,6	2,2	2,0	2,2
Juuli	256	12,3	4,08	1,4	2,6	1,4	1,9
August	1250	13,2	3,62	1,0	1,6	1,5	1,8
September	1581	13,3	3,50	1,1	1,6	1,3	1,7
Oktoober	866	13,5	3,57	1,0	1,6	1,0	1,4
November	12	14,8	2,83	0,2	0,6	0,0	0,0

Märkus. Std tähendab standardhälvet.

Tabel 19. Tukey test, leidmaks, millised seemendamise kuud erinevad omavahel statistiliselt oluliselt elusalt sündinud põrsaste arvu poolest pesakonnas.

Kuu	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober	November
Juuni		0,994	0,006	0,002	0,000	0,259
Juuli	0,994		0,002	0,001	0,000	0,195
August	0,006	0,002		0,998	0,440	0,700
September	0,002	0,001	0,998		0,640	0,734
Oktoober	0,000	0,000	0,440	0,640		0,856
November	0,259	0,195	0,700	0,734	0,856	

Tabel 20. Tukey test, leidmaks, millised seemendamise kuud erinevad omavahel statistiliselt oluliselt surnult sündinud põrsaste arvu poolest pesakonnas.

Kuu	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober	November
Juuni		0,770	0,000	0,000	0,000	0,049
Juuli	0,770		0,013	0,023	0,002	0,133
August	0,000	0,013		0,998	0,923	0,508
September	0,000	0,023	0,998		0,720	0,470
Oktoober	0,000	0,002	0,923	0,720		0,610
November	0,049	0,133	0,508	0,470	0,610	

Tabel 21. Tukey test, leidmaks, millised seemendamise kuud erinevad omavahel statistiliselt oluliselt surnud imikpõrsaste arvu poolest pesakonnas.

Kuu	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober	November
Juuni		0,001	0,000	0,000	0,000	0,001
Juuli	0,001		0,989	0,914	0,002	0,063
August	0,000	0,989		0,040	0,000	0,036
September	0,000	0,914	0,040		0,000	0,100
Oktoober	0,000	0,002	0,000	0,000		0,404
November	0,001	0,063	0,036	0,100	0,404	

Imikpõrsaste suremus seemendamise kuude kaupa oli madalam oktoobris ning kõrgeim juunis seemendatud emistel (tabel 18, 21).

4. ARUTELU

Djuroki kultide seguspermaga seemendamine mõjutas oluliselt emistel elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas, muud hinnatud emise viljakusnäitajad jäid mõjutamata. Djuroki kultide seguspermaga seemendamise mõju elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas on kooskõlas eelnevalt tehtud uuringuga, kus djuroki kultide seguspermaga seemendamisel oli pesakonnas keskmiselt 0,3 põrsast rohkem (Pedersen 2013). Samas erinesid djuroki kultide seguspermaga seemendatud emised käesolevas uuringus juba enne seguspermaga seemendamist mitmete oma viljakusnäitajate (võõrutatud pesakonna suurus, eelmises pesakonnas võõrutatud põrsaste arvus ja eelneva tiinuses kestuses) poolest teistest emistest. Seetõttu võib arvata, et emiste seemendamine djuroki kultide seguspermaga toimus üldvalimist mitte juhuslikult, vaid valikuliselt ning leitud segusperma mõju elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas võib seetõttu samuti tuleneda seguspermaga seemendatud emiste eelnevatest erinevustest üldvalimist. Seda oletust kinnitab asjaolu, et kui linearsesse mudelisse elusalt sündinud põrsaste arvu kohta pesakonnas olid pandud nii seguspermaga seemendamine kui ka emise eelnevad viljakusnäitajad, ei osutunud seguspermaga seemendamine enam statistiliselt oluliseks teguriks. Pedersenit tehtud uuringus (Pedersen 2013) võrreldi djuroki kultide seguspermaga seemendamist üksikute djuroki kultide spermaga seemendamisega, käesolevas magistritöös oli võrdluse all djuroki kultide seguspermaga seemendamine võrreldes mitmetest muudest tõugudest üksikute kultide spermaga seemendamisega. Kuldi tõug mõjutab sperma morfoloogiat ja muid viljakusnäitajaid (Konracki *et al.* 2012, Sonderman ja Luebbe 2008), näiteks võrreldes pjeträäniga on djuroki kultidel leitud väiksem sündinud põrsaste arv pesakonnas, kuid samal ajal ka väiksem surnult sündinud põrsaste arv pesakonnas ning väiksem imikpõrsaste suremus (Pedersen *et al.* 2019). Djuroki tõugu kultide viljakus on väiksem valget tõugu sigade viljakusest (Lember *et al.* 1999) ning seetõttu võis juhtuda, et mitme djuroki kuldi segatud sperma kasutamise mõju varjas asjaolu, et seemendamisel kasutatud ühe doonori sperma ei pärinenud djuroki tõugu kultidelt.

