



XXIV (2) : 53–104 (2013) : ISSN 1024-0845 ESSN 2228-4893

Kaastööde esitamiseks ja vabaks juurdepääsuks külastage: <http://agrt.emu.ee>
For online submission and open access visit: <http://agrt.emu.ee/en>

AGRAARTEADUS

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE



J Agric Sci
Vol. 24 No. 2
pp 53–104
Estonian Academic
Agricultural Society
Tartu, Estonia
December 2013



Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne
Tartu 2013



Toimetuskolleegium / Editorial Board:

Peatoimetaja / Editor-in-chief

Maarika Alaru Estonian University of Life Sciences

Toimetajad / Editors

Evelin Loit Estonian University of Life Sciences

Brian Lassen Estonian University of Life Sciences

Alo Tänavots Estonian University of Life Sciences

David Arney Estonian University of Life Sciences

Oliver Sada Estonian University of Life Sciences

Toomas Orro Estonian University of Life Sciences

Toimetuse sekretär / Editorial secretary

Marko Kass Estonian University of Life Sciences

Rahvusvaheline toimetuskolleegium / International Editorial Board

Sveinn Adalsteinsson Agricultural University of Iceland

Ants Bender Jõgeva Plant Breeding Institute, Estonia

Gunita Deksnē Institute of Food Safety, Animal Health and Environment - "BIOR", Latvia

Margareta Emanuelson Swedish University of Agricultural Sciences

Matti Esala MTT Agrifood Research Finland

Csaba Jansik MTT Agrifood Research Finland

Aleksandrs Jemeljanovs Latvia University of Agriculture

Olav Kärt Estonian University of Life Sciences

Pirjo Peltonen-Sainio MTT Agrifood Research Finland

Jan Philipsson Swedish University of Life Sciences

Vidmantas Pileckas Lithuanian Veterinary Academy

Jaan Praks Estonian University of Life Sciences

Baiba Rivza Latvia University of Agriculture

Andrzej Sadowski Warsaw Agricultural University

Mart Sõrg Tartu University, Estonia

Rein Viiralt Estonian University of Life Sciences

Abstracted / indexed: AGRICOLA, AGRIS, CABI, DOAJ, EBSCO

ISSN: 1024-0845 **ESSN:** 2228-4893

Agraarteaduse väljaandmist toetab Eesti Maaülikool

Journal of Agricultural Science is supported by Estonian University of Life Sciences

AGRAARTEADUS

2013 ♦ XXIV ♦ 2

Väljaandja:	Akadeemiline Põllumajanduse Selts
Peatoimetaja:	Maarika Alaru
Keeletoimetaja:	Vaike Leola
Tehniline toimetaja:	Irje Nutt
Aadress:	Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu
e-post:	jas@emu.ee
www:	http://aps.emu.ee, http://agrt.emu.ee

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

SISUKORD

TEADUSTÖÖD

<i>H. Kiiman, A. Tänavots, T. Kaart</i> Lehmade piimatoodang ja kvaliteet kahekordsel platsilüpsil võrreldes kolmekordse platsilüpsi ning automaatlüpsiga	55
<i>J. Kuht, T. Tõrra, J. Kilgi, A. Makke</i> Suvinisu terasaak ja kvaliteet olenevalt kasvukohapõhisest väetamisest	65
<i>P. Piirsalu, J. Samarütel, S. Tõlp, I. Nutt, T. Kaart</i> Uttede toitumushinde seosed söötmise ja jõudlusega mahetootmisega lambafarmides	71
<i>A. Semjonov, V. Andrianov</i> Tehistingimustes peetavate ulukkaslaste keemiline immobiliseerimine	79
<i>A. Tänavots, A. Põldvere, L. Lepasalu, R. Soidla</i> Pikaajalise laagerdamise mõju aberdiini-anguse veisetõu lihakvaliteedile	86

KIRJAD TOIMETAJALE

<i>K. Kalling</i> Prof. Elmar Leppiku tööst paguluses	95
<i>A. Lüpsik</i> Olev Saveli 75	99
<i>I. Nutt</i> Viive Tikk – <i>in memoriam</i>	101

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2013 ♦ XXIV ♦ 2

Published by:	Academic Agricultural Society
Editor in Chief:	Maarika Alaru
Technical Editor:	Vaike Leola, Irje Nutt
Address:	Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu,
e-mail:	jas@emu.ee
www:	http://aps.emu.ee , http://agrt.emu.ee

CONTENTS

SCIENTIFIC WORK

<i>H. Kiiman, A. Tänavots, T. Kaart</i> The yield and quality of milk on the farms using twice a day conventional milking in comparison with the farms using three times a day conventional and automatic milking systems	55
<i>J. Kuht, T. Tõrra, J. Kilgi, A. Makke</i> Spring wheat grain yield and quality depending on site-based fertilizing	65
<i>P. Piirsalu, J. Samarütel, S. Tõlp, I. Nutt, T. Kaart</i> Relationships between ewe body condition score, production traits and nutrition, on organic sheep farms	71
<i>A. Semjonov, V. Andrianov</i> Chemical immobilisation of wild feline species in captive conditions	79
<i>A. Tänavots, A. Põldvere, L. Lepasalu, R. Soidla</i> Effect of long ageing time on beef quality of Aberdeen Angus	86



LEHMADE PIIMATOODANG JA KVALITEET KAHEKORDSEL PLATSILÜPSIL VÕRRELDES KOLMEKORDSE PLATSILÜPSI NING AUTOMAATLÜPSIGA

THE YIELD AND QUALITY OF MILK ON THE FARMS USING TWICE A DAY CONVENTIONAL MILKING IN COMPARISON WITH THE FARMS USING THREE TIMES A DAY CONVENTIONAL AND AUTOMATIC MILKING SYSTEMS

Heli Kiiman^{1,2}, Alo Tänavots^{1,2}, Tanel Kaart^{1,2}

¹ Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu,
² OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus, Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu

Saabunud: 3.12.2013
Received:
Aktsepteeritud: 17.12.2013
Accepted:

Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online:

Vastutav autor: Alo Tänavots
Corresponding author:
e-mail: alo.tanavots@emu.ee

Keywords: automatic milking system, conventional milking system, dairy cattle, milk yield, milk fat content, milk protein content, somatic cell score.

Lühendid / Abbreviation key: ALS – robotlüksiseade / automatic milking system, PLS – platsilüksiseade / conventional milking system, SRA – somaatiliste rakkude arv / somatic cell count, SRS – somaatiliste rakkude skoor / somatic cell score.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_kiiman.pdf

ABSTRACT. The objective of this study was to compare milk parameters during lactation months on farms using automatic (ALS) and conventional milking systems (PLS). The highest milk yield per cow (30.1 kg) was obtained on 3x PLS farms, whereas cows on 2x PLS farms produced 7.7 kg less milk. Milk yield of the cows on ALS farms (24.8 to 26.3 kg) was between that of 2x PLS 2 and 3x PLS farms. On Robot 1 ALS farms the milk yield of cows was by 1.5 kg higher compared to Robot 3 ALS farms (24.8 kg). Milk yield increased until the second month of lactation on all the farms, and decreased subsequently. The difference in milk yield between 2x and 3x PLS farms increased until the third month of lactation, whereas it was by 8.8 to 9.9 kg higher in 3x PLS until the ninth month of lactation, and decreased subsequently (8.6 to 9.4 kg). All ALS farms showed more uniform results. Higher milk yield resulted in lower milk fat ($r = -0.36$) and milk protein ($r = -0.42$) content. The highest somatic cell score (SRS) (3.81) was found in the milk obtained from 2x PLS, whereas increased milking frequency decreased SRS by 0.48. Milk SRS was the lowest (2.88) on Robot 1 ALS farms, and the highest on Robot 2 (3.66) ALS farms. Irregular milking on ALS farms did not cause higher SRS of milk, compared to PLS. Increase in milking frequency resulted in higher milk yield and lower SRS, milk fat and milk protein content, whereas ALS and PLS farms showed similar trends. Decrease in milk yield was linear during lactation.

© 2013 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2013 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Lehmade lüpsitehnoloogia valik on piimakarja majandamisel üks tähtsamaid otsuseid kuna sellest sõltub ööpäevane lüpsirutiin. Platsilüksiga piimakarjafarmides lüpsitakse lehma tavaliselt kaks või kolm korda ööpäevas. Eesti piimakarjafarmides on peamiselt kasutusel kahekordne lüps, kolmekordset lüpsi kasutab vaid umbes 1/5 farmidest (Inno Maasikas, Jõudluskontrolli Keskus, isiklik suhtlus). Lehmade lüpsikordade arv mõjutab mitmeid näitajaid, millest piimatoodang on üks tähtsamaid (Ravagnolo, Misztal,

2000; Wagner-Storch, Palmer, 2003). Lehmade sagedasema lüpsimisega kasvab ka nende piimatoodang (Amos *et al.*, 1985). Mitmed lüpsisageduse uurimused (Barnes *et al.*, 1990; Klei *et al.*, 1997; Sapru *et al.*, 1997) pärinevad möödunud sajandi kaheksa- ja üheksakümnendate aastatest, kus piimakarjafarmides toimus aktiivne üleminek kahekordselt lüpsilt kolmekordsele – eesmärgiga suurendada lehmade piimatoodangut. Varner jt (2002) väidavad USA põllumajandusministeeriumi andmetele tuginedes, et lüpsisageduse suurendamisel suureneb piimatoodang 15–20% võrreldes karja eelneva toodanguga. Erdman ja Varner

(1995) võrdlesid 19 kirjandusallikat, kus hinnati kolme- ja kahekordse lüpsikorra piimatoodangu ja koostisosade erinevust, ning märkisid, et kolmekordsel lüpsil oli piimatoodang lehma kohta päevas keskmiselt $3,5 \pm 0,2$ kg suurem. Samas aga alanes kolmekordsel päevalüpsil piima rasva- ja valgusisaldus võrreldes kahekordse lüpsiga, kuid suurenenud lüpsisagedus tõstis siiski piima rasva- ja valgutoodangut (vastavalt 92 g ja 84 g lehma kohta). Leal (2012) vaatles piimatoodangu muutust farmis, kus suurendati lüpsisagedust päevas kahelt kolmele, ning leidis, et piimatoodang suurenes kolme kuu kestel keskmiselt 5,7%, seejuures vähenes aga rasva- ja valgu osakaal piimas. Seega, lüpsisageduse suurendamisega tõuseb rasva- ja valgutoodang, kuid nende komponentide osakaal piimas väheneb lahjenemise efekti tõttu.

Samas tuleb arvestada, et kolmekordset lüpsi kasutades peavad lüpsiseadmed olema võimelised käitlema ja hoiustama suuremat piimatoodangut kui kahekordsel lüpsil. Piiravateks faktoriteks võivad saada ka mõningad teised tegurid. Näiteks on sagedasema lüpsi kasutamisel väga oluline tagada lehmadele täisväärtuslik sööt, et lehmad säilitaksid sobiva konditsiooni. Kui lüpsisagedust muudetakse lehmade laktatsiooni kestel, võib see põhjustada neil stressi. Majandustegevuses tuleb tagada motiveeritud töötajad ja arvestada lüpsiseadmete suurema amortisatsiooniga ning vee- ja energiakuluga. Seega, piimatootjad, kes kaaluvad lüpsisagedust suurendada, peavad hindama, kas suurenenud tulu piimatoodangust katab eeltoodud faktorite maksumuse.

Levinuimaks põhjusteks, miks tootjad investeerivad automaatlüpsiseadmetesse (ALS), on lootus, et tööjõukulu väheneb ja piimatoodang suureneb tänu suuremale lehmade lüpsisagedusele (Wagner-Stroch, Palmer, 2003). Piimatoodang, lüpsisagedus ja -intervall, lüpsi kestus ning nisakannude õnnestunud allapanek on ALSs olulisemaid funktsionaalseid aspekte (Gygax *et al.*, 2007). Robotlüpsi kasutamisel, kus lehmadel on lüpsiseadmele vaba juurdepääs, lüpstakse lehma keskmiselt kuni kolm korda päevas (Klungel *et al.*, 2000; Baines, 2002; de Koning *et al.*, 2002; Castro *et al.*, 2012). Mitmed kirjandusallikad viitavad suuremale piimatoodangule robotlüpsil lüpsisageduse suurenemise tõttu lehma kohta võrreldes kahekordse lüpsiga lüpsiplatsil (Hogeveen *et al.*, 2001; Davis, Reinemann, 2002; Shoshani, Chaffer, 2002; Wagner-Storch, Palmer, 2003; de Koning, Rodenburg, 2004; Speroni *et al.*, 2006), kuid on saadud ka vastupidiseid tulemusi (Kremer, Ordloff, 1992; Wirtz *et al.*, 2002) või pole piimatoodangu erinevust täheldatud (Svennerstein-Sjaunja *et al.*, 2000; Ordloff, Artmann, 2000). ALS puudustest on esile toodud selle suurt esialgse investeeringu vajadust, mis võib olla kaks või kolm korda suurem võrreldes tavapärase PLSga (Rotz *et al.*, 2003). ALSi puhul on lüpsiintervallid väga erinevad, kuna lehmad ei külasta robotlüpsiseadet laktatsiooni kestel sama arv kordi ega ka igal päeval samal kellaajal. Ebakorrapärased lüpsisagedused ja -ajad vähen-

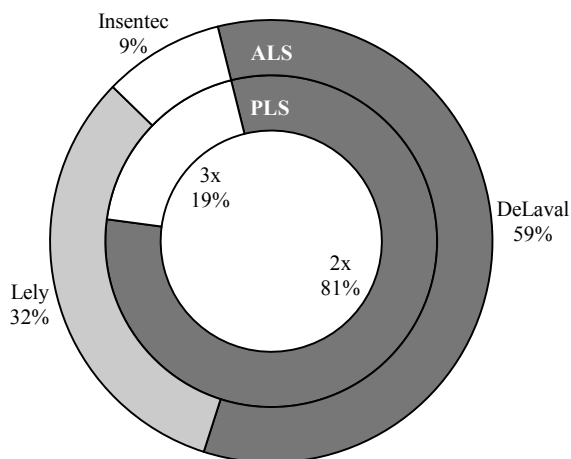
davad omakorda piimatoodangut (Bach, Busto, 2005). Artmann (2004) täheldas, et enam kui üle 45 kõrgetoodangulise lehma lüpsimisel sama robotiga vähenes nende lüpside arv ööpäevas. Lehmade lüpsiroboti külastuse aktiivsus on madalam öösel ja varahommikul (Wendl *et al.*, 2000; Olofsson *et al.*, 2000; Wagner-Storch, Palmer, 2003). Kui lehm seostab lüpsirobotit söödaga, motiveerib see robotit sagedamini külastama. Umbes 30–56% robotikülastustest pole seotud lüpsimisega, vaid ilmselt sooviga ligi pääseda jõusöödale (Wendl *et al.*, 2000; Morita *et al.*, 2000).

Üks piima kvaliteedi ja udara tervise indikaatoreid on piima somaatiliste rakkude arv (SRA) (Sawa, Piwczynski, 2003), mida võivad mõjutada nii lüpsiseade kui ka -sagedus ööpäevas. Lüpsikordade suurendamisel on positiivne mõju udara tervisele ja piima kvaliteedile (Dahl *et al.*, 2004). Dahl jt (2004) väidavad, et prolaktiini retseptorite ekspressiooni suurendamine tänu sagedasemale lüpsile parandab immuunsuse funktsioone, mis selgitab looma suurenenud võimet võidelda nakkusega ning põhjustades sellega muutusi somaatiliste rakkude skooris (SRS). Samas leidsid Davis ja Reinemann (2002), et robotiga lüpsitud lehmade grupis oli piima SRA 58 000 võrra suurem kui kahekordsel platsilüpsil ($p < 0,0001$). Siiski märgivad nad, et piima SRA oli mõlemas grupis lubatud tasemel.

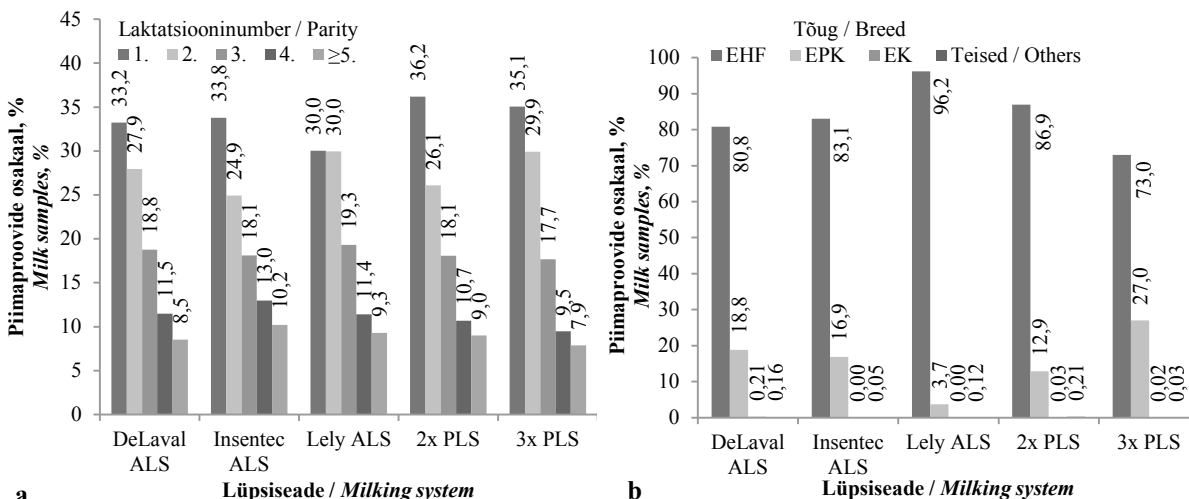
2013. a jaanuari seisuga oli 46 farmi üle Eesti paigaldatud 184 robotlüpsiseadet, mistõttu seati uurimistöö eesmärgiks võrrelda piimatoodangu ja piima kvaliteedinäitajate muutusi laktatsiooni kestel nii ALS kui ka platsilüpsiga (PLS) farmides sõltuvalt lüpsisagedusest.