Djuroki kultide segusperma erines ülejäänud spermast väga paljude mõõdetud näitajate poolest. Samas, elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas ei mõjutanud statistiliselt oluliselt mitte ükski uuritud sperma näitajatest. Lineaarsesse mudelisse, mis uuris elusalt sündinud põrsaste arvule mõjuvaid sperma näitajaid, jäi peale statistiliselt mitteoluliste tegurite eemaldamist alles ainult segusperma kasutamise mõju elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas, ent selle teguri mõju tulenes ilmselt seguspermaga seemendatud emiste eelnevate viljakusnäitajate erinevusest. Üksikult võttes on mõõdetud sperma tunnuste võime ejakulaadi viljastamise potentsiaali näidata piiratud, kuid nende abil saab selekteerida liiga halva kvaliteediga ejakulaadid (Althouse 1997). Seemendusjaamas kontrollitakse seemendamiseks kasutatavat spermata ning halbade mõõdetud näitajatega spermata seemendamisel ei kasutata ning see võib olla põhjus, miks mõõdetud sperma tunnustel ei leitud olulist mõju pesakonnas elusalt sündinud põrsaste arvule. Võimalik, et näiteks uuemate proteoomikas leitud biomarkerite mõõtmine ennustaks viljakusnäitajaid täpsemalt (Kwon *et al.* 2017).

Võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas mõjutasid uuritud sperma näitajatest spermide koguhulk proovis, progressiivne komposiitskoor, spermide järkjärguline liikuvus ja see, kas seemendamisel kasutati seguspermata või mitte. Segusperma mõju võis jällegi tuleneda seguspermaga seemendatud emiste eelnevate viljakusnäitajate erinevusest. Samas on ka leitud, et spermide koguhulk ning järkjärguline liikuvus erinevad kultidel tõugude kaupa (Smital *et al.* 2004), ning selles magistritöös on leitud oluline tõu mõju võõrutatud põrsaste arvule pesakonnas.

Seguspermas kasutatud djuroki kultide arv (3–8) ei omanud statistiliselt olulist mõju ühelegi vaadeldud emise viljakusnäitajale. See tulemus on kooskõlas uuringuga, kus ei leitud olulisi erinevusi viljakusnäitajates kolme või kuue djuroki kuldi seguspermaga seemendatud emiste vahel (Pedersen 2013).

Pesakonna tõulisusel oli statistiliselt oluline mõju kõigile uuritud emise viljakustunnustele. See tulemus on kooskõlas mitmete varasemate uuringutega, kus näidatakse tõulisuse mõju erinevatele viljakusnäitajatele (Kersten 2020, Kersten 2021, Savić *et al.* 2017). Surnult sündinud põrsaste arvu pesakonnas ja pesakonna tõulisuse seoste uurimisel tuleb selgelt välja, et juhul kui kult on eesti suur valge ja emis on eesti maatõugu, on surnult sündinud põrsaid pesakonnas oluliselt rohkem võrreldes peaaegu kõigi teiste tõukombinatsioonidega. See tulemus võib olla tingitud asjaolust, et djuroki tõugu põrsad on

robustsemad ning elujõulisemad (Pedersen 2019) ning samas ristanemiste põrsad võivad olla elujõulisemad heteroosiefekti tõttu. Samaselt käesolevas töös ilmnenuka on ka varasemates uuringutes leitud, et suurema surnult sündinud põrsaste arvuga kaasnes ka suurem imikpõrsaste suremus, mis viitab asjaolule, et tegu oli vähem elujõuliste pesakondadega (Leenhouders *et al.* 1999).

Emiselt võetud põrsaste arvu ja pesakonna tõulisuse uurimisel ilmneb, et omavahel erinevad oluliselt eesti maatõug ja pesakonna tõukombinatsioon (tõukood 18), kus kult on eesti maatõug ja emis on eesti suure valge ja eesti maatõu ristan. Sealjuures on näha, et eesti maatõugu pesakondadesse on põrsaid kõige rohkem juurde pandud ning tõukoodiga 18 pesakonna tõukombinatsioonist on kõige rohkem põrsaid teiste emiste juurde viidud. Eesti maatõugu pesakonnad olid üsna väikesed ning pesakonnad tõukoodiga 18 olid teistega võrreldes keskmiselt kõige suuremad ning ilmselt tulenebki emiselt võetud põrsaste arvu erinevus nendel tõukombinatsioonidel algsest pesakondade suuruse erinevusest.

Elusalt sündinud põrsaste arvule pesakonnas, surnult sündinud põrsaste arvule pesakonnas ja surnud imikpõrsaste arvule pesakonnas avaldasid statistiliselt olulist mõju farm, kus emist peeti, emise seemendamise kuu ja emist seemendanud tehniku isik. Ka varasemates uuringutes on leitud, et emise söötmise ja pidamise tingimustel on oluline mõju emise viljakusnäitajatele (Lember *et al.* 1999, Peltoniemi *et al.* 1999). Imikpõrsaste suremus pesakonnas võib olla seotud pesakonnas olevate põrsaste omavaheliste erinevuste suurusega (Menzies-Kitchin 1937). Aastaajalised mõjud sigade viljakusele võivad tuleneda erinevustest temperatuuris, valgustingimustes, sotsiaalses suhtluses ning söödakvaliteedis (Love *et al.* 1993, Smital *et al.* 2004). Seemendamist teostava tehniku mõjud viljakusele on kooskõlas mitmete varasemate uuringutega (Flowers 1996, Knox 2016) ning seda mõju võib põhjustada nii tehniku väljaõppe tase ja kogemuste hulk kui ka vastupidamine puhkuseta rutiinsele tööle (Flowers 2000, Knox 2016).

5. JÄRELDUSED

Selles magistritöös ei õnnestunud segavate tegurite tõttu näidata djuroki seguspermaga seemendamise positiivset mõju emise viljakusnäitajatele, kuid samas pole välistatud selle mõju olemasolu. Edasistes uuringutes tuleks seemendamisel võrrelda sarnaseid emiste populatsioone ning kasutada djuroki tõugu kultide üksikuid spermadoose võrdluseks djuroki tõugu kultide seguspermaga, mis nõuab täiendavaid finantsvahendeid. Lisaks peaks võrdlema seguspermaga ning üksikdoosidega seemendamisel saadud pesakondade massi sündides ja võõrutamisel ning pesakonna massi asümmeetrilisust.

Magistritööst tuli välja, et kindlate tõukombinatsioonidega pesakondades võib olla tugev mõju surnult sündinud põrsaste arvule pesakonnas ning emiselt ära võetud või emisele juurde pandud põrsaste arvuga. Erinevate tõukombinatsioonidega pesakondade viljakusenäitajaid peaks edasi uurima, kuna sellistest teadmistest võib olla seakasvatajale majanduslikku kasu. Magistritöö tulemuste põhjal on soovitatav vältida ristamiskombinatsiooni, kus kult on eesti suurt valget tõugu ja emis on eesti maatõugu, kuna nende pesakonnas on oluliselt rohkem surnult sündinud põrsaid.

Emiste viljakust mõjutavad samal ajal väga paljud erinevad tegurid, nii geneetilised kui ka keskkonnaga seotud. Oluliselt aitab viljakusnäitajate paranemisele kaasa ristamisel tekkiv heteroosiefekt, mistõttu on ristamistel seakasvatuses väga oluline roll. Samas tuleb arvestada sellega, et kui õnnestub elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas järjest suurendada, suureneb sellega seoses ka vajadus põrsaid emise juurest võtta ja mujale pesakondadesse lisada.

KOKKUVÕTE

Varem on Eestis seakasvatustes isapoolsete tõugudena kasutatud hämpširi ning pjeträäni tõugu kulte, kuid praegu on põhiliselt kasutusel djuroki tõugu kuldid. Djuroki kulte kasutades saadud nuumsigade lihakvaliteeti uurides on jõutud järeldusele, et nende kasutamise abil saavad Eesti seakasvatajad kohalike nuumsigade rümba- ja lihakvaliteeti paremaks muuta. Seakasvatustes on oluline majanduslikku külge mõjutav tegur emise pesakonna suurus. Varasemates Taanis läbi viidud uuringutes on leitud, et djuroki kultide segusperma kasutamise abil saab emistel pesakonda suurendada. Segusperma kasutamine aitab vältida negatiivset mõju emiste viljakusele, juhul kui ühel kuldil peaks mingil põhjusel olema juhuslikult vähenenud viljakus.