Materjal ja meetodika

Väljavõtte Jõudluskontrolli Keskuse andmebaasist sisaldas juhuslikult valitud 102 piimatootmisettevõtte 51 276 lehma kontroll-lüpsi andmeid. Kokku registreeriti neilt 2012. aastal 345 664 kontroll-lüpsi. Igaükselt toimuva kontroll-lüpsi andmetest kasutati uurimistöös piimatoodangu, -rasva, -valgu ja SRA näitajaid. Robotlüpsiseade oli kasutusel 34 laudas ja platsilüpsiseade 100 laudas. Robotlüpsiseadmetest kasutati lehmade lüpsimiseks 20 laudas DeLaval VMS, 11 laudas Lely Astronaut ja kolmes laudas Insentec Galaxy-Starline seadmeid. Edaspidi on tulemuste kirjeldamisel lüpsiseadmete margid kodeeritud (Robot 1, 2 ja 3) ning need ei vasta siintoodud järjestusele. Analüüsist jäeti välja laudad, kus uuele lüpsiviisile üleminek toimus 2011. aasta lõpus või 2012. aasta jooksul, kuna uuele lüpsiviisile üleminek võib põhjustada lehmadele stressi, mis omakorda mõjub toodangule negatiivselt (Baines, 2002). Platsilüpsi kasutatavates lautades lüpsiti 81 laudas lehma kaks korda ja 19 laudas kolm korda ööpäevas (joonis 1). Enamuses farmides kasutati DeLaval firma lüpsiplatse, kuid esindatud oli ka Boumatic (4), Impulsa (8) ja Westfalia (5) firma lüpsiplatsid.



Joonis 1. Lüpsiseadmete tootemargid robotlüpsiga ja lüpsisagedused platsilüpsiga farmides
Figure 1. Brands of milking equipment on the farms with robotic milking system, and milking frequencies on parlor farms



Joonis 2. Kontroll-lüpsil piimaproovide jagunemine (%) laktatsiooniti (a) ja tõuti (b) olenevalt farmis kasutatavast lüpsiviisist (EHF – eesti holstein, EPK – eesti punane, EK – eesti maatõug)
Figure 2. Distribution of test-day milk samples (%) by parity (a) and breeds (b) depending on the milking system (EHF – Estonian Holstein, EPK – Estonian Red, EK – Estonian Native)

Statistiline analüüs. Võtmaks arvesse uuringusse kaasatud piimatootmisettevõtete loomade erinevat tõulist ja vanuselist struktuuri, rakendati piimatoodangu- ja kvaliteedinäitajate keskmiste väärtuste ja nende laktatsioonisisese dünaamika hindamiseks lüpsiseadmete kaupa üldist lineaarset mudelit kujul

$$Y_{ijklmno} = \mu + MS_i + P_j + CM_k + LM_l + MS*LM_{il} + B_m + F_n + \epsilon_{ijklmno}$$

- kus
- Y – uuritav tunnus / dependent variable;
 - μ – üldkeskmine / model intercept;
 - MS_i – lüpsiseade / milking system;
 - P_j – laktatsiooninumber / parity;
 - CM_k – poegimiskuu / calving month;
 - LM_l – laktatsioonikuu / lactation month;
 - $MS*LM_{il}$ – laktatsioonikuu ja lüpsiseadme koosmõju lactation month by milking system interaction;

- B_m – tõug / breed;
- F_n – farm;
- $\epsilon_{ijklmno}$ – juhuslik viga / random error.

Farmi mõju ülaltoodud mudelis käsitleti juhusliku ja kõigi ülejäänud faktorite mõjusid fikseeritud efektidena. Tulemused on esitatud ülejäänud faktorite mõjude ja andmete ebakorrapärase struktuuri suhtes korrigeeritud vähimruutkeskmistena.

Piima toodangu- ja kvaliteedinäitajate omavahelisi seoseid uuriti korrelatsioonanalüüsiga. Andmete analüüs teostati statistikapaketiga SAS 9.1 (SAS, 2003).

Somaatiliste rakkude arv (SRA) teisendati somaatiliste rakkude skooriks (SRS), et tagada selle väärtuste jaotumine vastavalt normaaljaotuse seaduspäradele, kasutades valemit $SRS = \log_2(SRA / 100\,000) + 3$.

Tulemused ja arutelu

Suurem lüpsikordade arv suurendab piimatoodangut lehma kohta. Suurim piimatoodang (30,1 kg) lehma kohta lüpsiti kolmekordse lüpsiga farmides, kusjuures kahekordse lüpsiga farmides toodeti keskmiselt 7,7 kg piima vähem (tabel 1). See tähendab, et kolmekordsel lüpsil saadi lehma kohta keskmiselt 34,4% piima rohkem kui kahekordsel, ületades kirjandusallikates toodu peaaegu kahekordselt. Näiteks Ipema ja Benders (1992), Smith jt (2002), McNamara jt (2008) ning Wall ja McFadden (2008) leidsid, et suurendades lüpsikordi kahelt kolmele, suureneb piimatoodang 14–15%. Sarnase tulemuse said ka Campos jt (1994)

märkides, et 305-päevase laktatsiooni kestel suurenes kolmekordsel lüpsil päevatoodang 17,3%. Kristensen (2004) aga hindas piimatoodangu tõusuks 3,5 kg kui lüpsikordade arv suureneb ööpäevas kahelt kolmele. Sama täheldasid oma uurimuses ka Hart jt (2013) ning järeldasid, et lehmad, keda lüpsiti kolm korda ööpäevas, andsid 2,9 kg enam piima kui kahekordsel lüpsil olnud. Allen jt (1986) võrdlesid lehmade esimese nelja laktatsiooni toodangu erinevust ja leidsid, et kolmekordsel lüpsil suurenes piimatoodang vastavalt 19, 13, 11 ja 13%. Bar-Peled jt (1995) järeldavad oma uurimistöös, et suur lüpsikordade arv juba laktatsiooniperioodi alguses suurendab piimatoodangut kogu lüpsiperioodil.

Table 1. Piimatoodangu ja kvaliteedinäitajate vähimruutkeskmised (standardviga) sõltuvalt lüpsikordade arvust ja -seadmest
Table 1. Least square means of milk production and quality traits (standard error) according to milking frequency and device

Lüpsiseade <i>Milking equipment</i>	Lehmade arv <i>No. of cows</i>	Piimaproovide arv <i>No. of milk samples</i>	Piimatoodang, kg <i>Milk yield, kg</i>	Rasv / Fat %		Valk / Protein %		SRS	
					g	g	g		
ALS	Robot 1	4553	26,3	4,39	1128	3,61	925	2,88	
	<i>se</i>		0,40	0,028	16	0,012	14	0,073	
	Robot 2	734	25,5	4,24	1016	3,53	875	3,66	
	<i>se</i>		0,44	0,033	17	0,014	15	0,086	
	Robot 3	3000	21 798	24,8	4,42	1049	3,63	879	3,49
	<i>se</i>			0,41	0,028	16	0,013	14	0,074
PLS	2x lüps <i>2x milking</i>	31 614	22,4	4,46	980	3,61	792	3,81	
	<i>se</i>		0,39	0,026	15	0,012	14	0,068	
	3x lüps <i>3x milking</i>	11 375	30,1	4,17	1224	3,45	1015	3,33	
	<i>se</i>		0,40	0,027	15	0,012	14	0,070	

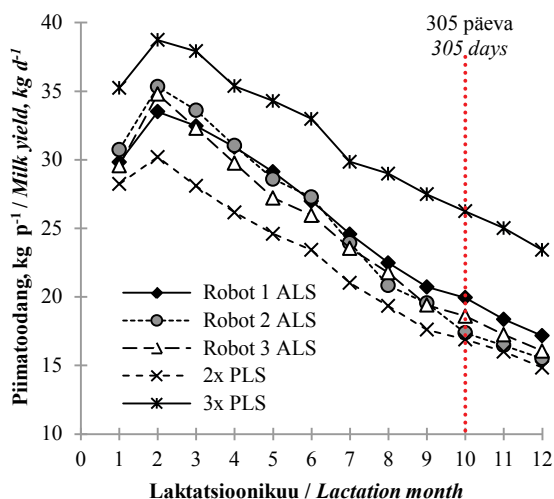
Robotlüpsiseadmega farmides on kirjandusallikate põhjal keskmiseks lüpsisageduseks kaks kuni kolm korda ööpäevas (Svennersten-Sjaunja *et al.*, 2000; Davis, Reinemann, 2002; Rasmussen, 2002; Shoshani, Chaffer, 2002; Wirtz *et al.*, 2002; Wagner-Storch, Palmer, 2003; Gyax *et al.*, 2007; Neijenhuis *et al.*, 2008; Løvendahl, 2011). Bach jt (2009) leidsid, et roboti vabatahtliku külastuse sagedus oli 1,7–2,2 ja sunniviisilise külastuse korral 2,4–2,5 korda ööpäevas. Castro jt (2012) märkisid oma töös, et oluliselt suurema lüpsisageduse ($2,69 \pm 0,28$) põhjuseks oli lehmade väike arv karjas, mis lubas lehmadel lüpsil käia tihedamini. Madsen jt (2010) aga said lüpsisageduseks 2,96, mis viitab sellele, et suurem lehmade läbilaskvus on ALSde puhul võimalik. Castro jt (2012) järeldavad, et piimatoodangut saab tõsta, kui lüpsita maksimaalselt lubatud arv lehma roboti kohta lüpsisagedusega 2,4–2,6 lüpsi lehma kohta päevas. Optimaalne lüpsisagedus, mis tagab piimatoodangu suurenemise ja ei mõju negatiivselt udara tervisele on 2,5–3 korda ööpäevas (Klungel *et al.*, 2000; Hogeveen *et al.*, 2001).

Antud uuringus jäi lehmade piimatoodang robotlüpsiga farmides (24,8–26,3 kg) kahe- ja kolmekordse platsilüpsiga farmide keskmise piimatoodangu vahele. Sarnase piimatoodangu ALS farmis said ka Castro jt (2012), kus ALSi Lely Astronaut kasutamisel saadi piimatoodanguks lehma kohta keskmiselt 28,5 kg.

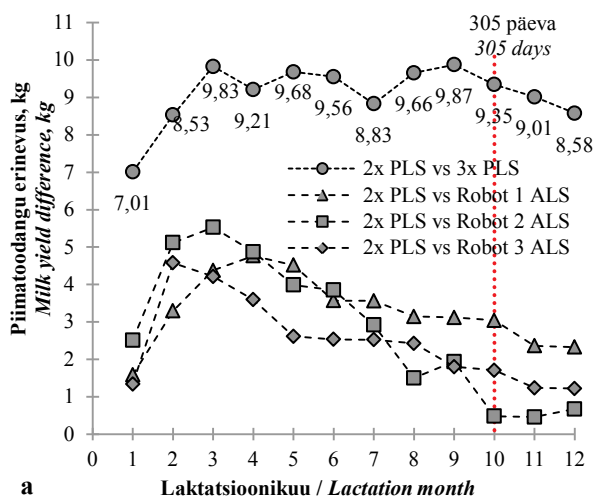
ALS farmides toodeti võrreldes kahekordse platsilüpsiga keskmiselt rohkem piima lehma kohta (Robot 1 – 3,9 kg; Robot 2 – 3,1 kg; Robot 3 – 2,4 kg). Wagner-Storch ja Palmer (2003) võrdlesid kalasaba lüpsiplatsi, kus oli kasutusel kahekordne lüps, ALS (Boumatic), mille lehmade keskmine lüpsisagedus oli 2,4 korda ööpäevas, ning leidsid, et robotlüpsil saadi veidi rohkem piima lehma kohta (26,4 vs 25,8 kg). Väikest erinevust põhjendasid nad sellega, et ALS osas olid ülekaalus esimese laktatsiooni lehmad, kelle piimatoodang oli madalam. Hinnates lüpsisageduse suurenemist statistilise mudeli abil, leidsid nad, et lüpsisageduse suurendamine robotlüpsil ühelt korralt kahele tõstab piimatoodangut 10 kg, kahelt kolmele 6,4 kg ja kolmelt neljale 3,2 kg. Ka Davis ja Reinemann (2002) leidsid, et piimatoodangu suurenemine lehma kohta robotlüpsil oli tagasihoidlik (0,6 kg), kuid siiski statistiliselt oluline.

Piimatoodangud robotlüpsi kasutatavates farmides olid sarnased. Robot 1 ALSga farmides lüpsid lehmad keskmiselt 1,5 kg piima enam kui Robot 3 robotseadet kasutades, Robot 2 robotitega lüpsitud keskmine piimatoodang lehma kohta jäi eelnimetatud seadmete tulemuste vahele.

Piimatoodang suurenes kuni teise laktatsioonikuuni kõigis erinevate lüpsiviisidega farmides ning hakkas seejärel langema (joonis 3).



Joonis 3. Piimatoodangu vähimruutkeskmised laktatsioonikuuti
Figure 3. Monthly least square means of milk yields

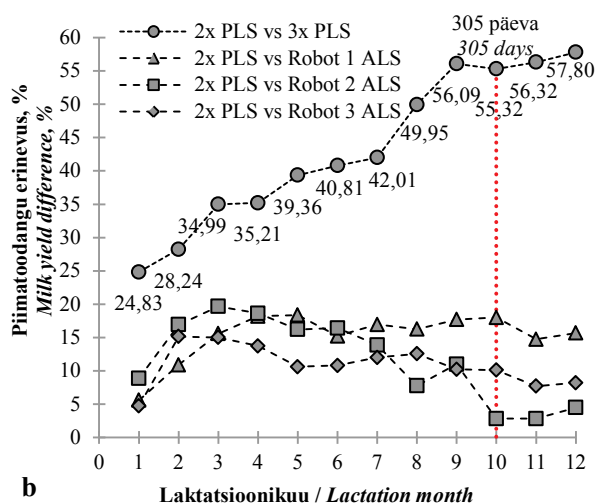


Joonis 4. Lehmade piimatoodangu erinevused (a – kogus ja b – osakaal) kolmekordse platsi- ja robotlüksiga farmides võrreldes kahekordse platsilüpsiga farmidega

Figure 4. Difference between the milk yield of cows (a – volume and b – percentage) on the farms milking three times a day (conventional and robotic milking systems) and two times a day (conventional system)

Kuna ALS farmides vähenes lehmade piimatoodang laktatsioonikuude lõikes kiiremini kui kahekordse lüpsiga farmides (joonised 3 ja 4a), siis vähenes laktatsiooni kestel tasapisi ka piimatoodangu suhteline erinevus ALS farmides ja kahekordse lüpsiga farmides, jäädes siiski erinevate laktatsioonikuude ja lüpsiseadmete lõikes vahemikku 2,83–19,68% (joonis 4b). Piimatoodangu erinevus võrreldes kahekordset platsilüpsiga kasutatavate farmide lehmadega suurenes olenevalt ALSst kuni kolmanda või neljanda laktatsioonikuuni. Neljandast kuni kümnenda laktatsioonikuuni oli Robot 1 ALS farmides lehmade suhteline piimatoodangu erinevus võrreldes kahekordse platsilüpsiga stabiilne, jäädes 15,2–18,4% piiresse. Kõige suurem piimatoodangu erinevuse kõikumine võrreldes kahekordse platsilüpsiga oli Robot 2 lüpsirobotit kasutatavates farmides. Laktatsiooni esimestel kuudel oli piimatoodangu suhteline erinevus kahekordsest platsilüpsiga

Keskmine piimatoodangu erinevus kahe- ja kolmekordset platsilüpsiga kasutatavates farmides suurenes kuni kolmanda laktatsioonikuuni (7,0–9,8 kg; joonis 4a) ning stabiliseerus siis, jäädes kuni üheksanda laktatsioonikuuni 8,8–9,9 kg piiresse. Alates kümnendast laktatsioonikuust hakkas keskmine piimatoodangu erinevus lüpsiseadmete vahel vähenema. Kuna piimatoodang laktatsiooni kestel vähenes, kuid piimatoodangu vahe kahe- ja kolmekordset lüpsil jäi muutumatuks, siis suurenes piimatoodangu suhteline erinevus (joonis 4b). Seega oli kolmekordset platsilüpsiga piimatoodang esimesel kolmel kuul 24,8–35,0% ja laktatsiooni keskel 35,2–42,0% suurem kui kahekordset lüpsil (joonis 4b). Laktatsiooniperioodi lõppedes aga lüpsiti kolmekordset lüpsil juba üle 50% piima rohkem kui kahekordset lüpsil.

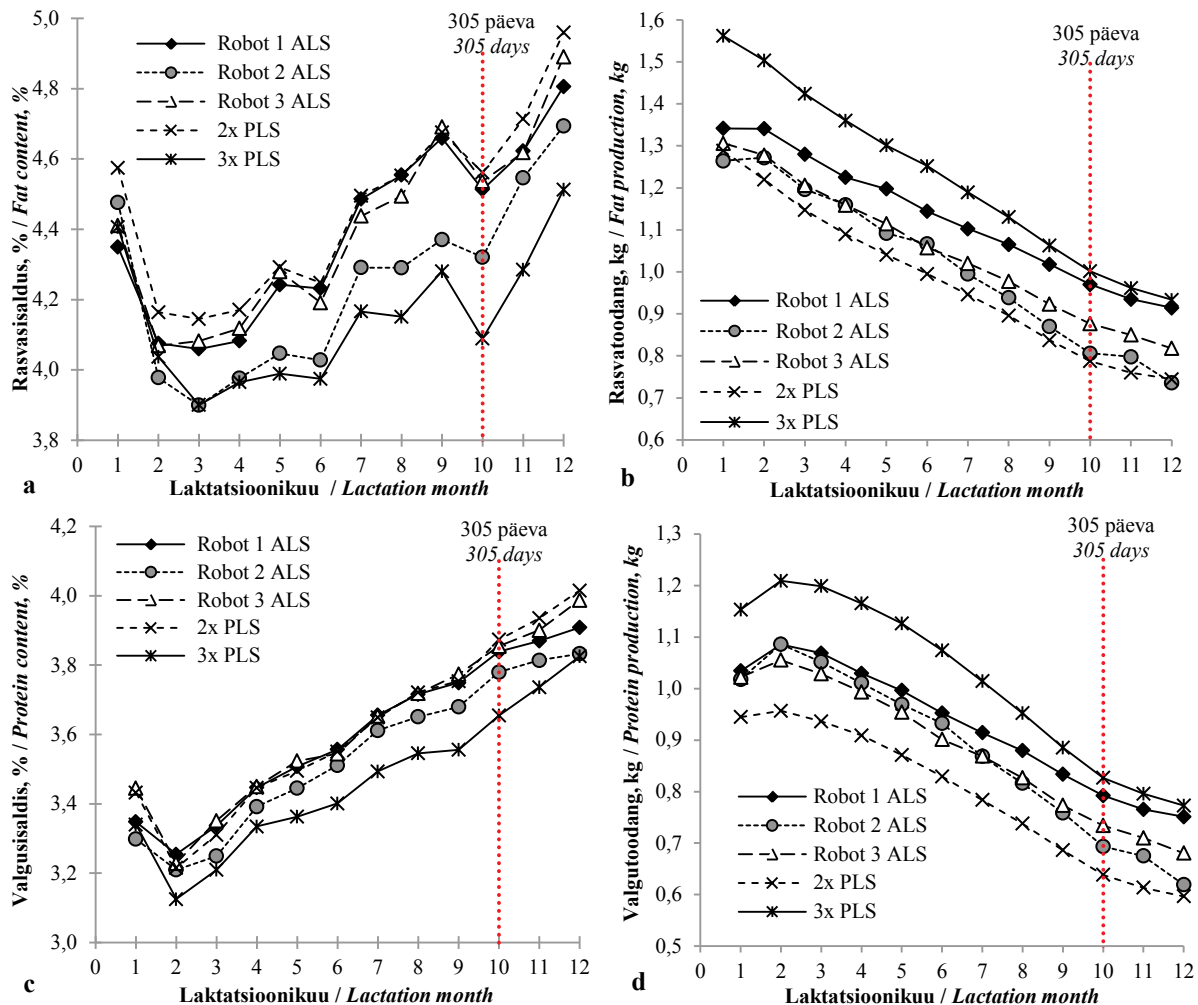


lüksist kõige suurem (8,9–19,7%) võrreldes teiste ALSga. Seejärel aga piimatoodangu erinevus langes järsult ja oli võrreldes teiste ALSga madalaim.