Magistritöö eesmärk oli uurida Eesti farmides seemendamisel kasutatud djuroki kultide segusperma ning sperma kvaliteedinäitajate mõjusid emiste viljakusnäitajatele. Töö kirjanduse analüüsis antakse ülevaade seakasvatusest Eestis, kunstliku seemendamise eelistest, sperma kvaliteedi mõõtmisest, tõulisuse mõjust emise viljakuse näitajatele ning kultide segusperma kasutamisest seemendamisel. Töö tulemuste osa põhineb Eesti Tõusigade Aretusühistu (ETSAÜ) seemendusjaamast pärit sperma kvaliteedi andmetel ning Eesti Jõudluskontrollikeskuse emiste jõudlusandmetel 2020. aasta kohta. Selles magistritöös ei õnnestunud segavate tegurite tõttu näidata djuroki seguspermaga seemendamise positiivset mõju emise viljakusnäitajatele, kuid samas pole välistatud selle mõju olemasolu. Elusalt sündinud põrsaste arvu pesakonnas ei mõjutanud uuritud spermanäitajatest mitte ükski, kuid võõrutatud põrsaste arvu pesakonnas mõjutasid spermide koguhulk proovis, progressiivne seguskoor ja spermide järkjärguline liikuvus.

Emiste viljakust mõjutavad samal ajal väga paljud erinevad tegurid, nii geneetilised kui ka keskkonnaga seotud. Oluliselt aitab viljakusnäitajate paranemisele kaasa ristamisel tekkiv heteroosiefekt, mistõttu on ristamistel seakasvatustes väga oluline roll. Pesakonna tõulisus mõjutas kõiki uuritud emise viljakuse tunnuseid. Surnult sündinud põrsaste arvu pesakonnas ja pesakonna tõulisuse seoste uurimisel tuleb selgelt välja, et juhul kui kult on eesti suur valge ja emis on eesti maatõugu, on surnult sündinud põrsaid pesakonnas

oluliselt rohkem võrreldes peaaegu kõigi teiste tõukombinatsioonidega. See tulemus võib olla tingitud asjaolust, et djuroki tõugu põrsad on robustsemad ning elujõulisemad ning samas ristandemiste põrsad võivad olla elujõulisemad heteroosiefekti tõttu. Lisaks mõjutasid emiste viljakust farm, seemendamise kuu ja seemendaja. Ka varasemates uuringutes on leitud, et emise söötmise ja pidamise tingimustel on oluline mõju emise viljakusnäitajatele. Djuroki kultide segusperma mõju emiste viljakusele vajab edasisi uuringuid.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Althouse, G.** (1997). Optimizing productivity of the AI boar. – *North Carolina Healthy Hogs Seminar*. North Carolina. [e-ajakiri] https://projects.ncsu.edu/project/swine_extension/healthyhogs/book1997/althouse2.htm (04.05.2021)
- Barquero, V., Soler, C., Sevilla, F., Calderón-Calderón, J., Valverde, A.** (2021). A Bayesian analysis of boar spermatozoa kinematics and head morphometrics and their relationship with litter size fertility variables. – *Reproduction in Domestic Animals*.
- Boe-Hansen, G. B., Satake, N.** (2019). An update on boar semen assessments by flow cytometry and CASA. – *Theriogenology* **137**:93–103.
- Borg, K., Lunstra, D., Christenson, R.** (1993). Semen characteristics, testicular size, and reproductive hormone concentrations in mature Duroc, Meishan, Fengjing, and Minzhu boars. – *Biology of reproduction* **49**(3):515–521.
- Carr, J.** (1992). Artificial insemination in the sow: Can I start using it? – *North Carolina Healthy Hogs Seminar*. North Carolina. [e-ajakiri] https://projects.ncsu.edu/project/swine_extension/healthyhogs/book1992/carr3.htm (04.05.2021).
- Cassady, J., Young, L., Leymaster, K.** (2002). Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. – *Journal of Animal Science* **80**(9):2303–2315.
- Cassady, J., Young, L., Leymaster, K.** (2002). Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits. – *Journal of Animal Science* **80**(9):2286–2302.
- Chang, H. L., Lai, Y. Y., Wu M. C., Sasaki, O.** (2017). Genetic correlations between male reproductive traits and growth traits in growth performance tested Duroc, Landrace and Yorkshire breed boars. – *Animal Science Journal* **88**(9):1258–1268.
- De Ambrogi, M., Ballester, J., Saravia, F., Caballero, I., Johannisson, A., Wallgren, M., Andersson, M., Rodriguez-Martinez, H.** (2006). Effect of storage in short-and long-term commercial semen extenders on the motility, plasma membrane and chromatin integrity of boar spermatozoa. – *International Journal of Andrology* **29**(5):543–552.
- de Sousa, I. C., Fernando, R., Dekkers, J. C., Nascimento, M., Leach, R. J., Serão, N. V.** (2020). Genetic selection using pooled semen. – *Journal of Animal Science* **98**:6.

- Derks, M. F., Gjuvsland, A. B., Bosse, M., Lopes, M. S., van Son, M., Harlizius, B., Tan, B. F., Hamland, H., Grindflek, E., Groenen, M. A.** (2019). Loss of function mutations in essential genes cause embryonic lethality in pigs. – *PLoS genetics* **15**(3): p. e1008055.
- ETSAÜ.** (s.a) Tõud. [veebileht] <https://www.estpig.ee/?ARETUS/TOeUD> (20.05.2021)
- Ferreira C.E., Sávio D.B., Guarise A.C., Flach M.J., Gastal G.D., Gonçalves A.O., Dellagostin O.A., Alonso R.V., Bianchi I., Corcini C.D., Lucia T.** (2015). Contribution of boars to reproductive performance and paternity after homospermic and heterospermic artificial insemination. – *Reproduction, Fertility and Development* **27**(7):1012–1019.
- Flowers, W.** (1996). Performance expectations of different mating systems. – *Allen D. Leman Swine Conference*. Saint Paul.
- Flowers, W.** (2000). Relationships among daily breeding demands, breeding technician performance and fertility of sows on swine operations using AI. – North Carolina State University, Department of Animal Science. 1998-2000 Departmental Report, Department of Animal Science, ANS Report No. 248
- Flowers, W.L., Deller, F., Stewart, K.R.** (2016). Use of heterospermic inseminations and paternity testing to evaluate the relative contributions of common sperm traits and seminal plasma proteins in boar fertility. – *Animal Reproduction Science* **174**:123–131.
- García-Casco, J., Fernández, A., Rodríguez, M., Silió, L.** (2012). Heterosis for litter size and growth in crosses of four strains of Iberian pig. – *Livestock Science* **147**(1-3):1–8.
- Garcia J.C., Dominguez J.C., Pena F.J., Alegre B., Gonzalez R., Castro M.J., Habing G.G., Kirkwood, R.N.** (2010). Thawing boar semen in the presence of seminal plasma: effects on sperm quality and fertility. – *Animal Reproduction Science* **119**(1–2):160–165.
- Guo, L., Wu, Y., Wang, C., Wei, H., Tan, J., Sun, H., Jiang, S., Peng, J.** (2020). Gut Microbiological Disorders Reduce Semen Utilization Rate in Duroc Boars. – *Frontiers in microbiology* **11**:2493.
- Holt, C., Holt, W. V., Moore, H. D., Reed H. C., Curnock, R. M.** (1997). Objectively measured boar sperm motility parameters correlate with the outcomes of on-farm inseminations: results of two fertility trials. – *Journal of Andrology* **18**(3):312–323.
- Iversen, M. W., Nordbø, Ø., Gjerlaug-Enger, E., Grindflek, E., Lopes, M. S., Meuwissen, T.** (2019). Effects of heterozygosity on performance of purebred and crossbred pigs. – *Genetics Selection Evolution* **51**(1):1–13.
- Jäkel, H., Scheinpflug, K., Mühldorfer, K., Gianluppi, R., Lucca, M. S., Mellagi, A. P. G., Bortolozzo, F. P., Waberski, D.** (2021). In vitro performance and in vivo fertility of antibiotic-free preserved boar semen stored at 5° C. – *Journal of Animal Science and Biotechnology* **12**(1):1–12.