Suurem piimatoodang põhjustas piima rasva- ($r = -0,36$) ja valgusisalduse ($r = -0,42$) langust (joonis 5) lahjenemise efekti tõttu. Suurim keskmine piima rasvasisaldus oli kahekordse lüpsiga karjade lehmadel (4,46%), kusjuures kolmekordse lüpsiga farmides oli see 0,29% väiksem (tabel 1). Samas tootsid kolm korda lüpsitavad lehmad 244 g rohkem piima rasva kui kaks korda lüpsitavad lehmad. Robotlüksiga farmide lehmade piima rasvasisaldus ja -toodang jäid kahe- ja kolmekordse platsilüpsiga farmide näitajate vahele. Robot 1 VMS ja Robot 3 ALS kasutatavate farmide lehmade keskmine piima rasvasisaldus (vastavalt 4,39% ja 4,42%) oli enam sarnane kahekordse lüpsiga farmide tulemusele, kuid Robot 2 ALS-ga farmides (4,24%) oli see näitaja sarnane kolmekordset lüpsiga

kasutavatele farmidele. Ka Klungel jt (2000) ning Shoshani ja Chaffer (2002) järeldasid oma töödes, et suurema piimatoodangu tõttu oli piima rasvasisaldus ALS puhul madalam kui kahekordse PLS korral. Seevastu Nogalski jt (2011) leidsid, et ALS lüpsitud piima

rasvasisaldus (4,08%) oli oluliselt suurem kui kahekordse PLS (3,97%) kasutamisel. Selle põhjuseks võis olla sarnane piimatoodang mõlema lüpsiseadmega lüpsimisel.



Joonis 5. Piima rasva- ja valgusisalduse (a ja c) ning -toodangu (b ja d) vähimruutkeskmised laktatsioonikuuti
Figure 5. Monthly least square means of milk fat and protein content (a and c) and yield (b and d)

Robot 1 ja Robot 3 ALS farmide lehmade piima valgusisaldus (vastavalt 3,61% ja 3,63%) sarnanes enam kahekordset lüpsiga farmide tulemusle (3,61%). Robot 2 robotiga farmides oli piima valgusisaldus kahekordse lüpsiga farmide tulemusest 0,08% väiksem ning kolmekordse lüpsiga farmide tulemusest samapalju suurem. Nogalski jt (2011) leidsid piima valgusisalduseks 3,47% kahekordset PLS kasutatavates ja 3,43% ALS farmides ($p < 0,05$).

Pärast teist laktatsioonikuud oli piima rasvasisaldus oluliselt madalam kolmekordse platsilüpsi ja Robot 2 robotlüpsi kasutatavate farmide lehmadel (joonis 5a). Veidi madalam piima valgusisaldus leiti samuti kolmekordse platsilüpsi ja Robot 2 robotlüpsi kasutatavate farmide lehmadel (joonis 5c). Samas peab märkima, et piima rasva- ja valgutoodang osutus kõrgemaks kolmekordse PLS farmides, olles 21,3–27,2% suurem kui kahekordsel lüpsil (joonised 5b ja 5d).

ALS farmide lehmade piima rasva- ja valgutoodang jäi aga kahe- ja kolmekordse PLS farmide tulemuste vahele, olles mõlema näitaja puhul kõrgem Robot 1 ALS kasutatavates farmides.

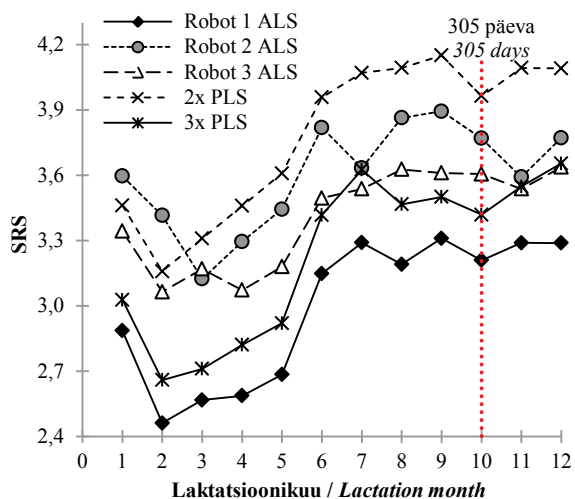
Lüpsisageduse mõju kohta piima koostisele on saadud erinevaid tulemusi. Allen jt (1986) leidsid, et kolmekordisel lüpsil oli piima rasvasisaldus veidi väiksem kui kahekordsel ning Amos jt (1985) ning DePeters jt (1985) näitasid, et lüpsisagedus ei mõjuta piima koostist. Seevastu Sapru jt (1997) ning Smith jt (2002) järeldavad oma uurimistöös, et lehmade, keda lüpsiti kolm korda ööpäevas, piima rasva- ja valgusisaldus oli märkimisväärselt madalam, kui kahekordse lüpsi kasutamisel. Szuchts jt (1986) leidsid, et kolmekordsel lüpsil oli keskmine piima rasvasisaldus 3,6% ja kahekordsel 3,8%, kusjuures see erinevus osutus statistiliselt oluliseks. Käesolevas töös leiti, et rasva- kui ka valgusisalduse erinevus kahe- ja kolme-

kordsel lüpsil lüpsitud piimas hakkas suurenema pärast teist laktatsioonikuud. Sarnaselt eelpool toodud kirjandusallikatele leiti väiksem piima rasva- ja valgusisaldus kolmekordsel lüpsil.

Pikem intervall lüpsikordade vahel jätab bakteritel rohkem aega paljuneda, samas suurema lüpsisageduse korral eemaldatakse bakterid udarast sagedamini. Rasmussen jt (2001a,b) märgivad, et robotlüpsi rakendamisel farmides on võimalik suurendada lüpsikordade arvu ööpäevas, mille tulemusena väheneb haigustekitajate kahjustav toime nende piimaga sagedasema väljutamise tulemusena. Samas rõhutavad nad, et lüpsikordade arvu suurenemisel on nisakanalid ööpäevas kauem avatud. Robotlüpsi eelena toovad Rasmussen jt (2001a,b) välja ka udaraveerandite individuaalset lüpsmist, mis mõjutab positiivselt udara tervist ja nisade olukorda.

Käesolevas uurimuses oli keskmine SRS suurem (3,81) kahekordse platsilüpsi kasutamisel, lüpsikordade arvu suurenemisel ühe võrra alanes SRS 0,48 võrra (tabel 1). Robotlüpsi kasutatavatest farmidest oli piima SRS madalaim (2,88) lehmadel, keda lüpsiti Robot 1 ALSga, ja kõrgeim (3,66) Robot 2 robotlüpsi korral. Ebakorrapäraseid lüpsiajaid robotlüpsiga farmides ei põhjastanud piima kõrgemat SRS võrreldes korrapärase lüpsiaegadega platsilüpsiga farmides.

SRS vähenes järsult pärast esimest laktatsioonikuud, tõusis seejärel järjest kiirendavalt kuuenda-seitsmenda laktatsioonikuuni ning jäi sealt edasi stabiilseks kõigi lüpsiseadmete korral (joonis 6). Kruip jt (2002) märgivad, et kõrgem SRA esimesel laktatsioonikuul on põhjustatud normaalsetest füsioloogilistest protsessidest poegimisjärgsel perioodil ega viita tingimata mastiidi ohule.



Joonis 6. Piima somaatiliste rakkude skoori vähimruutkeskmised laktatsioonikuude lõikes

Figure 6. Monthly least square means of the milk somatic cell score

Smith jt (2002) ning Dahl jt (2004) leidsid oma töedes, et suurendades lüpsikordade arvu ööpäevas, väheneb piima SRS, kusjuures SRS vähenemine leidis aset kogu laktatsiooniperioodil. Dahl jt (2004) võrdle-

sid oma uurimuses kolme- ja kuuekordset lüpsi ning leidsid, et kuuekordsel lüpsil oli piima SRS madalam juba 21. laktatsioonipäeval ning püsis sellel tasemel kogu laktatsiooniperioodi. Nende tulemustest selgus, et kuuekordset lüpsi kasutades oli karjas lehmi, kelle SRA oli üle 200 000, ainult 9% võrreldes kolmekordse lüpsiga karjas, kus suurenenud SRAga lehmade osakaal oli 28%. Hogeveen jt (2001) ja Leal (2012) täheldasid oma uurimustes, et lüpsikordade suurendamisel kahelt kolmele väheneb piima SRA ja samuti paranes ka lehmade udara tervis. Klei jt (1997) leidsid, et SRA piimas oli kolmekordsel lüpsil võrreldes kahekordse lüpsiga väiksem kõigil laktatsiooni järkudel (<99, 100–199 ja 200–299 päeva). Allen jt (1986) said oma töös aga vastuolulisi tulemusi, kus kalifornia mastiidi testi väärtus oli suurem kui 1.–3. laktatsiooni lehmi lüpsiti kolm korda võrreldes samade lehmadega kahekordsel lüpsil. Samas neljanda ja hilisema laktatsiooni lehmadel oli testi väärtus kolmekordsel lüpsil oluliselt väiksem. Köhn jt (2007) leidsid nõrga negatiivse seose SRA ja lüpsisageduse vahel kümnes ALSga farmis. Võrreldes kahekordset platsilüpsi ALSga, ei leidnud Nogalski jt (2011) piima SRA erinevust esimesel laktatsioonikuul. Teisel ja kolmandal laktatsioonikuul aga langes piima SRA ALS puhul oluliselt enam võrreldes PLS-ga. Nogalski jt (2011) väidavad, et lüpsiseadmel on oluline mõju udara tervisele kuna 75,7% ALS lüpsitud lehmade piima SRA jäi alla 200 000, samas kui PLS puhul oli see 50,1%.

Hoolimata piimatoodangu ja kvaliteedinäitajate keskmiste väärtuste erinevusest lüpsiseadmete ja -sageduste vahel olid toodangu- ja kvaliteedinäitajate omavahelised seosed sarnased – piima-, rasva- ja valgutoodangu vahel oli tugev positiivne seos (korrelatsioonikordajate väärtused erinevate tunnuste paaride ja lüpsisageduste korral jäid vahemikku 0,72 kuni 0,97), keskmise tugevusega negatiivne seos leiti piimatoodangu ning piima rasva- ja valgusisalduse vahel ($r = -0,32 \dots -0,52$) ning nõrk negatiivne seos SRS ja piima-, rasva- ja valgutoodangu vahel ($r = -0,09 \dots -0,29$) ja nõrk positiivne seos SRS ja piima rasva- ja valgusisalduse vahel ($r = 0,13 \dots 0,24$). Korrelatsioonid rasvatoodangu ja rasvasisalduse vahel olid nõrgad ja positiivsed ($r = 0,01 \dots 0,35$) ning valgutoodangu ja valgusisalduse vahel nõrgad ja negatiivsed ($r = -0,10 \dots -0,24$).

Järeldused

Nii kirjanduse kui ka antud töö tulemusena joonistub välja piimatoodangu, selle koostisosade ja udara tervise positiivne trend suurema lüpsisagedusega farmides. Suurema lüpsisagedusega farmides oli oluliselt suurem lehmade keskmine piimatoodang. Teiseks suurema lüpsikorra positiivseks aspektiks oli madalam SRS, kuid negatiivseks piima rasva- ja valgusisalduse alandamine, samas aga suurenes piima rasva- ja valgutoodang.

Piimatoodangu ja kvaliteedinäitajate muutused laktatsioonikuude lõikes olid sarnased nii ALS kui ka PLS farmides. Piimatoodang vähenes laktatsioonikuude lõikes ühtlaselt, kusjuures kõige järsem langus leidis aset kuuendal laktatsioonikuul, mil suurenes

oluliselt ka SRS. Samas ebakorrapärased lüpsiajad ei põhjustanud SRS suurenemist ALS farmides, võrreldes PLS farmidega.

Tuginedes kirjandusallikatele ja antud uurimusele võib väita, et suuremal lüpsikordade arvul või ALS kasutusel pole negatiivset mõju piimatoodangule ja piima koostisele.

Tänuavaldused

Projekti on toetanud Euroopa Liidu Euroopa Regionaalarengu Fond Tehnoloogia Arenduskeskuste Programmi raames. Uurimistöö on läbi viidud OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiaste Arenduskeskuse poolt projektide EU30002 ning Haridus- ja Teadusministeeriumi institutsionaalse uurimistoetuse IUT8-1 raames. Täname Jõudluskontrolli Keskust käesoleva uurimistöö läbiviimiseks vajalike andmete eest.

Kasutatud kirjandus

- Allen, D.B., DePeters, E.J., Laben, R.C. 1986. Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. – *J. Dairy Sci.*, 69, p. 1441–1446.
- Amos, H.E., Kiser T., Loewenstein, M. 1985. Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. – *J. Dairy Sci.*, 68, p. 732–739.
- Artmann, R. 2004. System capacity of single box ALS and effect on the milk performance. In: *Proc. Automatic Milking – A Better Understanding*. Lelystad, the Netherlands. – Wageningen Acad. Publ., Wageningen, the Netherlands, p. 474–475.
- Bach, A., Busto, I. 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. – *J. Dairy Res.*, 72, p. 101–106.
- Bach, A., Devant, M., Igleasias, C., Ferrer, A. 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. – *J. Dairy Sci.*, 92, p. 1272–1280.
- Bar-Peled, U., Maltz, I., Bruckental, Y., Folman, Y., Kali, H., Gacitua, A.R., Lehrer, C.H., Knight, C.H., Robinson, B., Voet, H. 1995. Relationship between frequent milking or sucking in early lactation and milk production of high producing dairy cows. – *J. Dairy Sci.*, 78, p. 2726–2736.
- Baines, J. 2002. Managing the change to a robotic milking system. – *The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Kanada, 3, p. 9–17.
- Barnes, M.A., Pearson, R.E., Lukes-Wilson, A.J. 1990. Effects of milking frequency and selection for milk yield on productive efficiency of Holstein cows. – *J. Dairy Sci.*, 73, p. 1603–1611.
- Campos, M.S., Wilcox, C.J., Head, H.H., Webb, D.W., Hayden, J. 1994. Effects on production of milking three times daily on first lactation Holsteins and Jerseys in Florida. – *J. Dairy Sci.*, 77, p. 770–773.
- Castro, A., Pereira, J.M., Amiama, C. Bueno, J. 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. – *J. Dairy Sci.*, 95, p. 929–936.
- Dahl, G.E., Wallance, R.L., Shanks, R.D., Lucking, D. 2004. Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. – *J. Dairy Sci.*, 87, p. 882–885.
- Davis, M.A., Reinemann, D.J. 2002. Evaluation of milking performance of cows milked with a conventional parlor compared to an automatic milking system. – *ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress*, 8 pp.
- de Koning, K., Ouweltjes, W. 2000. Maximising the milking capacity of an automatic milking system. – *Robotic Milking, Proc. Int. Symp.*, Lelystad, Holland, p. 38–46.
- de Koning, K., Rodenburg, J. 2004. Automatic Milking: State of the art in Europe and North America. In: *Proc. Automatic Milking – A Better Understanding*. Lelystad, the Netherlands. – Wageningen Acad. Publ., Wageningen, the Netherlands, p. 27–37.
- de Koning, C.J.A.M., van der Vorst, Y., Meijering, A. 2002. Automatic milking experience and development in Europe. – *Proceedings of The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Kanada, 1, p. 1–11.
- DePeters, E.J., Smith, N.E., Acedo-Rico, J. 1985. Three or two times daily milking of older cows and first lactation cows for entire lactations. – *J. Dairy Sci.*, 68, p. 123–132.
- Erdman, R.A., Varner, M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. – *J. Dairy Sci.*, 78, p. 1199–1203.
- Gygax, L., Neuffer, I., Kaufmann, C., Hauser, R., Wechsler, B. 2007. Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors. – *J. Dairy Sci.*, 90, p. 4265–4274.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., Koning, C.J.A.M., Stelwagen, K. 2001. Milking interval, milk production and flow-rate in an automatic milking system. – *Livest. Prod. Sci.*, 2, p. 157–167.
- Ipema, A.H., Benders, E. 1992. Production, duration of machine-milking and teat quality of dairy cows milked 2, 3 or 4 times daily with variable intervals. – *The Proc. of the Int. Symp. on Prospects for Automatic Milking*, Wageningen, Holland, 65, p. 244–252.
- Hart, K.D., McBride, B.W., Duffield, T.F., DeVries, T.J. 2013. Effect of milking frequency on the behavior and productivity of lactating dairy cows. – *J. Dairy Sci.*, 96, p. 1–13.
- Klei, L.R., Lynch, J.M., Barbano, D.M., Oltenacu, P.A., Lednor, A.J., Bander, D.K. 1997. Influence of milking three times a day on milk quality. – *J. Dairy Sci.*, 80, p. 427–436.
- Klungel, G.H., Slaghuis, B., Hogeveen, H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. – *J. Dairy Sci.*, 83, p. 1998–2003.