- Kamanova, V., Nevrkla, P., Hadas, Z., Lujka, J., Filipcik, R.** (2021). Changes of sperm morphology in Duroc, Landrace and Large White boars depending on the ambient temperature during the year. – *Veterinárni medicína*.66:189–196.
- Kasimanickam, V., Kastelic, J.** (2016). MicroRNA in sperm from Duroc, Landrace and Yorkshire boars. – *Scientific reports* 6(1):1–11.
- Kersten, K.** (2020) Sigade jõudluskontrolli tulemused 2019. aastal. – *Tõuloomakasvatus* 23 2020-1 lk 20–22
- Kersten, K.** (2021) Sigade jõudluskontroll 2020. aastal. – *Tõuloomakasvatus* 24, 1/2021 lk 20–22
- Knox, R., Levis, D., Safranski, T., Singleton, W.** (2008). An update on North American boar stud practices. – *Theriogenology* 70(8):1202–1208.
- Khalifa, T., Rekkas, C., Samartzi, F., Lymberopoulos, A., Kousenidis, K., Dovenski, T.** (2014). Highlights on artificial insemination (AI) technology in the pigs. – *Macedonian Veterinary Review* 37(1):5–34.
- Knox, R. V.** (2016). Artificial insemination in pigs today. – *Theriogenology* 85(1): 83–93.
- Kondracki, S.** (2003). Breed differences in semen characteristics of boars used in artificial insemination in Poland. – *Pig News and Information* 24(4).
- Kondracki, S., M. Iwanina, Wysokińska, A., Huszno, M.** (2012). Comparative analysis of Duroc and Pietrain boar sperm morphology. – *Acta Veterinaria Brno* 81(2):195–199.
- Kwon, W. S., Rahman, M., Lee, J. S., You, Y. A., Pang, M. G.** (2015). Improving litter size by boar spermatozoa: application of combined H33258/CTC staining in field trial with artificial insemination. – *Andrology* 3(3):552–557.
- Kwon, W. S., Rahman, M. , Ryu, D. Y. , Khatun, A., Pang, M. G.** (2017). Comparison of markers predicting litter size in different pig breeds. – *Andrology* 5(3):568–577.
- Laanemaa, R., Aringo, A., Põldvere, A.** (2021) Eesti tõusigade aretusühistu aretusaruanne 2021.
- Laanmäe, V.** (1994a). Eesti seatõugude aretamisest ja jõudlusest 1923...1956. – *Agraarteadus* V, 3:259–272.
- Laanmäe, V.** (1994b). Eesti seatõugude aretamisest ja jõudlusest 1957...1990. – *Agraarteadus* V, 4:259–272.
- Leenhouwers, J. I., Van Der Lende, T., Knol, E. F.** (1999). – Analysis of stillbirth in different lines of pig. – *Livestock Production Science* 57(3):243–253.
- Lember, A., Luts, V., Roosmaa, A., Oja, A.** (1999) Seakasvatus ja sealiha tootmine. Tartu: Bookmill trükikoda. 171 lk.
- Love, R., Evans, G., Klupiec, C.** (1993). Seasonal effects on fertility in gilts and sows. – *Journal of reproduction and fertility-supplement* 48:191–191.

- Lukač, D.** (2013). Reproductive traits in relation to crossbreeding in pigs. – *African Journal of Agricultural Research* **8**(19):2166–2171.
- Martín, L. O. M., Muñoz, E. C., De Cupere, F., Van Driessche, E., Echemendia-Blanco, D., Rodríguez, J. M. M., Beeckmans, S.** (2010). Bacterial contamination of boar semen affects the litter size. – *Animal Reproduction Science* **120**(1-4): 95 – 104.
- Matabane, M., Thomas, R., Netshirovha, T., Tsatsimpe, M., Ng'ambi, J., Nephawe, K., Nedambale, T.** (2017). Relationship between sperm plasma membrane integrity and morphology and fertility following artificial insemination. – *South African Journal of Animal Science* **47**(1):102–106.
- McPherson, F., S. Nielsen, Chenoweth, P.** (2014). Semen effects on insemination outcomes in sows. – *Animal reproduction science* **151**(1-2):28–33.
- Menzies-Kitchin, A.** (1937). Fertility, mortality, and growth rate in pigs. – *The Journal of Agricultural Science* **27**(4):611–625.
- Minton, A.** (2013). Pooling semen – All boars are not created equal. SowBridge Breeding Herd Education Series 2012–2013. [https://www.ipic.iastate.edu/SowBridge/SB0113Pooling Semen.pdf](https://www.ipic.iastate.edu/SowBridge/SB0113PoolingSemen.pdf) (22.05.2021)
- Myromslien, F. D., Tremoen, N. H., Andersen-Ranberg, I., Fransplass, R., Stenseth, E. B., Zeremichael, T. T., van Son, M., Grindflek, E., Gaustad, A. H.** (2019). Sperm DNA integrity in landrace and Duroc boar semen and its relationship to litter size. – *Reproduction in Domestic Animals* **54**(2):160–166.
- Nitsche-Melkus, E., Bortfeldt, R., Jung, M., Schulze, M.** (2020). Impact of hygiene on bacterial contamination in extended boar semen: An eight-year retrospective study of 28 European AI centers. – *Theriogenology* **146**: 133–139.
- Oh, S., Park, Y., You, Y., Mohamed E., Pang, M.** (2010). Capacitation status of stored boar spermatozoa is related to litter size of sows. – *Animal reproduction science* **121**(1-2): 131–138.
- Park, S.** (2013). Effects of sow, boar, and semen traits on sow reproduction. – Magistritöö. Nebraska Ülikool.
- Pedersen, M.** (2011). Effect of fertility of sperm motility in pooled Duroc semen. – Uuringu aruanne. Pig Research Centre.
- Pedersen, M.** (2013). Fertility higher with pooled Duroc semen than with semen from one boar. – Uuringu aruanne. Pig Research Centre.
- Pedersen, M. L. M., Velandar, I. H., Nielsen, M. B. F., Lundeheim, N., Nielsen, B.** (2019). Duroc boars have lower progeny mortality and lower fertility than Pietrain boars. – *Translational Animal Science* **3**(2):885–892.

- Peltoniemi, O., Love, R., Heinonen, M., Tuovinen, V., Saloniemi, H.** (1999). Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. – *Animal Reproduction Science* **55**(1):47–61.
- Pöldvere, A.** (2013). Seatõud. [veebileht] <https://www.etll.ee/?ARETUS/Sead> (19.05.2021)
- Pöldvere, A., Tänavots, A., Saar, R., Torga, T., Kaart, T., Soidla, R., Mahla, T., Andreson, H., Lepsalu, L.** (2015) Effect of imported Duroc boars on meat quality of finishing pigs in Estonia. – *Agronomical Research* **13**(4):1040–1052.
- Rath, D.** (2002). Low dose insemination in the sow—A review. – *Reproduction in Domestic Animals* **37**(4):201–205.
- Rozeboom, K. J.** (2000). Evaluating boar semen quality. – *Animal Science Facts. Extension Swine Husbandry*. College of Agriculture & Life Sciences. North Carolina State University: 1–8.
- Savić, R., Ausejo, M., Petrović, M., Radojković, D. D., Č. Radović, Gogić, M.** (2017). Fertility of boars: What is important to know. – *Biotechnology in Animal Husbandry* **33**(2):135–149.
- Schulze, M., Nitsche-Melkus, E., Jakob, U., Jung, M., Waberski, D.** (2019). New trends in production management in European pig AI centers. – *Theriogenology* **137**:88–92.
- Smital, J., De Sousa, L., Mohsen, A.** (2004). Differences among breeds and manifestation of heterosis in AI boar sperm output. – *Animal reproduction science* **80**(1-2): 121–130.
- Somelar, E., Tänavots, A., Saveli, O.** (2001). Meat quality research of pure-and crossbred pigs in Estonia. – *Proceedings of the 7th Baltic Animal Breeding Conference*, Tartu, Estonia, 17-18 April 2001, Estonian Agricultural University.
- Sonderman, J., Luebbe J.** (2008). Semen production and fertility issues related to differences in genetic lines of boars. – *Theriogenology* **70**(8):1380–1383.
- Statistikaamet.** (2021) PM09: Loomad ja linnud maakonna järgi (kvartalid). https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__pellumajandus__pellumajandussaaduste-tootmine__loomakasvatussaaduste-tootmine/PM09/table/tableViewLayout1 (20.05.2021)
- Sutkeviciene, N., Riskeviciene, V., Januskauskas, A., Zilinskas, H., Andersson, M.** (2009). Assessment of sperm quality traits in relation to fertility in boar semen. – *Acta Veterinaria Scandinavica* **51**(1):1–6.
- Sutkevičienė, N., Žilinskas, H.** (2004). Sperm morphology and fertility in artificial insemination boars. – *AGE* **18**(5.59):8.
- Škorput, D., Morić, V. Đikić, M., Luković, Z.** (2011). Heritability of litter size in Black Slavonian pigs. – *46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*, Opatija, Croatia, 14-18 February 2011. Proceedings, University of Zagreb Faculty of Agriculture.
- Špaleková, E., Makarevich, A. V., Lukáč, N.** (2011). Ram sperm motility parameters under the influence of epidermal growth factor. – *Veterinary medicine international* **2011**.