- Kremer, J.H., Ordolff, D. 1992. Experiences with continuous robot milking with regard to milk yield, milk composition and behavior of cows. – Proc. Int. Symp. on Prospects for Automatic Milking. Wageningen, Holland, p. 253–260.
- Kristensen, T. 2004. Feeding in Relation to ALS. Landbrugsinfo. [http://www.lr.dk/kvaeg/informations serier /kvaegforsk/1413.htm](http://www.lr.dk/kvaeg/informations%20serier/kvaegforsk/1413.htm)
- Kruip, T.A.M., Morice, H., Robert, M., Oweltjes, W. 2002. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. – J. Dairy Sci., 85, p. 2576–2581.
- Köhn, F., König, S., Gauly, M. 2007. Influence of milk production traits and genetic effects on milking frequency in automatic milking system. – Züchtungskunde, 79, p. 287–297.
- Leal, J. 2012. 2x Compared to 3x Milking Frequency in a California Dairy Herd. California Polytechnic State University. 32 pp. <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1055&context=dscisp> [16.11.2013]
- Løvendahl, P., Chagunda, M.G. 2011. Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. – J. Dairy Sci., 94, p. 5381–5392.
- McNamara, S., Murphy, J.J., O'Mara, F.P., Rath, M., Mee, J.F. 2008. Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows. – Livest. Sci., 117, p. 70–78.
- Morita, S., Nirasawa, E., Sugita, S., Hoshiya, S., Tokida, M., Hirayama, H., Uetake, K. 2000. Cow behavior and working time of a stockperson in a free-stall barn with an automatic milking-feeding system. – Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp., Lelystad, Holland, 188 pp.
- Neijenhuis, F., Heinen, J.W.G., Hogeveen, H. 2008. Research protocol on risk factors for udder health on automatic milking farms. In: Mastitis Control: From Science to Practice (ed. T.J.G.M. Lam) – Proc. of Int. Conf. Wageningen Academic Publishers, p. 369.
- Nogalski, Z., Czerpak, K., Pogorzelska, P. 2011. Effect of automatic and conventional milking on somatic cell count and lactation traits in primiparous cows. – Ann. Anim. Sci., 11, p. 433–441.
- Olofsson, J., Pettersson, G., Wiktorsson, H. 2000. Feeding behaviour in an automatic milking system. – Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp., Lelystad, Holland, p. 89.
- Ordolff, D., Artmann, R. 2000. Surface temperatures of udder and teats in conventional and automatic milking systems. – Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp., Lelystad, Holland, p. 301–302.
- Speroni, M., Pirlo, G., Lolli, S. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. – J. Dairy Sci., 89, p. 4687–4693.
- Rasmussen, M.D., Blom, J.Y., Nielsen, L.A.H., Justesen, P. 2001a. The impact of automatic milking on udder health. – Proc. of the 2nd Int. Symp. on Mastitis and Milk Quality, Vancouver, Kanada, p. 397–400.
- Rasmussen, M.D., Blom, J.Y., Nielsen, L.A.H., Justesen, P. 2001b. Udder health of cows milked automatically. – Livest. Prod. Sci., 72, p. 147–156.
- Rasmussen, M.D. 2002. Defining acceptable milk quality at time of milking. – The First North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Kanada, p. 9–17.
- Ravagnolo, O., Misztal, I. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. – J. Dairy Sci., 83, p. 2126–2130.
- Rotz, C.A., Coiner, C.U., Soder, K.J. 2003. Automatic Milking System, Farm Size and Milk Production. – J. Dairy Sci., 86, p. 4167–4177.
- Sapru, A.D.M., Barbano, D.M., Yun, J.J., Klei, L.R., Oltenacu, P.A., Bandler, D.K. 1997. Cheddar cheese: Influence of milking frequency and stage of lactation on composition and yield. – J. Dairy Sci., 80, p. 437–446.
- SAS. 2003. SAS OnlineDoc V9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. <http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/index.html> [21.11.2013]
- Sawa, A., Piwczyński, D. 2003. Frequency of the occurrence of cows with low somatic cell levels in milk during full lactation. – Med. Wet. 59, p. 630–633.
- Shoshani, E., Chaffer, M. 2002. Robotic milking: a report of a field trial in Israel. – Proc. of The First North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Kanada, 3, p. 56–63.
- Smith, J.W., Ely, L.O., Graves, W.M., Gilson, W.D. 2002. Effect of milking frequency on DHI performance measures. – J. Dairy Sci., 85, p. 3526–3533.
- Szuchs, E., Acs, I., Ugri, K., Sas, M., Torok, I., Fodor, E. 1986. Milking three times a day in a herd with high milk yields. – Dairy Sci. Abstr., 48, p. 360.
- Svennersten-Sjaunja, K., Berglund, I., Pettersson, G. 2000. The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. – Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp. Lelystad, Holland, p. 277–288.
- Varner, M., Hale, S., Capuco, T., Sanders, A., Erdman, R. 2002. Increasing Milking Frequency. – 20th Western Canadian Dairy Seminar Proc, p. 265–271.
- Wagner-Storch A.M., Palmer, R.W. 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. – J. Dairy Sci., 86, p. 1494–1502.
- Wall, E.H., McFadden, T.B. 2008. Use it or lose it: enhancing milk production efficiency by frequent milking of dairy cows. – J. Anim. Sci., 86, p. 27–36.
- Wendl, G., Harms, J., Schon, H. 2000. Analysis of milking behaviour on automatic milking. – Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp., Lelystad, Holland, p. 143–151.
- Wirtz, N., Oechtering, K., Tholen, E., Trappmann, W. 2002. Comparison of an automatic milking system to a conventional milking parlor. – Proc. of The First North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Kanada, 3, p. 50–55.

The yield and quality of milk on the farms using twice a day conventional milking in comparison with the farms using three times a day conventional and automatic milking systems

Heli Kiiman^{1,2}, Alo Tänavots^{1,2}, Tanel Kaart^{1,2}

¹ Estonian University of Life Sciences,

Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,

F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia

² Bio-Competence Centre of Healthy Dairy Products LLC,
Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu, Estonia

Summary

The objective of this study was to compare milk parameters during lactation on the farms with automatic (ALS) and conventional milking systems (PLS). As of January 2013, 184 automatic milking systems (ALS) had been installed on 46 farms in Estonia.

A total of 345,664 test-day records of 51,276 cows from 102 enterprises were obtained from the Estonian Animal Recording Centre for January to December 2012. The variables measured monthly were as follows: milk yield, fat and protein content, and somatic cell score (SRS). ALS was used in 34 cowsheds (DeLaval VMS – 20, Lely Astronaut – 11, Insentec Galaxy-Starline – 3), and PLS in 100 cowsheds (2x milking – 81, 3x milking – 19). The GLM considering the fixed effects of the milking system, breed, parity, calving month, and random effect of farm, was fitted for each lactation month and variable (SAS 9.1).

The highest milk yield per cow (30.1 kg) was obtained on 3x PLS farms, whereas on 2x PLS farms the milk yield was by 7.7 kg lower. According to literature, milking frequency on ALS farms varies from 2x to 2.5x, therefore the milk yield on the farms using ALS (24.8–26.3 kg) was similar to that on PLS farms. On Robot 1 ALS farms the milk yield per cow was by 1.5 kg higher compared to Robot 3 ALS farms (24.8 kg). Milk yield increased until the second month of lactation on all the farms, and decreased subsequently. Difference in milk yield between 2x and 3x PLS

increased until the third month of lactation, being 8.8–9.9 kg higher in 3x PLS until the ninth month of lactation, and decreased subsequently (8.6–9.4 kg). All ALS farms showed more uniform results, whereas milk yield after the fifth month of lactation was similar to that obtained on 2x PLS farms. Higher milk yield resulted in lower milk fat ($r = -0.36$) and milk protein ($r = -0.42$) content. After the second month of lactation, milk fat content was considerably lower on 3x PLS and Robot 2 ALS farms. Lower milk protein content was found on 3x PLS and Robot 2 ALS farms. Longer milking intervals provide bacteria the time to propagate, while increased milking frequency removes bacteria from the udder more often. The highest SRS (3.81) was found in milk obtained from 2x PLS, but increased milking frequency decreased SRS by 0.48. SRS was the lowest (2.88) in the milk obtained on Robot 1 ALS farms, and the highest on Robot 2 (3.66) ALS farms. Irregular milking on ALS farms did not cause higher SRS, compared to PLS. SRS decreased during the first two months of lactation, showed subsequent modest increase until the fifth month of lactation, then increased considerably, and ultimately remained rather stable in all milking systems.

The milk yields were higher on the farms with increased milking frequency. Another positive aspect of more frequent milking is lower SRS, while decreased milk fat and milk protein content appear as negative features. In this respect, ALS and PLS farms showed similar trends. Decrease in milk yield was linear throughout the months of lactation, while the most remarkable change occurred in the sixth month of lactation, where SRS increased considerably.

Acknowledgements. The project has been supported by the EU European Regional Development Fund for Technology Development Centres program. The study was implemented by the Bio-Competence Centre of Healthy Dairy Products LLC within the project EU30002 and by Estonian Ministry of Education and Research within institutional grant IUT8-1. We would like to express gratitude to the Estonian Animal Recording Centre.



SUVINISU TERASAAK JA KVALITEET OLENEVALT KASVUKOHAPÕHISEST VÄETAMISEST

SPRING WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY DEPENDING ON SITE-BASED FERTILIZING

Jaan Kuht, Toomas Tõrra, Jaanus Kilgi, Arvo Makke

Eesti Maaülikool, F.R. Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu

Saabunud: 2.12.2013
Received:
Aktsepteeritud: 10.12.2013
Accepted:
Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online:
Vastutav autor Jaan Kuht
Corresponding author
e-mail: jaan.kuht@emu.ee

Keywords: spring wheat, grain quality, soil agrochemical properties, fertilizing.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_kuht.pdf

ABSTRACT. In 2011 the experiment with spring wheat 'Manu' was carried out on the experimental field of the Estonian University of Life Sciences. The experiment was carried out in the soils with different content of organic carbon (C_{org}): background A with higher C_{org} content $> 1.7\%$ and background B with lower C_{org} content $\leq 1.7\%$. Four fertilizing treatment were used: 1) unfertilized, control (K); 2) conventional fertilizing (T), where all amounts of mineral fertilizers (N120P52K100) were applied before sowing; the amount of fertilizer was supposed to ensure the grain yield level of 4 t ha^{-1} ; 3) application of fertilizers according to the soil information (MI) – all amounts of mineral fertilizers (NPK) were applied before sowing; the amounts of mineral fertilizers were adjusted according to the nutrient content of the soil; 4) application of fertilizers according to the soil and plant information (MILV) – mineral fertilizers applied firstly as in MI treatment and additionally at plant development stage BBCH4 the foliar fertilizer added according to the plant nutrition level (determined by chlorophyll meter). Grain yield levels of different backgrounds (A and B) differed in site based fertilization treatments (MI and MILV) less than in control and conventional treatments (26.7 and 19.4% versus 47.4 and 45.5%, respectively). Despite the fact that the amounts of fertilizers were in MI treatment up to one third smaller than of conventional treatment T, the majority values of grains quality of these treatments were statistically the same.

© 2013 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2013 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Tänapäeva tehnoloogia arengutase võimaldab saada taimekasvatases suuri saake tekitamata sealjuures olulist kahju keskkonnale. Täppisväetamine on üks keskkonnasäästlikest võimalustest ja on üheks tähtsaks osaks täppisviljelusest. Väetisi antakse põllu piires erinevalt, lähtudes mullas olevatest toiteelementidest. Peamiseks eesmärgiks on saavutada väetiste maksimaalne kasutusefektiivsus (Guo *et al.*, 2010). Täppisviljeluse positiivseteks tulemiteks on majanduslik efekt suurema saagi või väiksemate kulutuste tõttu; vähenev keskkonnareostuse oht tänu täpsemalt jaotatud väetise- ja kemikaalikoostele ja ka parem ülevaade põldudest (Godwin *et al.*, 2003; Tamm, Võsa, 2006). Täppisväetamisel antakse väetisi põllu piires

erinevalt lähtudes infost kasvukoha mulla toiteelementide sisalduse kohta või taimede toitumise olukorrast nende kasvuajal. Täppisväetamisega saab väetisi kasutada efektiivsemalt, tõsta saagikusi ja tasakaalustada põllumullas paiknevate toitainete koguseid (Yu *et al.*, 2010).

Peamiseks eesmärgiks on saavutada väetiste optimaalne kasutus kogu põllu piires. Selleks on vaja mullaanalüüside ja/või taimkatte kasvuaegse lämmastiktootumuse määramise kaudu saadud põllu erinevate osade väetisetarbe andmed siduda töömasinate pardarvutitega. Traktoritel peavad olema Globaalse Satelliitnavigatsiooni Süsteemi e GNSS (GPS, EGNOS, GALILEO, vms) kohtmäärangu signaalide vastuvõtu aparaadid ning automaatroolimist ja paralleelsõitu võimaldavad lisaseadmed. Väetusmasinad varusta-

takse arvuti poolt juhitavate ja tööprotsessi käigus väetise laotusnormi muutvate mehhanismidega.

Toiteelementide lehtede kaudu andmine taimede maksimumtarbe perioodil võimaldab operatiivselt üle saada kriitilisest hetkest, parandab lämmastiku osalemist ainevahetusprotsessides, väldib saagikadu ning kvaliteedilangust. Samuti paraneb teiste toiteelementide kasutamise efektiivsus ning väheneb lämmastiku väljaleostumise oht (Järvan, 2006). Väetamisest oleneb nii saagi suurus kui kvaliteet. Kvaliteetse toidunisu tootmist mõjutavad paljud tegurid, olulisemad on neist agrokliimaatilised tingimused (ilmastik, kasvukoha mullastik), kasutatud agrotehnoloogia, sordi valik, lamandamine ja taimehaiguste esinemine. Kvaliteedinäitajad on suuresti sõltuvad sordist, teiste tegurite mõju võib ulatuda ~30%. Tootja ei saa mõjutada ilmastikku, seetõttu tuleb arvestada kõiki nisukasvatavast sõltuvaid tegureid nagu väetamine, kasvukoha valik, taimekaitse (Ilumäe, 2005). Ingver *et al.* (2012) andmetel on nisu kvaliteedinäitajate juures olulisemad näitajad niiskusesisaldus, mahumass, proteiini ja kleepvalgu sisaldus ning langemisarv.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada suvinisu 'Manu' terasaagi ja kvaliteedinäitajate muutusi sõltuvalt kasvukohapõhisest väetamisest.

Materjal ja meetodika

Käesolev uurimistöö põhineb põldkatsetel, mis viidi läbi 2011. aastal Eesti Maaülikooli katsepõllul Eerikal. Katse rajati näivleetunud mullale.

Katsekultuurina külvati 2011. aasta kevadel Eerika katsepõllule suvinisu 'Manu', külvitihedusega 550 idanevat seemet m⁻². 'Manu' on Soome päritoluga suvinisu sort, mis on Eestis sordilehele kantud 1994. aastal. Tema saagikus on keskmine kuni kõrge. Sordile on omane väga kõrge proteiini ja kleepvalgu sisaldus ning hea kvaliteet. 1000 tera mass on võrreldes enamike suvinisu sortidega keskmine ja mahumass kõrge. Lisaks neile on head ka langemisarv ja jahu

veesidumisvõime ning taigna stabiilsus. Sort paistab silma väga heade küpsetusomaduste poolest (Jõgeva SAI, 2007).

Katses oli kokku kuus varianti neljas korduses. Käesolevas uurimistöös on analüüsitud neist nelja tulemusi kui antud teemaga paremini haakuvaid.

Katsevariandid:

1. Väetamata, kontroll (K);
2. Tavaväetamine (T) – kogu prognoositava saagi (4 t ha⁻¹) saamiseks vajaminev mineraalväetis (N120P52K100) anti mulda külvieelsel mullaharimisel;
3. Väetamine mullainfo alusel (MI) – külvieelselt mulda viidava mineraalväetise (NPK) kogused korrigeeriti mullast määratud toiteelementide sisalduse järgi;
4. Väetamine mulla- ja taimeinfo alusel (MILV) – mineraalväetised sarnaselt MI variandiga ja leheväetis kasvu ajal klorofüllimõõtja määrangute järgi vastavalt taimede toitumistasemele.

Igalt katselapilt võeti 2011. aasta kevadel mulla-proovid mullaviljakuse määramiseks. Keskmine mullaproov pakendati ning märgistati katselapi numbriga. Proovid viidi Põllumajandusuuringute Keskuse laborooriumisse keemilisteks analüüsideks. Määrati mulla pH, orgaaniline süsinik (C_{org}), üldlämmastik (N%), lisaks veel mulla fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus.

Põldkatses kujunes orgaanilise süsiniku alusel välja kaks mullaviljakuse fooni (tabel 1).

Foon A, mille orgaanilise süsiniku sisaldus (C_{org}) variantide aluses mullas oli üle 1,7%, jäädes vahemikku 1,73–1,92% (tabel 1). Nende variantide aluse mulla keskmine C_{org} sisaldus oli 1,84%. Foonil B oli orgaanilise süsiniku sisaldus mullas alla 1,7%, vahemikus 1,38–1,57%, variantide keskmiselt 1,45%.

Tabel 1. Suvinisu kasvukoha mulla agrokeemilised näitajad
Table 1. Agrochemical parameters of the soil

No	Variant/Treatment	Foon Background	Mulla agrokeemilised näitajad / Soil agrochemical parameters				
			N _{üld} , N _{tot} %	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	C _{org} , %	pH _{KCl}
1.	Väetamata (K) Unfertilized	A	0,14	99	104	1,78	5,8
		B	0,13	104	92	1,46	5,4
2.	Tavaväetamine (T) Conventional fertilizing	A	0,14	114	155	1,73	6,5
		B	0,10	98	101	1,38	5,8
3.	Mineraalväetised mullainfo alusel (MI) Fertilization according to the soil data	A	0,13	170	175	1,91	6,6
		B	0,09	109	99	1,40	5,8
5.	Väetised mulla ja taime info alusel (MILV) Fertilization according to the soil and plant data	A	0,14	190	136	1,89	5,9
		B	0,09	115	94	1,28	5,6

A – kõrgem foon, C_{org} sisaldus mullas > 1.7% / higher background, C_{org} content of the soil > 1.7%

B – madalam foon, C_{org} sisaldus mullas < 1.7% / lower background, C_{org} content of the soil ≤ 1.7%

Mineraalväetist anti mulda külviperioodil (Azophoska 16-16-16) P ja K oksiididena, olenevalt variandist füüsilises koguses 375–750 kg ha⁻¹. Variantides MI ja MILV väetati suurema mulla toitainetesaldusega (N_{üld} 0,13–0,14%; P 170–190 mg kg⁻¹ ja K 136–175 mg kg⁻¹) katselappe normiga kuni N90-P39-

K75, madalamal foonil (N_{üld} 0,09%; P 109–115 mg kg⁻¹ ja K 94 mg kg⁻¹) ja tavaväetamise variandis (T) oli see kuni kolmandiku võrra suurem, toimeainetena N120-P52-K100. Mineraalväetis külvati katsekülvi-kuga "Fiona", mille töölaius on 1,4 m. Suvinisu kasvuaegse väetamise vajadus määrati Minolta SPAD

klorofüllimõõtjaga. Juureväliseks väetamiseks leheväetisena kasutati variandis MILV Yara Kristalon Yellow (NPK 13-40-13+ME), kulunormiga kuni 4 kg ha⁻¹ veeslahustuvat pulberväetist, mida anti taimekaitsepritsiga. Väetis sisaldas teiste mikroelementide kõrval ka väävli (S). Väävli puudus aga põhjustab teraviljadel saagikuse vähenemist, saagi kvaliteedi halvenemist, taimestiku muutumist heleroheliseks ja leherootsude kahvatust, kusjuures väävli mõjul omastavad põllukultuurid ka lämmastikväetisi efektiivsemalt (Laegreid *et al.*, 1999).

Kasvuaegne väetamine leheväetisega tehti kõrsumisfaasis (BBCH 47) taimekaitse pritsiga.

Umbrohutõrjeks kasutati taimekaitsevahendeid "Attribut" (orasheina ja ristõieliste tõrjeks) normiga 60 g/ha⁻¹ ja "Mustangi" (kaheiduleheliste tõrjeks) kulunormiga 0,5 l ha⁻¹.

2011. a vegetatsiooniperiood oli väheste sademetega (105 mm alla keskmise), põuane ja keskmisest kõrgemate õhutemperatuuridega. Kõige põuasem oli juuni esimene kolmandik, mil sademeid ei tulnud. See on loomiseelne periood (võrsumine-kõrsumine), mil taimedel on kõige suurem veevajadus. Põuatingimustes võib mullas olla küll optimaalses koguses toitaineid, kuid taimed neid piisavalt ei omasta.

Eerika põldkatse koristati katsekombainiga Sampo, heedri laiusega 2 m, mis võimaldas Eerika katses määrata iga lapi saaki kaalumise teel. Saagist võetud teraproovidest määrati Põllumajandusuuringute Keskkuse laboratooriumis järgmised kvaliteedi näitajad: 1000 tera mass, mahumass, langemisarv, kleepvalk, gluteeniindeks ja terade proteiinisisaldus.

Statistilises andmetöötluses kasutati korrelatsioon-, regressioon ja deskriptiivse analüüsi (ANOVA) meetodeid. Kasutati arvutiprogrammi Microsoft Office Excel.

Tulemused ja arutelu

Katses avaldasid suvinisu saagile ja terade kvaliteedile suurimat mõju kasvukoha mulla agrookeemilised näitajad, eriti selle huumusesisundit iseloomustav orgaanilise süsiniku sisaldus ja rajatud väetusvariandid.

Mullafooni mõju suvinisu saagile ja kvaliteedile

Eerika katsealal võis hinnata mulla huumusesisaldust valdavalt keskmiseks, kohati ka üle keskmise. Põldkatse tulemustest ilmnes, et olulised suvinisu saake limiteerivad tegurid olid kasvukoha mulla orgaanilise süsiniku, üldlämmastiku- ja fosforisisaldus (Kuht *et al.*, 2012). Vaatamata erinevale väetamisele avaldus mulla orgaanilise süsiniku sisalduse mõju terasaagile kõikides katsevariantides ja ilmnes tugeva korrelatiivse seosena saagi ja mulla orgaanilise süsiniku sisalduse vahel, $r = 0,87^{**}$. Madalama C_{org} tasemega aladel (foon B) oli suvinisu terasaak väetamata variandil K 47,4% ja tavaväetamise variandil T 45,5% võrra väiksem kui kõrgema C_{org} tasemega aladel (foon A; tabel 2). Kuid kasvukohapõhise väetamise positiivne mõju ilmnes foonidevaheliste väetierinevuste vähenemises. Mullainfo (MI) järgi väetamisel oli see 26,7% ja taimeinfo järgi leheväetisega väetamisel veelgi väiksem, 19,4%.

Tabel 2. Suvinisu saak ja terade kvaliteedinäitajad
Table 2. Spring wheat yield and parameters of the grain quality

Näitaja Indikator	Variandid/Treatments								PD, LSD 95%
	K		T		MI		MILV		
	A	B	A	B	A	B	A	B	
1000 tera mass, 1000 kernel weight, g	25,0	22,3	26,2	25,4	24,9	25,3	26,4	25,7	0,6
Mahumass, Bulk density, g l ⁻¹	725	709	727	706	726	714	721	712	7,7
Langemisarv, Falling number, s	243	235	182	165	177	144	180	153	23,9
Kleepvalk Gluten %	29,0	30,0	43,3	42,2	43,3	41,3	41,3	40,2	4,3
Proteiin Protein, %	15,2	16,2	19,3	19,8	20,4	19,6	19,7	19,2	1,2
Gluteeniindeks Gluten index	84	86	61	64	74	69	72	67	6,7
Terasaak Grain yield, t ha ⁻¹	2,9	1,7	3,1	2,0	3,0	2,2	3,6	2,9	0,36

A – kõrgem foon, C_{org} sisaldus mullas > 1.7% / higher background, C_{org} content of the soil > 1.7%; B – madalam foon, C_{org} sisaldus mullas < 1.7% / lower background, C_{org} content of the soil < 1.7%; K – väetamata, kontroll / unfertilized, control; T – tavaväetamine, kogu prognoositava saagi (4 t ha⁻¹) saamiseks vajaminev mineraalväetis (N120P52K100) anti mulda külvieelsel mullaharimisel / conventional fertilizing, all amounts of mineral fertilizers (N120P52K100) were applied before sowing; the amounts of fertilizers were supposed to ensure the grain yield level as 4 t ha⁻¹; MI – väetamine mullainfo alusel, külvieelselt mulda viidava mineraalväetise (NPK) kogused korregeeriti mullast määratud toiteelementide sisalduse järgi / application of fertilizers according to the soil information, all amounts of mineral fertilizers (NPK) were applied before sowing; the amounts of mineral fertilizers were adjusted according to the nutrient content of the soil; MILV – väetamine mulla- ja taimeinfo alusel (MILV) – mineraalväetised sarnaselt MI variandiga ja leheväetis kasvu ajal klorofüllimõõtja määragute järgi vastavalt taimede toitumistasemele / application of fertilizers according to the soil and plant information, mineral fertilizers applied as in MI treatment and additionally at plant development stage BBCH4 the foliar fertilizer added according to the plant nutrition level (determined by chlorophyll meter).

Kvaliteedinäitajatest mõjutas kasvukoha mulla huumusseisund kõige enam terade mahumassi. Korrelatiivne seos mulla C_{org} ja mahumassi vahel oli $r = 0,84^{**}$. Ka siin ilmnis kasvukohapõhise väetamise positiivne mõju. Mahumassi vähenemine variantides MI ja MILV orgaanilise süsiniku foonil B oli vastavalt 1,7% ja 1,2%, võrreldes A fooniga, sama näitaja aga väetamata kontrollvariandil oli 2,2% ja tavaväetamisel 2,9%. Tunduvalt nõrgem oli seos ($r = 0,37$) 1000 tera massi ja mulla orgaanilise süsiniku vahel, kuid ka siin ilmnis kohtpõhise väetamise positiivne toime.

Kasvukohapõhise väetamise mõju suvinisu saagile ja kvaliteedinäitajatele

Orgaanilise süsiniku mõlemal foonil (A ja B) saadi suurimad suvinisu terasaagid väävlit sisaldava leheväetisega väetatud alalt (MILV, tabel 2). Järvan jt (2012) uurimustes suurenes talinisu terasaak pealtväetamisel lämmastiku ja väävliga viie katse keskmisena 17,6%. Ka Saku läbiviidud katsetes talinisu suurendas leheväetiste kasutamine produktiivvõrsete teket ja saak tõusis kontrollvariandi suhtes 7,8–18,3% võrra, kusjuures parimateks osutusid katsevariandid, kus talinisu pritsiti võrsumise lõppfaasis mikroväetisega, sh väävlit sisaldavate leheväetistega (Akk jt, 2011). Juureväline väetamine leheväetisega suurendas võrreldes tavaväetamisega suvinisu saaki A foonil 16,2% ja madalamal B foonil koguni 45,0% võrra. Kuid saagitõusuga kaasnes kleepvalgu sisalduse arvu- lise väärtuse vähenemine.

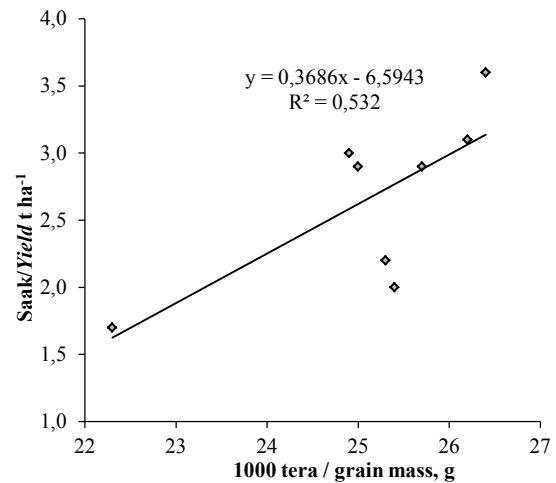
Samas ilmnis kleepvalgu kvaliteedi olulise näitaja gluteeniindeksi 18% suurenemine kõrgemal orgaanilise süsiniku sisaldusega foonil A. Langemisarv erines usutavalt vaid kontrollvariandist (K), olles sellest väiksem. Ka terade proteiinisaldus oli kontrollvariandist 4,7% (foonil A) ja 3,0% (foonil B) võrra suurem.

Kasvukoha mullainfo põhjal väetamise (MI) ja tavaväetamise (T) vahel saagierinevused puudusid mõlemal foonil (tabel 1). Kõrgemal C_{org} foonil A ilmnis kohtpõhisel väetamisel 5% 1000 tera massi vähenemine ja küllaltki arvestatav gluteeniindeksi 21,3% tõus võrreldes tavaväetamisega. Ülejäänud kvaliteedinäitajate osas nende variantide vahelised erinevused puudusid või olid väga väikesed.

1000 tera mass katses oli vahemikus 22,3–26,4 g. 1000 tera massi mõjutab kasvu ajal valitsenud ilmastik (Kangor *et al.*, 2010). Terade mass katses jäi väikseks põuase suve tõttu. Terasaagi suuruse sõltuvust 1000 tera massist näitab nendevaheline tugev korrelatiivne seos, $r = 0,73^*$, $n = 8$ (joonis 1).

Põua tõttu jäid nisu terad väikesteks, mis vähendas terade mahumassi. Korrelatiivne seos mahumassi ja 1000 tera massi vahel oli $r = 0,39$. Katses olnud terade mahumass oli vahemikus 706–727 g l⁻¹. Sealjuures oli täheldatav tugev C_{org} fooni mõju (tabel 2) nisuterade mahumassile. Foonidevahelised usutavad erinevused kõikusid olenevalt katsevariandist 9–19 g l⁻¹ piires, kusjuures neist suurim erinevus oli tavavariandis (T). Ainuke kasvukohapõhise väetamise usutav mõju ma-

humassile avaldus B foonil, kus MI variandi mahumass oli võrreldes tavaväetamisega (T) 8 g l⁻¹ võrra suurem.

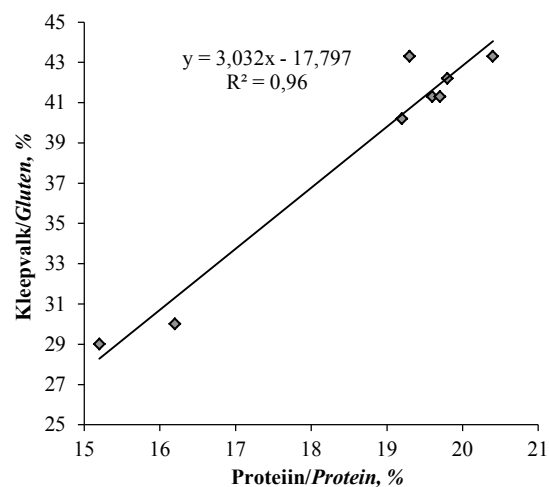


Joonis 1. Seos 1000 tera massi ja suvinisu saagi vahel foonide A ja B keskmisena, $r = 0,75^*$, $n = 8$

Figure 1. Relationship between 1000 kernel weight and grain yield of spring wheat, the average of backgrounds A and B, $r = 0,75^*$, $n = 8$

Langemisarv oli katsevariantide lõikes vahemikus 165–243 sekundit. Suurimad langemisarvud saadi väetamata variandis. Teistes variantides jäi see alla 200.

Terade proteiinisaldus oleneb lämmastikuga väetamisest. Lämmastiku lisamisega on küll võimalik suurendada proteiinisaldust, kuid sellega väheneb proteiini bioloogiline väärtus (Gauer *et al.*, 1992). Eerika katse suvinisu terade proteiinisaldus jäi vahemikku 15,2–20,4%, kuid variantidevahelised usutavad erinevused puudusid. Samas aga esines suvinisu proteiini ja langemisarvu vahel väga tugev negatiivne korrelatsioon, $r = 0,92^{***}$, ($n = 8$). Wang *et al.* (2008) täheldasid samasugust seost proteiini ja langemisarvu vahel ning tõdesid, et olenevalt tingimustest võib lämmastikuga väetamine nii vähendada kui ka suurendada langemisarvu.



Joonis 2. Seos kleepvalgu ja terade proteiinisalduse vahel foonide A ja B keskmisena, $r = 98^{***}$, $n = 8$

Figure 2. Relationship between protein and gluten content; the average of backgrounds A and B

Ka proteiini- ja kleepvalgu vahel ilmnes väga tugev seos (joonis 2). Samuti avaldus lämmastikuannuse ja terade proteiinisalduse (%) vaheline tugev seos, $r = 0,89^{**}$, $n = 8$. Fossati *et al.* (2010) andmetel suuremate saakide korral proteiinisaldus terades väheneb. Käesolevas katses aga ilmnes see seos nõrgalt, korrelatsioon saagi ja proteiinisalduse vahel oli vaid $r = 0,35$, ($n = 8$).

Kleepvalgu sisaldus sõltub kasvutingimustest ning selle kvaliteet sordist (Ilumäe, 1999). Suviniisu 'Manu' kleepvalgu sisaldus katses jäi vahemikku 29–43,3%, kusjuures väiksemad kleepvalgu sisaldused ilmnemise väetamata variandis, 29–30%. Ilumäe (2005) andmetel oli põuastes ilmastikutingimustes kasvanud nisul kleepvalgu sisaldus küllaltki kõrge (38%). Käesolevas katses olid väetatud variantide kleepvalgu sisaldused kõik üle 40%, kuid variantidevahelised usutavad erinevused puudusid.

Suviniisu gluteeniindeks katses oli vahemikus 61–86%. Väetamata variandis oli gluteeniindeksid kõige suuremad foonil A 84% ja B foonil 86%. Väiksemad indeksid saadi tavaväetamise variantides, A foonil 61% ja B foonil 64%. Küpsetamiseks optimaalne gluteeniindeks on 60–90% (Har Gil *et al.*, 2011). Gluteeniindeksi variantidevahelised usutavad erinevused avaldusid vaid suurema C_{org} sisaldusega A foonil, olles MI ja MILV variantides vastavalt 21,3% ja 18% võrra tavaväetamisega variandi (T) omast suuremad. Täheledata ka gluteeniindeksi ja langemisarvu vahelist tugevat korrelatiivset seost, $r = 0,86^{**}$ ($n = 8$).

Kokkuvõte

2011. a põuastes ilmastikutingimustes avaldasid erineva mullaviljakusega foonid suurt mõju suvinisu terasaagi suurusele. Katses saadud terade kvaliteedinäitajad jäid Eesti keskmisest tunduvalt madalamaks. Terade madal langemisarv oli eeldatavasti põhjustatud koristamisega hilinemise ja sajuse koristusperioodi tõttu. Kõrge proteiini- ja kleepvalgusisaldus oli tõenäoliselt põhjustatud põuastest ilmastikutingimustest. Nendes oludes jäi ka 1000 tera mass väikseks, keskmiselt 25,1 g. Kasvukohapõhise väetamise variantide positiivne mõju ilmnes foonidevaheliste saagierinevuste vähenemises. Kui madalama C_{org} tasemega foonil B olid väetamata variantide saagid 47,4% ja tavaväetamisvariandil 45,5% võrra väiksemad saagid kui viljakamal foonil A kasvanud nisu saagid, siis mullainfo järgi väetamisel (MI) oli saagi erinevus 26,7%. Kui sellele lisaks väetati nisu kasvu ajal ka lehevätetisega (MILV), vähenes erinevus vaid 19,4%-ni. Saagi suuruse kõrval mõjutas kasvukoha mulla huumus seisund kõige enam terade mahumassi, kus ilmnes ka kasvukohapõhise väetamise positiivne mõju. Usutav mõju mahumassile avaldus siin vaid B foonil, kus võrreldes tavaväetamisega (T) oli MI variandi mahumass 8 g l⁻¹ võrra suurem. Variantidevahelised usutavad erinevused gluteeniindeksi puhul avaldusid vaid suurema C_{org} sisaldusega A foonil. Gluteeniindeksi väärtused olid MI ja MILV variantides vastavalt 21,3% ja 18% võrra tavaväetamisega variandi (T) omast suuremad. Ilmnes

ka lämmastikuga väetamise ja terade proteiinisalduse vaheline tugev korrelatsioon, $r = 0,89^{**}$. Vaatamata kuni kolmandiku võrra väiksemale väetustasemele, tagas mullainfost lähtuv väetamine enamike teiste kvaliteedinäitajate võrdse taseme tavaväetamisega.

Tänuavaldused

Artikli autorid avaldavad tänu põllumajandusministeeriumile, kes on toetanud käesolevat uurimistööd arendusprojekti T11027PKTM summadest.