- Zhang, C., MacNeil, M. D., Kemp, R. A., Dyck M. K., Plastow, G. S.** (2018). Putative loci causing early embryonic mortality in Duroc swine. – *Frontiers in genetics* **9**:655.
- Zhang, S., Zhang, K., Peng, X., Zhan, H., Lu, J., Xie, S., Zhao, S., Li, X., Ma, Y.** (2020). Selective sweep analysis reveals extensive parallel selection traits between large white and Duroc pigs. – *Evolutionary Applications* **13**(10): 2807–2820.
- Tremoen, N. H., Gaustad, A. H., Andersen-Ranberg, I., van Son, M., Zeremichael, T. T., Frydenlund, K., Grindflek, E., Våge, D. I., Myromslien, F. D.** (2018). Relationship between sperm motility characteristics and ATP concentrations, and association with fertility in two different pig breeds. – *Animal reproduction science* **193**: 226–234.
- Tänavots, A., Kaart, T., Saveli, O.** (2002) Artificial insemination in pig breeding in Estonia. – *Veterinarija ir Zootechnika* **19**:109–111.
- Waberski, D., Riesenbeck, A., Schulze, M., Weitze, K. F., Johnson, L.** (2019). Application of preserved boar semen for artificial insemination: Past, present and future challenges. – *Theriogenology* **137**: 2–7.
- Wakchaure, R., Ganguly, S., Praveen, K., Sharma, S., Kumar, A., Mahajan T., Qadri, K.** (2015). Importance of heterosis in animals: a review. – *International Journal of Advanced Engineering Technology and Innovative Science* **1**:1–5.
- Williams, A., Johnson, A., Miller, D., Holden, N., Patterson, J., Dyck M., Foxcroft, G.** (2011). Commercial application of reducing semen concentration per dose and single sire evaluation. 2011 Allen D. Lemay Swine Conference, University of Minnesota, Twin Cities, Minnesota, USA (2011) <http://purl.umn.edu/140845> (23.05.2021)
- Wu, Y.-h., Lai, W., Liu, Z.-h., Wei, H.-k., Zhou, Y.-f., Tan, J.-j., Sun, H.-q., Li, S.-q., Peng, J.** (2019). Serum and seminal plasma element concentrations in relation to semen quality in Duroc boars. – *Biological trace element research* **189**(1): 85–94.
- Wysokińska, A., Kondracki, S.** (2019). Heterosis for morphometric characteristics of sperm cells from Duroc x Pietrain crossbred boars. – *Animal reproduction science* **211**: 106217.
- Xu, X., Pommier, S. Arbov, T., Hutchings, B., Sotto W., Foxcroft, G. R.** (1998). In vitro maturation and fertilization techniques for assessment of semen quality and boar fertility. – *Journal of Animal Science* **76**(12): 3079 – 3089.

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks (avaldamise tähtajatu piirang) ning juhendaja(te) kinnitus töö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Elin Sild, sünniaeg 20.10.1983,

1) annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö **DJUROKI TÕUGU KULTIDE SEGUSPERMA KASUTAMINE NUUMSIGADE TOOTMISEKS,**

mille juhendaja(d) on:

Alo Tänavots, pm-dr,

Aarne Põldvere, pm-knd,

Raivo Laanemaa, DVM,

salvestamiseks säilitamise eesmärgil, sh digitaalarhiivis DSpace säilitamise eesmärgil 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 Elin Sild (/allkirjastatud digitaalselt/) Tartu, 24.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.

Luban lõputöö kaitsmisele.

Alo Tänavots / allkirjastatud digitaalselt / 24.05.2021

Aarne Põldvere / allkirjastatud digitaalselt / 24.05.2021

Raivo Laanemaa / allkirjastatud digitaalselt / 24.05.2021