Kasutatud kirjandus

- Akk, E., Hansson, A., Ilumäe, E., Järvan, M., Paalman, K. 2011. Põllukultuuride saak ja kvaliteet sõltuvalt Agrotehnikast (koost M. Järvan). – EMVI, Saku, 92 lk.
- Gauer, L.E., Grant, C.A., Gehl, D.T., Bailey, L.D. 1992. Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars, in relation to estimated moisture supply. – Can. J. Plant Sci., 72, p. 235–241.
- Godwin, R.J., Wood, G.A., Taylor, J.C., Knight, S.M., Welsh, J.P. 2003. Precision Farming of Cereal Crops: a Review of a Six Year Experiment to develop Management Guidelines. – Biosystem Engineering, 84(4), p. 375–391.
- Guo, J., Chen, L., Wang, X., Chen, T., Ma, W., Meng, Z., Fu, W. 2010. The effect of precision variable fertilization on wheat based on prescription map. – Sensor Letters, 8(1), p. 173–177.
- Fossati, D., Brabant C., Kleijer, G. 2010. Yield, protein content, bread making quality and market requirements of wheat. – Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, p. 179–182.
- Har Gil, D., Bonfil, D.J., Svoray, T. 2011. Multi scale analysis of the factors influencing wheat quality as determined by gluten index. – Field Crops Research, 123, p. 1–9.
- Ilumäe, E. 2005. Nisu kvaliteedist. – Maamajandus, juuni, 2005, lk 27–28.
- Ilumäe, E. 1999. Nõuded toiduviljale ja selle kvaliteet Eestis. – Teraviljakasvatuse käsiraamat. Saku, lk 271–286.
- Ingver, A. 2008. Uued suvinisu sordid 'Mooni' ja 'Trappe'. – Põllukultuuride uuemad sordid, nende omadused ja kasvatamise eripära, Jõgeva, lk 22–27.
- Jõgeva SAI, 2007. Jõgeva SAI sortide iseloomustused. – Eestis kasvatavate põllukultuuride sordid, nende omadused ja kasvatamise iseärasused (koost. M. Koppel), Jõgeva, lk 77.
- Järvan, M. 2006. Lehekaudsest väetamisest. – EMVI infoleht nr 188, 4 lk.
- Järvan, M., Lukme, L., Akk, A., Edesi, L., Adamson, A. 2012. Taliniisu saagikus, saagi kvaliteet ja küpsetusomadused sõltuvalt lämmastiku ning väävliga väetamisest. – Agraarteadus XXIII 1, lk 12–20.
- Kangor, T., Ingver, A., Tamm, Ü., Tamm I. 2010. Effect of fertilization and conditions of year on some

- characteristics of spring wheat and barley. – *Agronomy Research*, 8 (Special Issue III), p. 595–602.
- Kuht, J., Tõrra, T., Makke, A., Kilgi, J., Haldma, M., Kutti, J. 2012. Suviniisu saagi sõltuvus kasvukoha mulla mõnedest agrokeemilistest näitajatest. – *Agroonoomia* 2012, Tartu, lk 43–48.
- Laegreid, M., Bockman, O.C., Kaarstad, E.O. 1999. *Agriculture, Fertilizers and the Environment*. – CABI Publishing, Oslo, p. 160–161.
- Tamm, K., Võsa, T. 2006. Täppisviljeluse eeldused ja tasuvus Eesti tingimustes. – *EMVI Teadustööde kogumik LXXXI* (71), Saku, lk 275–282.
- Wang, J., Pawelzik, E., Weinert, J., Zhao, Q., Wolf, G.A. 2008. Factors influencing falling number in winter wheat. – *European Food Research and Technology*, 226, p. 1365–1371.
- Yu, H., Liu, D., Chen, G., Wan, B., Wang, S., Yang, B. 2010. A neural network ensemble method for precision fertilization modeling. *Mathematical and Computer Modelling* 51, p. 1375–1382.

Spring wheat grain yield and quality depending on site-based fertilizing

Jaan Kuht, Toomas Tõrra, Jaanus Kilgi, Arvo Makke
*Estonian University of Life Sciences, F.R. Kreutzwaldi 1,
51014 Tartu*

Summary

In 2011 the experiment with spring wheat 'Manu' was carried out on the experimental field of the Estonian University of Life Sciences. The experiment was carried out in the soils with different content of organic carbon (C_{org}): background A with higher C_{org} content > 1.7% and background B with lower C_{org} content ≤ 1.7%. Four fertilizing treatment were used: 1) unfertilized, control (K); 2) conventional fertilizing (T), where all amount of mineral fertilizers (N120P52K100) was applied before sowing; the amount of fertilizer was supposed to ensure the grain yield level of 4 t ha⁻¹; 3) application of fertilizers

according to the soil information (MI) – all amounts of mineral fertilizers (NPK) was applied before sowing; the amounts of mineral fertilizers were adjusted according to the nutrient content of the soil; 4) application of fertilizers according to the soil and plant information (MILV) – mineral fertilizers applied firstly as in MI treatment and secondly at plant development stage BBCH4 the foliar fertilizer added according to the plant nutrition level (determined by chlorophyll meter).

The weather conditions in 2011 vegetation period were dry and with higher temperature than long-term average of this area.

In arid weather conditions the influence of soil C_{org} content was significant on the grain yield level of spring wheat. Also the grain yield quality was lower as usual. Lower falling number values were caused by delayed harvest, harvest delayed because of rain in August. High protein and gluten content was probably caused by the arid climatic conditions. In these circumstances the 1000 kernel weight was low with an average of 25.1 g. Grain yield levels of different backgrounds (A and B) differed in site based fertilization treatments (MI and MILV) less than in control and conventional treatments (26.7 and 19.4% versus 47.4 and 45.5%, respectively). The site based fertilization influenced the grain bulk density also positively. The bulk density of grains of B background grown in conventional treatment (T) were significantly lower (*i.e.* 8 g l⁻¹) than of grains grown in MI treatment. The grains' gluten index of different treatments were significantly differed only on the A background with higher C_{org} content. On the A background the gluten index of grains grown in MI and MILV treatments were 21.3 and 18% respectively higher than of grains grown in T treatment. There was a positive correlation between nitrogen fertilization and protein content also, $r = 0.89^{**}$. Despite the fact that the amount of fertilizers was in MI treatment up to one third smaller than of conventional treatment T, the majority data of grains quality of these treatments were statistically the same.



UTTEDE TOITUMUSHINDE SEOSSED SÖÖTMISE JA JÕUDLUSEGA MAHETOOTMISEGA LAMBAFARMIDES

RELATIONSHIPS BETWEEN EWE BODY CONDITION SCORE, PRODUCTION TRAITS AND NUTRITION ON ORGANIC SHEEP FARMS

Peep Piirsalu, Jaak Samarütel, Silvi Tõlp, Irje Nutt, Tanel Kaart

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu

Saabunud: 3.12.2013
Received:
Aktsepteeritud: 13.12.2013
Accepted:
Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online:
Vastutav autor: Peep Piirsalu
Corresponding author:
e-mail: peep.piirsalu@emu.ee

Keywords: ewe body condition scores, ewe feeding, lamb birth weight, lamb 100 day weight, ewe litter size.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_piirsalu.pdf

ABSTRACT. Sheep have different nutritional requirements over the production cycle depending, on their life stage. Needs for energy are high at the end of gestation (especially for ewes carrying multiple lambs) and at the beginning of lactation. Ewe body condition score (BCS), production traits and feeding were monitored on three organic sheep farms (Farm A, B and C) during a three year period (2010–2012) throughout the year. On each farm rations were prepared and samples of feeds were analysed to ensure nutritional requirements were met. Each ewe's BCS, on a scale from 1 (emaciated) to 5 (obese), was assessed before mating, at lambing and at weaning. Lambing dates, lamb birth weights and 100-day lamb body weights were recorded. Production data (ewe litter size, lamb birth weight and lamb 100-day weight) were obtained from the Estonian sheep recording database "Pässu". Statistical data analyses was performed to evaluate the influence of the ewe body condition scores on lambing rates, lamb birth weights and lamb 100-day bodyweights.

The number of lambs born per ewe was highest (1.78; NS) in ewes whose BCS at mating was 3.0.

The most critical time, from the aspect of ewe nutrition, was the gestation period, when mean ewe BCS loss on all three farms was greatest in both the first (-0.39 ± 0.57) and second (-0.20 ± 0.65 points) study years. In the second study year the ewes were fed hay and silage during the last two months of the gestation period on farms A and B, which enabled them to better cover the energy demand, and the BCS change was minimal (farm A -0.04 ± 0.52 ; farm B -0.04 ± 0.62 points). In the second study year on farm C the ewes were fed only hay in the gestation period, and the BCS loss was -0.61 ± 0.7 point. In the first year the ewes were fed hay and 0.35 kg oats per day and the BCS loss was only -0.35 ± 0.62 points. Maintaining the BCS in the gestation period is important, as lamb birth weights and 100-day weights were related to ewe body condition change during the gestation period; the birth weight of single lambs was significantly different depending on the ewe BCS change during the gestation ($p = 0.006$). In addition, the 100-day body weights differed in multiple lambs born to ewes whose BCS changed during gestation ($p < 0.001$). The ewe BCS at lambing was also related to the 100-day body weights of both single ($p = 0.004$) and multiple lambs ($p < 0.004$); the 100-day body weights of lambs were greater in those ewes whose body condition was higher at lambing. However, it is also important to avoid large BCS loss during lactation, otherwise ewes cannot restore body energy reserves BCS during the free period by the time of the next mating period. Body condition scoring appears to be a useful tool for monitoring herd nutritional status of organically farmed sheep.

Sissejuhatus

Uttele toitefaktorite tarve on erinevatel sigimistsükli perioodidel erinev. Toitefaktorite tarve on uttedel kõige suurem tiinusperioodi teisel poolel (eriti siis kui uted kannavad kaksik- või kolmiklallesid) ja imetamisperioodil. Söödaga saadav energiakogus ei kata nendel perioodidel alati uttede vajadusi. Uttedel võib olla tiinusperioodi lõpul ja imetamisperioodi alguses väiksem söögiisu ning sellest tulenevalt väheneb ka söömus. Seepärast peaksid nii uted kui kitsed koguma vabal perioodil kehavarusid (Mendizabal *et al.*, 2011), et toitumuse langus ei kutsuks esile emasloomade jõudluse langust. Toitumuse langus põhjustab uttede sigimis- ja viljakusnäitajate ning piimakuse langust, samuti ka sündinud tallede väikest sünnimassi ning sellest tingitud suuremat tallede karjast väljalangemist. Õige söötmissstrateegia on selline, mis ei põhjusta uttede jõudluse langust ning tagab ka tallede kiirema arengu. Paljude autorite arvates on uttede toitumuse hindamine oluliseks abinõuks farmi söötmistaseme hindamisel (Fthenakis *et al.*, 2012; Russel, 1984). Toitumuse hindamine on standardne loomade komplekse tehnikat, lihastuse ja rasvaladestuse väljaselgitamiseks. Toitumuse hindamine aitab välja selgitada iga üksiku ute kehavarude olemasolu. Toitumushinne on erinevatel sigimistsükli perioodidel erinev. Praktikas on vaja teada, milline peaks olema optimaalne toitumushinne sigimisperioodi erinevatel etappidel.

Mahetootmises on uttede toitefaktorite katmine tavatootmisest keerulisem, kuna alates 1.01.2008 peavad kõik Euroopa Liidu mahetootjad söötma oma loomi (veised, hobused, lambad, kitsed) 100% ulatuses mahetootmisest saadud toodetud söödaga. Varem võis piiratud hulgal kasutada ka mittemahedalt toodetud energia- ja proteiinisöötaid (teraviljad, õlikoogid, šrotid). Ilma teraviljajahuta on mahelambakasvataval keerukas katta lammaste energia- ja proteiini tarvet, eriti uttede tiinusperioodi viimasel kahel kuul ja imetamisperioodil. Kuna mahetootmises kasvatatakse energia- ja proteiinirikkeid söötaid (oder, kaer, rukis, hernes) piiratud koguses, söödetakse lambaid sageli ainult rohusöödaga, teraviljajahu kasutatakse minimaalselt või üldse mitte. Talvisel perioodil on põhisöödaks enamasti kõrrelistest heintaimedest valmistatud silo või hein ja suvel karjamaarohi. Seepärast on mahelammaste söödaratsioonide tasakaalustamine tunduvalt probleemsem tavatootmisest. Võib arvata, et eriti võimenduvad probleemid talviste rohusöödate (silo, hein) madalama toiteväärtuse korral. Söötmise seisukohalt on eriti raske tasakaalustada uttede tiinusperioodi lõpu ja imetamisperioodi ratsioone. Energia- ja proteiini puudus enne poegimist põhjustab uttede liigset kõhnumist ja toitumuse langust ning võib omakorda esile kutsuda uttede söödaratsiooni energiapuudusest tingitud kliinilist või subkliinilist ketoosi jt terviseprobleeme.

Oleme varasemalt tutvustanud Põllumajandusministeeriumi rahastatud rakendusuringute projekti "Energia- ja proteiinitarve katmine mahelammaste söötmisel ning mahelambaliha biokvaliteet" (2010–

2014) uurimistöö tulemusi 2010. ja 2011. aasta kohta (Piirsalu *et al.*, 2012). Alljärgnevas artiklis tutvustame sama uurimistöö hilisemaid tulemusi, kus on kajastatud ka 2012. aastal kogutud andmed.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada uttede toitumus ja selle muutused erinevatel sigimistsükli perioodidel ning uurida uttede toitumuse seoseid uttede viljakuse ja tallede sünnimassi ning tallede 100 päeva kehamassiga.

Materjal ja meetodika

Uttele söötmise uurimused viidi läbi mahelambakasvatusega tegelevates lambafarmides ajavahemikul 2010–2012. Valiti välja jõudluskontrolliga liitunud mahelambafarmide hulgast kolm testfarmi (farm A, B ja C), mis asusid vastavalt Lääne-Virumaal, Valgemaal ja Põlvamaal. Farmides A ja B kasvatati eesti valgepealisi lambaid ja farmis C eesti tumedapealisi lambaid.

Jälgiti testfarmide põhikarja uttele söötmist nii võõrutusjärgsel vabaperioodil, paarisperioodil, tiinuskui ja imetamisperioodil. Testfarmides võeti sööda- ja ainevahetuse uurimise laboris, kus määrati sööda kuivaine- ning proteiini-, toortuha-, toorkiu-, toorrasvasisaldus sööda kuivaines ning saadud näitajate põhjal arvutati söötade metaboliseeruva energia sisaldus (AOAC, 2005). Söödad kuivatati konstantse kaaluni (60°C juures) ja jahvatati (läbimõõt kuni 1 mm). Toortuha kontsentratsiooni määramiseks proov tuhestati muhvelahjus 550°C. Toorproteiini määrati Kjeldahli meetodil, kasutades Kjeltex 2300 analüsaatorit (FOSS Tecator Technology). Toorkiusisaldus määrati Fibretec süsteemiga, toorrasvasisaldus Soxtec 2043 süsteemiga (FOSS). Analüüsitulemuste põhjal koostati eelnimetatud perioodide kohta söödaratsioonid, arvutati söödaratsioonide toitefaktorite sisaldused ja võrreldi neid vastava perioodi toitefaktorite tarbega. Arvutustel kasutati Eestis väljatöötatud söötmisnorme ja soovituslikke kontsentratsioonimäärasid (Põllumajandusloomade söötmisnormid..., 1995).

Toitumuse hinne väljendab otseselt loomade söötmistaset ja kehavarusid antud perioodil. Uttele toitumushinne määrati kõikides testfarmides skaalal nullist viieni 0,5 punktilise täpsusega uttele võõrutamisel, paarisperioodi alguses ja poegimisperioodi alguses, kus 0 punkti on kurtunud loom, 1 punkti – väga lahja loom, 2 punkti – lahja loom, 3 punkti – hea toitumus, 4 punkti – rasvunud loom ja 5 punkti – väga rasvunud loom (Russel, 1984). Toitumuse hindamiseks kombiti sõrmeotstega selgroo nimmelüli ogajätke (*I. processus spinosus*) ja roidejätke (*I. processus costalis*) teravust landel. Uttele toitumus määrati konsensuslikult kahe erineva hindaja poolt, kusjuures hindajateks olid kogu uurimisperioodi vältel samad inimesed.

Uttele söötmise ja jõudluse andmed saadi Eesti Lambakasvatajate Seltsi jõudluskontrolli andmebaasist "Pässu". Loodi kolme testfarmi kohta ühtne andmebaas uttele söötmise, jõudluse ja uttele toi-

tumuse kohta sigimisperioodi erinevatel etappidel. Andmebaas sisaldas andmeid iga farmi, ute registreerimisnumbri, sünniaja, tõu, verelisuse, poegimise aja, sündinud tallede arvu ja soo kohta, sündinud tallede sünnimassi ja tallede 100 päeva kehamassi (korrigeeritud kehamass 100 päevale) ning uttele tootumushindeid sigimisperioodi erinevatel perioodidel (võõrutamisel, paarituse ja poegimise alguses). Lisaks fikseeriti andmed uttele poegimisprobleemide kohta ja karjast väljamineku põhjuste kohta.

Katseandmete korrastamiseks, gruppide sageduste ja keskmiste ning tunnuste statistilise olulisuse arvutamiseks kasutati programmi MS Excel ja statistika-paketti SAS 9.2 (SAS 9.2 Online Doc., 2013).

Katsetulemused ja arutelu

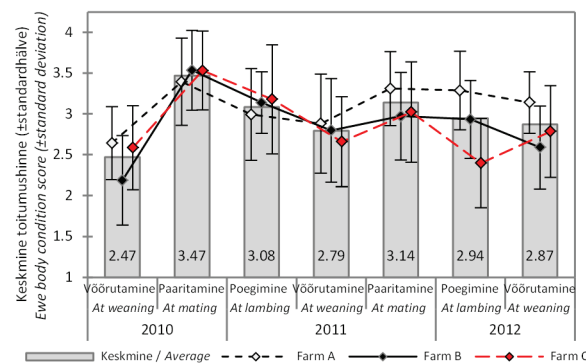
Uttele suvist söötmist vabal perioodil iseloomustab kõige paremini uttele tootumushinne võõrutamisel ja paaritusperioodi algul (joonis 1).

Viimastel aastatel tehtud uurimustööd (Kenyon, *et al.*, 2011) on välja selgitanud, et optimaalne uttele tootumushinne enne paaritusperioodi peaks olema 3 hindepunkti. Nende autorite arvates mõjutab uttele tootumushinne paaritamisel tallede sünnimassi ja mitmiktallede 100 päeva kehamassi ($p < 0,05$). Suurim tallede sünnimass saadakse uttedelt, kelle tootumus paaritamisel on 3 hindepunkti.

Sarnastele järeldustele jõudsid ka kolme aasta jooksul (2006–2008) 442 uttega tehtud uurimistöö autorid (Vatankhah *et al.*, 2012). Nende uurimistöö näitas, et uttele tootumushinne paaritamisel mõjutas oluliselt ($p < 0,01$) ute kehamassi, pesakonna suurust, viljastatavust, aga ka tallede sünnimassi ning võõrutusmassi. Uttele reproduktiivsed näitajad kasvasid koos uttele tootumushinde tõusuga (tootumust hinnati paaritamisel) kuni tootumushindeneni 3,5. Sellest kõrgem tootumushinne paaritamisel tõi kaasa uttele reproduktiivsete näitajate vähenemise. Autorid järeldasid ka seda, et uttele tootumushindega 3 kuni 3,5 ei erinenud omavahel oluliselt ($p > 0,05$) varem nimetatud jõudlusnäitajate osas. Uuringu autorid soovivad sööta uttesid nii, et nende tootumushinne paaritamisel oleks vahemikus 3–3,5 punkti ning peavad seda tootumushinnet optimaalseks.

Kõikides testfarmides peeti uttesid karjamaal ja karjamaarohule lisaks anti mineraalsööta. Karjamaarohi koosnes valdavalt kõrrelistest heintaimedest (liblikõielisi alla 25%). Farmis A ja farmis C oli üksikutes koplites liblikõieliste rikas rohi (50–75% liblikõielisi). Karjamaarohu metaboliseeruva energia sisaldus kuivaines oli 2010. aastal farmides A, B ja C keskmiselt vastavalt 10,7; 10,8 ja 11,0 MJ/kg ning 2011. aastal vastavalt 10,5; 10,7 ja 10,7 MJ/kg. Seega karjamaarohi oli kõigis testfarmides hea energiasisaldusega; 2010. ja 2011. aastal taastasid utted karjamaaperioodil hästi oma kehavarud. Nii oli 2010. aastal kõikides farmides uttele keskmine tootumushinne võõrutamisel 2,47 ja paaritusperioodi algul 3,47 (joonis 1). Järgneval 2011. aastal olid vastavad näitajad vastavalt 2,79 ja 3,14. Seega, piisava karjamaarohu olemasolul korral

saavad utted energiat ja proteiini piisavalt, nad taastavad oma kehavarud ning saavutavad paaritusperioodi alguseks vajaliku tootumuse.



Joonis 1. Uttele tootumushinded kolmes Eesti mahelambafarmis aastail 2010–2012; arvuliselt on välja toodud kolme farmi keskmised tootumushinded

Figure 1. The dynamics of ewe body condition score (average \pm standard deviation) on three organic sheep farms in 2010 to 2012.

Analüüsiti ka uttele tootumushinnete keskmist muutust erinevatel perioodidel (tabel 1). Vabal perioodil (tallede võõrutamisest ute paaritamiseni) kõikides farmides uttele tootumus paranes ja kolme farmi keskmisena tõusis võõrutamise ja paaritamise vahelisel perioodil uttele tootumus ligikaudu 1 punkt (0,92 punkti). Tabeli 1 andmeist on näha, et kõige kriitilisem periood uttele söötisel mahelambafarmides on tiinusperiood, mil utted kaotavad kõige rohkem oma kehavarusid (2010/2011. aasta tiinusperioodil keskmiselt $-0,41$ punkti ja 2011/2012. aasta tiinusperioodil vastavalt $-0,19$ punkti). Kõikides farmides söödeti uttesid tiinuse algfaasis kahel järjestikulisel aastal vaid heinaga ja siis jäi uttedel 10–13,9% energiatarbest katmata. Vaid farmis B olid utted 2011/2012. aastal sel ajal karjamaal ja uttedel energia defitsiiti ei olnud ning utted tiinusperioodi algfaasis kehavarusid peaaegu ei kaotanud ($-0,04$ punkti). Tiinuse lõppfaasis lisati mõlemal aastal farmides A ja B ratsiooni heina kõrva- le ka silo ja siis oli energiadefitsiit väiksem, kuigi energiatarve tiinuse lõpus oluliselt suureneb (2010/2011 aastal energiadefitsiit vastavalt $-8,5\%$ ja $-7,2\%$ ning 2011/2012. aastal arvuslikult vaid $-2,3\%$ ja $-1,1\%$). Tänu sellele langes uttele tootumus keskmiselt kogu tiinusperioodi jooksul esimesel aastal $-0,45$ punkti farmis A ja $-0,4$ punkti farmis B, teisel aastal mõlemas farmis vaid $-0,04$ punkti. Farmis C söödeti esimesel aastal tiinuse lõpul lisaks 2 kg-le heinale 0,35 kg mahekaera ute kohta päevas, kuid teisel aastal kaera lisaks ei antud, mis mõjutas uttele tootumuse langust. Uttele tootumus farmis C langes keskmisena $-0,61$ punkti. Järelikult, uttele söötmine vaid heinaga tiinuse lõpp-perioodil (tiinuse 4. ja 5. kuul) on selgelt ebapiisav. Heina ja silo koos sööt- misel on tulemus parem, kuid palju jääb sõltuma rohu- söötade toiteväärtusest ja kvaliteedist.

Imetamisperioodi alguses (esimesel kuul) söödeti uttele farmis A 2011. aastal 8 kg silo (kuivaine-

sisaldus 28,6%, 8,9 MJ/kg ME ja 13% proteiini), farmis B 1 kg heina (kuivaines 8,15 MJ/kg ME ja 6,6% proteiini) ja 2,5 kg silo (kuivainesisaldus 48,1%, 9,0 MJ/kg ME ja 13,9% proteiini) ning siis oli metaboliseeruva energia defitsiit vastavalt -4,4% ja -16,4%. Järgmisel, 2012. aasta imetamisperioodil, söödeti farmides A ja B heina kui silo. Farmis C jätkus imetamisperioodi alguses heinatüübiline söötmine, kus 2011. aastal lisaks 2,2 kg heinale söödeti

0,35 kg kaera (metaboliseeruva energia defitsiit -11,8%) ja 2012. aastal vaid 2,9 kg heina (metaboliseeruva energia defitsiit oli -10%). Uttede toitumishinded langesid imetamisperioodil farmide keskmisena vähem kui tiinusperioodil, s.o esimesel aastal -0,27 punkti ja teisel aastal -0,14 punkti. Imetamisperioodi teisel poolel saadeti uted karjamaadele, kus nende toitefaktorite tarbed said karjamaarohuga rahuldatud.

Tabel 1. Uttede toitumishinnete muutused kolmes Eesti mahelambafarmis aastail 2010–2012

Table 1. Ewe body condition score changes in the three organic sheep farms in free period, in gestation period and in suckling period in 2010–2012

	Farm A	Farm B	Farm C	Farmide keskmine Average of farms
Vabal perioodil / In free period 2010				
keskm. (st. hälve) / In average (st deviation)	0,51 (0,45)	1,34 (0,49)	0,97 (0,42)	0,92 (0,58)
min-max	-1...1,5	0...3	0...2	-1...3
Tiinusperioodil / In gestation period 2010/2011				
keskm. (st. hälve) / In average (st deviation)	-0,45 (0,58)	-0,4 (0,48)	-0,35 (0,62)	-0,41 (0,57)
min-max	-2...1,5	-2...1	-2...1	-2...1,5
Imetamisperioodil / In suckling period 2011				
keskm. (st. hälve) / In average (st deviation)	-0,09 (0,72)	-0,3 (0,6)	-0,52 (0,62)	-0,27 (0,68)
min-max	-2...2	-1,5...1	-2...1	-2...2
Vabal perioodil / In free period 2011				
keskm. (st. hälve) / In average (st deviation)	0,32 (0,51)	0,18 (0,46)	0,36 (0,52)	0,29 (0,5)
min-max	-1...1	-1...1,5	-1...2	-1...2
Tiinusperioodil / In gestation period 2011/2012				
keskm. (st. hälve) / In average (st deviation)	-0,04 (0,52)	-0,04 (0,62)	-0,61 (0,7)	-0,19 (0,65)
min-max	-1,5...1	-1,5...1	-2...1	-2...1
Imetamisperioodil / In suckling period 2012				
keskm. (st. hälve) / In average (st deviation)	-0,15 (0,51)	-0,37 (0,56)	0,35 (0,78)	-0,14 (0,64)
min-max	-1,5...1,5	-2...1	-1...1,5	-2...1,5

Uttede keskmine poegimisvanus oli suurem farmis C võrreldes farmidega A ja B (tabel 2). Keskmine sündinud tallede arv, samuti keskmised tallede sünnimassid olid suurimad farmis B, neist viimane asjaolu tõi ilmselt kaasa abi vajavate poegimiste suurema osakaalu selles farmis, samas oli surnultsündide osatähtsus farmis B kõige väiksem.

Farmis C poegimisabi ei registreeritud. Tallede kasvukiirust iseloomustavad korrigeeritud 100-päeva kehamassid olid suurimad farmis A, kus talledele söödeti lisaks karjamaarohule ka kaera.

Farmides B ja C tallede keskmine korrigeeritud 100 päeva mass langes 2012. aastal 2011. aastaga võrreldes.

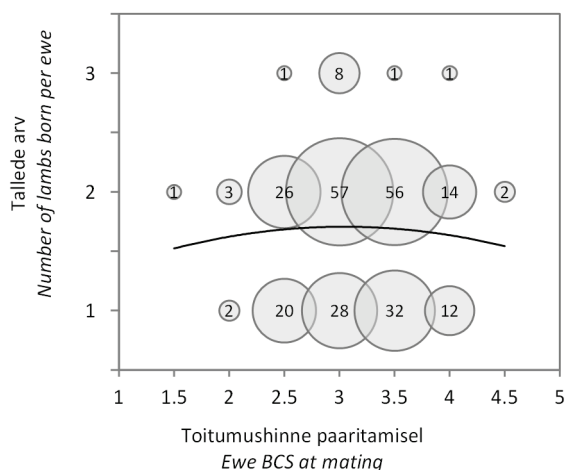
Tabel 2. Poegimistulemused uuringualustes farmides aastatel 2011 ja 2012

Table 2. Lambing results in 2011 and 2012

Aasta/Year	Nimetus/Items	Farm A	Farm B	Farm C	Kokku/Total
2011	Poegimiste arv / Number of ewes lambed	169	100	85	354
	Ute keskmine poegimisiga (aastat) / Ewe lambing age in average (year)	3,26	3,70	4,85	3,77
	Keskmine pesakonna suurus / Ewe litter size	1,56	1,78	1,74	1,67
	Abiga poegimiste osakaal / Proportion of difficulties at lambing (%)	4,7	9,0	-	4,8
	Surnultsünniga poegimiste osakaal / Proportion of stillbirths (%)	10,7	10,0	15,3	11,6
	Talle keskmine sünnimass / Lamb birth weight (kg)	3,62	4,47	4,26	4,02
	Talle keskmine 100 päeva mass / Lamb 100 day weight (kg)	30,65	26,44	29,39	29,09
2012	Poegimiste arv / Number of ewes lambed	142	110	45	297
	Ute keskmine poegimisiga (aastat) / Ewe lambing age in average (year)	3,40	3,95	5,89	3,98
	Keskmine pesakonna suurus / Ewe litter size	1,69	1,73	1,53	1,68
	Abiga poegimiste osakaal / Proportion of difficulties at lambing (%)	9,1	17,9	-	10,9
	Surnultsünniga poegimiste osakaal / Proportion of stillbirths (%)	13,1	8,0	10,6	10,8
	Talle keskmine sünnimass / Lamb birth weight (kg)	3,76	4,62	3,66	4,07
	Talle keskmine 100 päeva mass / Lamb 100 day weight (kg)	27,14	21,80	21,03	24,46

Uttele viljakuse ja paarisuagse toitumushinde seos 2012. aasta andmete põhjal on esitatud joonisel 2. Nii üksik kui kaksiktallesid sündis kõige rohkem uttedel, kelle toitumushinne paarisajal oli vahemikus 3,0 kuni 3,5 punkti. Samas oli ka selles toitumuses olevate uttede osakaal paarisajal kõige suurem. Meie uurimistöös oli uttede pesakonna suurus suurim (1,78 talle poeginud ute kohta) uttedel, kelle toitumushinne paaritamisel oli 3 hindepunkti, kuid seos ei olnud statistiliselt oluline ($p = 0,72$).

Uurimustest selgus, et väga oluline on sööta tiineid uttesid selliselt, et nende toitumus ei langeks tiinuse jooksul.



Joonis 2. Ute viljakuse ja paaritamisega seotud toitumushinde vaheline seos aastal 2012. Ringi suurus ja selle sees olev arv näitavad tallede arvu poeginud ute kohta ja paaritamisega seotud toitumishindega uttede arvu, pidev joon märgib tallede arvu prognoosi paaritamisega seotud toitumushinde alusel (statistiliselt mitteoluline seos, $F_{2,261} = 0,32$, $p = 0,72$).

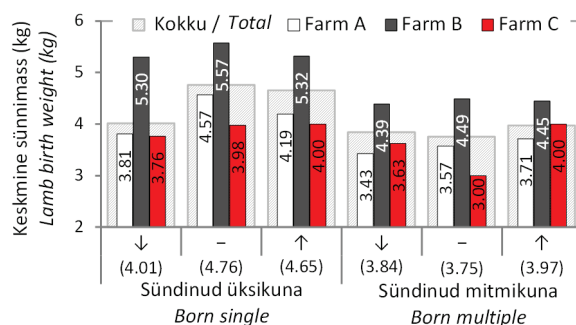
Figure 2. The relationships between ewe BCS at the time of mating and number of lambs born per ewe. The area of the circles represent the number of ewes with the indicated number of lambs born. The continuous line shows the predictive curve for lambs born from ewe BCS at mating (NS; $F_{2,261} = 0.32$, $p = 0.72$).

Tabel 3. Tallede sünnimass ja 100 päeva kehamass sõltuvalt uttede toitumushinde muutumisest tiinuse ajal (↓ vähenes; – ei muutunud; ↑ tõusis)

Table 3. Lamb birth weight and 100-day body weight in relation to the ewe BCS change over the gestation period (↓ declined; – no change; ↑ increased)

Nimetus Indicator	Sündinud tallena Lambs born	Toitumushinde muutus BCS change	Farm A	Farm B	Farm C	Kokku Total	P väärtus p-value	
Uttele arv Number of ewes	Üksik Single	↓	18	5	16	39	$F_{2,80} = 5,40$ $p = 0,006$	
		–	16	7	4	27		
		↑	15	12	1	28		
	Mitmik Multiple	↓	27	28	17	72		
		–	36	14	5	55		
		↑	27	14	1	42		
Talle sünnimass Lamb birth weight (kg)	Üksik Single	↓	3,81	5,30	3,76	4,01	$F_{2,163} = 1,13$ $p = 0,33$	
		–	4,57	5,57	3,98	4,76		
		↑	4,19	5,32	4,00	4,65		
	Mitmik Multiple	↓	3,43	4,39	3,63	3,84		
		–	3,57	4,49	3,00	3,75		
		↑	3,71	4,45	4,00	3,97		
Talle 100 päeva kehamass Lamb 100-day bodyweight (kg)	Üksik Single	↓	29,47	27,25	21,67	26,83	$F_{2,72} = 1,35$ $p = 0,27$	
		–	29,50	26,33	24,67	28,04		
		↑	32,38	25,88	27,00	29,77		
	Mitmik Multiple	↓	24,69	20,19	20,08	21,92		$F_{2,155} = 10,30$ $p < 0,001$
		–	23,67	21,33	19,08	22,85		
		↑	29,49	20,71	25,00	26,60		

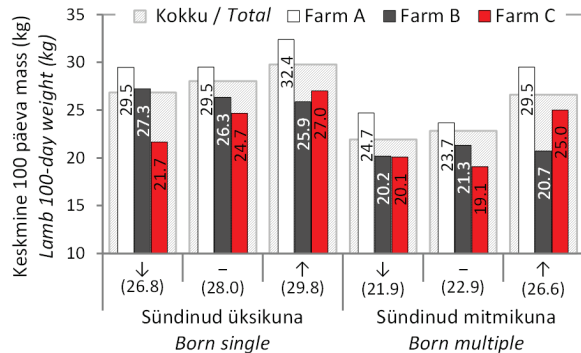
Tabelis 3 ja joonisel 3 on toodud tallede sünnimassi ja 100 päeva kehamassi seos üksikuna ja mitmikuna sündinud talledele sõltuvalt uttede toitumushinde muutumisest tiinuse ajal. Andmetest on näha, et tallede sünnimassi mõjutab kõige rohkem ute toitumuse muutus tiinusperioodil ajavahemikul paaritamisest poegimiseni (joonis 3). Kui ute toitumus langeb tiinusperioodil, siis üksiktallede sünnimass oli väiksem (4,01 kg; $p = 0,006$) võrreldes talledega, kelle ema toitumus jäi samaks (4,76 kg) või tõusis (4,65 kg). Statistiliselt oluline seos uttele tiinusega seotud toitumuse muutuse ja tallede sünnimassi vahel tuvastati üksiktallede ($p = 0,006$) vahel. Kõikides farmides kaasnes uttele toitumushinde langusega tiinusperioodil üksiktallede väiksem sünnimass. Mitmikuna sündinud talledele see seos ei olnud statistiliselt oluline ($p = 0,33$), kuigi uttedel, kelle toitumushinne tõusis tiinusperioodi ajal oli ikkagi tallede sünnimass suurem. Nii oli farmide keskmisena mitmikuttalede sünnimass uttele toitumushinde tõustes 3,97 kg, aga toitumushinde vähenemisel või samaks jäämisel vastavalt 3,84 kg ja 3,75 kg.



Joonis 3. Tallede keskmine sünnimass uttedel, kelle toitumushinne tiinuse ajal (paaritamisest poegimiseni) vähenes (↓), ei muutunud (–) või suurenes (↑); x-telje all sulgudes on toodud tallede keskmised sünnimassid kolme farmi peale kokku

Figure 3. Lamb birth weight in relation to the ewes BCS change during gestation period (from mating to lambing) declined (↓); no change (–); increased (↑); below x-axis average lamb birthweight in three farms

Uttele tiinusaegse toitumuse muutus mõjutas ka tallede keskmist 100-päeva kehamassi (tabel 3 ja joonis 4), kuid statistiliselt oluline seos ilmses vaid mitmik-tallede puhul ($p < 0,001$), kuigi farmide keskmisena oli ka üksik-tallede puhul tendents sama. Siin tuli kasuks toitumuse tõus tiinusperioodil.



Joonis 4. Tallede keskmine 100 päeva kehamass uttel, kelle toitumushinne tiinuse ajal (paaritamisest poegimiseni) vähenes (\downarrow), ei muutunud ($-$) või suurenes (\uparrow); x-telje all sulgudes on toodud tallede keskmised sünnimassid kolme farmi peale kokku

Figure 4. Lamb 100 day weight in relation to the ewes BCS change during gestation period (from mating to lambing) declined (\downarrow), no change ($-$), increased (\uparrow); below x-axis average lamb 100 day body weight in three farms

Tabel 4. Tallede keskmine 100 päeva kehamass sõltuvalt uttele poegimiseaegsest toitumushindest 2012. aastal
Table 4. Mean 100-day body weights of lambs in relation to the BCS of ewes at the time of lambing in 2012

Sündinud tallena Lambs born	Toitumus poegimisel Ewe BCS at lambing	Farm A	Farm B	Farm C	Keskmine Mean	p-value
Üksik/Single	≤ 2	25,00 (n = 1)	-	21,00 (n = 9)	21,57 (n = 10)	$F_{4,77} = 4,29$
	2,5	26,43 (n = 7)	25,00 (n = 1)	23,67 (n = 6)	25,55 (n = 14)	$p = 0,004$
	3	29,58 (n = 13)	26,00 (n = 18)	24,75 (n = 6)	27,27 (n = 37)	
	3,5	31,45 (n = 24)	26,50 (n = 14)	-	30,04 (n = 38)	
	≥ 4	33,40 (n = 5)	23,00 (n = 2)	-	31,67 (n = 7)	
Mitmik/Multiple	≤ 2	23,75 (n = 2)	19,38 (n = 8)	16,25 (n = 4)	19,33 (n = 14)	$F_{4,174} = 7,66$
	2,5	25,83 (n = 9)	20,22 (n = 29)	19,95 (n = 12)	21,19 (n = 50)	$p < 0,001$
	3	23,87 (n = 26)	20,11 (n = 23)	21,38 (n = 7)	22,22 (n = 56)	
	3,5	26,50 (n = 42)	21,50 (n = 14)	22,50 (n = 1)	25,31 (n = 57)	
	≥ 4	26,90 (n = 11)	-	-	26,90 (n = 11)	

Järeldused

Tehtud uurimistöö mahelambafarmides näitas, et talle sünnimass ja 100 päeva kehamass olid seotud uttele toitumushinde ja selle muutusega reproduktsioonitsükli erinevatel perioodidel. Kuna pesakonna suurus oli suurim uttel, kelle toitumushinne enne paaritamist oli 3,0 punkti, siis järeldame, et väga oluline on taastada uttele toitumus vabal perioodil, et sellega kaasneks uttele toitumushinde tõus võõrutusjärgsel perioodil. Söötmise seisukohalt oli sigimistsükli kõige probleemsem ja olulisem uttele tiinusperiood. Tiinusperioodi söötmine ja sellest tulenev toitumushinde muutus mõjutas nii tallede sünnimassi kui tallede 100 päeva kehamassi. Kui ute toitumus langes tiinusperioodil, siis üksik-tallede sünnimass oli väiksem võrreldes talledega, kelle ema toitumus jäi samaks või suurenes ($p = 0,006$). Mitmik-talledel oli 100 päeva kehamass suurem, kui uttele toitumushinne tiinuse ajal tõusis ($p < 0,001$). Tallede 100 päeva kehamass oli enam seotud ute toitumusega poegimisel kui uttele söötmisega imetamisperioodil, sest nii üksik- kui mit-

Neil uttel, kellel toitumus tiinuse ajal suurenes oli nii üksik kui mitmik-tallede 100 päeva mass suurem võrreldes kahe ülejäänud rühmaga.

Statistiliselt väga oluliselt mõjutas tallede 100 päeva kehamassi uttele poegimisaegne toitumus (tabel 4) nii üksik- ($p = 0,004$) kui ka mitmik-talledel ($p < 0,001$). Talledel, kelle emad olid poegimise ajal paremas toitumuses, oli ka 100-päeva kehamass oluliselt suurem (tabel 4). Järelikult ka tallede 100 päeva kehamass on otseselt seotud uttele tiinusaegse söötmisega. Uttele poegimisaegne kõrgem toitumushinne tagab ka nendelt saadavate tallede kõrgema kasvukiiruse tänu uttele suurematele kehavarudele.

Meiega sarnastele järeldustele jõudsid hiljuti Uus-Meremaa teadlased (Kenyon *et al.*, 2013), kes uurisid romni tõugu uttele toitumushinde seoseid tiinusperioodi lõpul (uttele toitumushinne määrati neljandal ja viiendal tiinuskul) kolmik-tallede ellujäämisprotsentide ja kolmik-tallede võõrutusmassile. Autorid näitasid, et kolmik-talledel, kelle emadeks olid uttele toitumushindega 3, oli ka oluliselt kõrgem tallede võõrutusmass ($p < 0,05$) võrreldes uttedega, kelle toitumushinne oli 2,5. Ka kolmik-tallede ellujäämisprotsent oli suurem ($p < 0,05$), kui nende emade toitumushinne tiinuse lõpul oli kõrgem (uttele toitumushindega 3 vs. uttele toitumushindega 2,5 ja 2).

miktallede 100 päeva kehamass oli statistiliselt oluliselt kõrgem (vastavalt $p = 0,004$ ja $p < 0,001$) talledel, kelle ema toitumushinne oli poegimisel kõrgem. Uttele suurem kehavarude olemasolu enne poegimist tagab suurema tallede 100 päeva kehamassi arvatavasti uttele suurema piimakuse arvelt. Kõige parem on olukord söötmise osas siis, kui uttele toitumushinne on aastaringselt stabiilne ilma suurte kõikumisteta. Uttele imetamisperioodil tuleks ära hoida uttele toitumushinde suurem langus, sest väga lajad utted ei suuda oma kehavarusid taastada järgneval vabal perioodil uue paaritusperioodi alguseks. Uurimistest selgus, et uttele toitumuse hindamine on heaks abinõuks lammaste söötmissüsteemi monitoringuks.

Tänuavaldused

Uurimistöö on läbi viidud Põllumajandusministeeriumi rahastatud rakendusuuringute projekti "Energia- ja proteiinitarbe katmine mahelammaste söötmisel ning mahelambaliha biokvaliteet" (2010–2014) raames.

Kasutatud kirjandus

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. – Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg, MD, USA.
- Fthenakis, G.C., Arsenos, G., Brozos, C., Fragkou, I.A., Giadinis, N.D., Giannenas, I., Movrogianni, V.S., Papadopoulus, E., Valasi, I. 2012. Health management of ewes during pregnancy. – XXVII World Buiatrics Congress, p. 127–133.
- Kenyon, P.R., Morel, P.C.H., Morris, S.T. 2011. Effect of liveweight and body condition score of ewes at mating and shearing mid pregnancy, on birthweights and growth rates of twin lambs to weaning. – New Zealand Veterinary Journal, 52, 3, p. 145–149.
- Kenyon, P.R., Morris, S.T., Hickson, R.E., Back, P.J., Ridler, A.L., Stafford, K.J., West, D.M. 2013. The effects of body condition score and nutrition of triplet-bearing ewes in late pregnancy. – Small Ruminant Research, Vol. 113, p. 154–161.
- Mendizabal, J.A., Delfa, R., Arana, A., Purroy, A. 2011. Body condition score and fat mobilization as management tools for gotas on native pastures. – Small Ruminant Research, 98, p. 121–127.
- Piirsalu, P., Samarütel, J., Tölp, S., Nutt, I., Vallas, M. 2012. Mahelammaste söötmine, uttelede toitumus ning jõudlus sigimistükli erinevatel perioodidel. – Agaraarteadus, 2, lk 27–35.
- Põllumajandusloomade söötmissnormid koos söötade tabelitega (koost Ü. Oll). 1995. – Tartu, 186 lk.
- Russel, A. 1984. Body condition scoring of sheep. – In Practice, 6, p. 91–93.
- SAS 9.2 Online Doc., 2013, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, <http://support.sas.com/documentation/92/index.html>
- Vatankhah, M., Talebi, M.A., Zamani, F. 2012. Relationship between ewe body condition score (BCS) at mating and reproductive and productive traits in Lori-Bakhtiari sheep. – Small Ruminant Research, Vol. 106, p. 105–109.

Relationships between ewe body condition score, production traits and nutrition, on organic sheep farms

Peep Piirsalu, Jaak Samarütel, Silvi Tölp,
Irje Nutt, Tanel Kaart
*Estonian University of Life Sciences,
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,
F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia*

Summary

The work was carried out on three organic sheep farms; Farms A and B (both Estonian Whiteface sheep), and farm C (Estonian Blackface sheep) over a three year period (2010 to 2012). During the period between weaning and mating, while at pasture, it was estimated that the ewes consumed from 6 to 8 kg of forage per day. During the mating period the ewes

were fed either lucerne silage (Farm A), pasture forage (Farm B) or forage in the first month and then hay (Farm C). Pasture forage contained grass and legumes with < 25% legumes on farm B and 50–75% legumes on farms A and C. During the gestation period, on all farms, the ewes were fed in groups; hay for the first three months, from the fourth month a mix of hay and silage (farms A and B) or hay and whole oats (farm C). Feed samples were analysed regularly and rations were prepared to ensure they met nutritional requirements. Ewe BCS on a scale of 1 (emaciated) to 5 (obese), with 0.5 point graduations, was assessed before mating, at lambing and at weaning by two observers at the same time during the whole study, and the score was given consensually. Lambing dates, lamb birth weights and 100-day body weights were recorded. Data was analysed statistically to evaluate the association of the ewe body condition scores with litter size, lamb birth weights and lamb 100-day bodyweights. To manage the dataset and calculate the group frequencies, mean values and test the statistical significance of body condition score groups on lamb birth weights and 100-day body weights with analysis of variance, MS Excel and the statistical package SAS 9.2 (SAS 9.2 Online Doc., 2013) were used.

Throughout the reproductive cycle the ewes gained or lost body condition. Ewes consumed only pasture feed, containing metabolizable energy of 10.5 to 11.0 MJ/kg DM per day during the period between weaning and mating, while at pasture, which sufficiently covered their needs for energy and protein. In both study years, the ewes improved their body condition between weaning and mating and reached, by the time of mating, mean body condition scores of 3.47 and 3.14 during the first and second study years respectively, which are within the optimal range for this period. In the current study the number of lambs born per ewe was highest (1.78; NS) in ewes whose body condition at mating was 3.0.

The most critical time, from the aspect of ewe nutrition, was the gestation period, when mean ewe BCS change on all three farms was greatest, -0.39 ± 0.57 and -0.20 ± 0.65 points in the first and second study years respectively. In the second study year the ewes were fed hay and silage during the last two month of the gestation period on farms A and B, which enabled them to better cover the energy demand, and the BCS change was minimal (farm A -0.04 ± 0.52 ; farm B -0.04 ± 0.62 points). On farm C in the second study year the ewes were fed only hay in the gestation period and the BCS loss was -0.61 ± 0.7 points, in contrast to the first year when the ewes were fed hay with 0.35 kg oats per day and the BCS loss was -0.35 ± 0.62 points. Maintaining the BCS in the gestation period is important, as lamb birth weights and 100-day weights were related to the ewe body condition change during the gestation period; the birth weight of single lambs was significantly different depending on the ewe BCS change during the gestation ($p = 0.006$). The 100-day body weights differed in

multiple lambs with different BCS change of their dams during gestation ($p < 0.001$). The ewe BCS at lambing was also related to 100-day body weight of both single ($p = 0.004$) and multiple lambs ($p < 0.004$); the 100-day body weights of lambs were greater in those ewes whose BCS was higher at lambing.

This analysis has shown that lamb birth weight and lamb 100-day weight were affected by ewe BCS, and BCS change at certain periods of the reproductive cycle on organic sheep farms. As the number of lambs born per ewe was highest in ewes whose BCS at mating was 3.0, improvement of body condition during the period after weaning is very important.

Maintaining the BCS during the gestation period is important as lamb birth weight and 100-day weight were both related to the ewe body condition change during the gestation period. The ewe BCS at lambing was related to single and multiple lamb 100 day body weight. However, it is also important to avoid large BCS loss during lactation otherwise ewes cannot restore their original BCS during the free period by the time of the next mating period. Body condition scoring appears to be a useful tool for monitoring herd nutritional status of organically farmed sheep.



TEHISTINGIMUSTES PEETAVATE ULUKKASLASTE KEEMILINE IMMOBILISEERIMINE

CHEMICAL IMMOBILIZATION OF WILD FELINE SPECIES IN CAPTIVE CONDITIONS

Aleksandr Semjonov, Vladimir Andrianov
Eesti Maaülikool

Saabunud: 6.12.2013
Received:
Aktsepteeritud: 14.12.2013
Accepted:

Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online:

Vastutav autor Vladimir
Corresponding author Andrianov
e-mail: vladimir.andrianov@emu.ee

Keywords: lynx, tiger, leopard, lion,
immobilization, monitoring.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_semjonov.pdf

ABSTRACT. The majority of the wild feline species are classified as dangerous or particularly dangerous, and that is why, in captivity conditions, performing routine manipulations is impossible without immobilisation. The choice of the immobilization method is made taking into consideration specific conditions, human resources, technology and the equipment available for registering vital physiologic parameters during anaesthesia. The aim of the present study was to test Ketamine-Medetomidine and Tiletamine-Zolazepam-Medetomidine combinations for immobilisation of 4 wild feline species in captive conditions, as well as comparative analysis of the two methods, based on monitoring data acquired during chemical immobilisation. Study is based on European lynx, Amur tiger, Amur leopard and African lion immobilization in captivity.

© 2013 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2013 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Metsloomadega töötamisel tekib vältimatuid olukordi, kui on vajalik looma püüda või immobiliseerida. Antud protseduure on võimalik teostada ainult keemilise immobiliseerimise vahendeid kasutades. Seda tehakse loomale distantsilt farmakoloogiliste preparaatide manustamisega spetsiaalsete vahendite abil, mille tulemusena kaotab loom ajutiselt nii liikumisvõime kui ka kaitsereaktsiooni (Chizhov, 1992). Metsloomade immobiliseerimine võib toimuda kahes erinevas olukorras. Esimesel juhul püütakse ja immobiliseeritakse loomad vabas looduses, teisel juhul tehistingimustes, st loomaaias, kasvandustes või loomaparkides, kus loomad on inimesega kohanenud. Nende kahe juhtumi põhiliseks erinevuseks on stressi tase, mis on looma püüdmisel vältimatu. Vabas looduses ei ole loomal pidevat kontakti inimesega, mille tõttu nende stressi tase püüdmisel on oluliselt kõrgem. Stress aktiveerib organismis neuroendokriinsete reaktsioonide süsteemi, mille tulemusena toimub stressihormooni – kortisooli – aktiivne purse (West, 2007; Fowler, 2008). Kortisool vähendab märkimisväärselt organismi tundlikkust anesteetikumide suhtes,

mille tõttu anesteetiliste preparaatide doosid on metsikute loomade immobiliseerimise korral vabas looduses palju suuremad.

Antud artiklis on toodud tehistingimustes peetavate kaslaste monitooringu andmed ja immobiliseerimise meetodid. Kaslaste (*Felidae*) sugukond hõlmab 37 kiskjaliste liiki. 29 liiki kuuluvad väikeste kaslaste (*Felinae*) hulka ja 8 liiki suurte kaslaste (*Pantherinae*) hulka. Suurem osa nendest on ohtlikud või üliohtlikud loomad, seetõttu on nende tehistingimustes pidamine ja rutiinsete menetluste läbiviimine ilma liikumatuks tegemise protseduurita võimatu. Erandiks on ainult need kaslased, kelle pidamise juures kasutatakse käitumistreeningut (West, 2007; Fowler, 2008). Ulukkaslastega töötades aktsepteeritakse kahte immobilisatsiooni põhimeetodit: füüsiline ja keemiline immobilisatsioon (West, 2007; Fowler, 2008). Füüsilist immobilisatsiooni meetodit kasutatakse ainult väikeste kaslaste puhul, kelle mass ei ületa 16 kg, samuti suurte kaslaste poegade puhul. Seda ainult juhul, kui on omandatud vajalikud oskused ja kogemused (West, 2007). Kõikidel ülejäänud juhtudel aktsepteeritakse ainult keemilist immobilisatsiooni või anesteesiati. Tänapäeval on loomade anesteesioloogias kasutada lai

valik farmakoloogilisi preparaate ja nende kombinatsioonide. Kaugeltki mitte kõiki ei saa kasutada siiski ulukkaslaste anesteetias. Ideaalne preparaatide kombinatsioon ulukkaslaste liikumatuks tegemisel peab vastama reale rangetele nõuetele. Esiteks anesteetikum peab olema ohutu nii loomale kui ka arstile. Preparaat peab resorbeeruma kiiresti lihaskoest ja saavutama sujuva, samas kiire induktiooni. Ka looma ärkamine peab olema kiire ja sujuv. Lisaks peab preparaadil olema efektiivne antagonist, mis inaktiveerib kiiresti põhianesteetikumi toime. Ideaalne kombinatsioon ei tohi esile kutsuda hingamisdepressiooni, ega rikkuda termoregulatsiooni. Peale selle peab arvestama, et preparaat transporditakse loomale teatud kauguselt lendavate süstalde abil, mille koguseline maht on piiratud. Seega on ka ülitähtis preparaate kombinatsiooni kogus milliliitrites (Kreeger, Arnemo, 2012). Tuleb arvestada ka fakti, et terve rida preparaate on teatud riikides seadusega keelatud. Arvestades kõiki ülalnimetatud faktoreid on preparaate kombinatsioonide valik küllalt piiratud. Tänapäeval kasutatakse ulukkaslaste liikumatuks tegemiseks maailmas 4 gruppi põhipreparaate: dissotsiativsed anesteetikumid (ketamiin, tiletamiin), alfa-2-adrenomimeetikumid (medetomidin, deksmedetomidin, detomidin, ksülaasiin), tsentraalse toimega trankvilisaatorid (midasolaam, diasepaam, zolasepaam) ja opiaadid (butorfanool, etorfiin) (West, 2007; Kreeger, Arnemo, 2012; Kock, Burroughs, 2012). Preparaatide laia valiku puhul on võimalik teha mitu erinevat kombinatsiooni, kuid ükski nendest ei ole ideaalne ja üldkasutatav. Nii näiteks medetomidin häirib termoregulatsiooni ja kutsub esile hingamise depressiooni. Ksülaasiin provotseerib arütmiaid, tiletamiini ja zolasepaami kombinatsioonile on iseloomulik küllaltki pikk ärkamisperiood ning nendel puudub antagonist (West, 2007). Väikeloomade meditsiinis väga laialt levinud preparaate nagu fenooligrupi preparaate propofool ja neurosteroidset anesteetikumi alfaksolon ei saa kasutada ulukkaslaste immobilisatsiooniks, kuna need ei resorbeeru lihaskoest ning toimivad ainult intravenoosse manustamise kaudu. Ketamiini, butorfanooli ja etorfiini kasutamine loomadel on mitmetes riikides seadusega keelatud. Immobilisatsiooniprotokollide andmete järgi on etorfiin Moskva loomaaias isegi üliväikestes doosides kutsunud aafrika lõvidel esile apnoe ja lihaskrambid, mis on lõppenud ka looma surmaga (Chromov, 1982). Arvestades ülalnimetatut võib öelda, et tänapäeval on ulukkaslaste liikumatuks tegemisel tehistingimustes kõige kättesaadavamateks ja levinumateks järgmiste preparaate kombinatsioonid: ketamiin medetomidiniga, ketamiin ksülaasiiniga, tiletamiin zolasepaamiga ning tiletamin zolasepaami ja medetomidiniga (West et al., 2007; Kreeger, Arnemo, 2012; Kock, Burroughs, 2012; Alshinetskiy, 2009; Fahlman, 2008). Igal meetodikal on omad positiivsed ja negatiivsed küljed. Immobilisatsiooni meetod on alati rangelt seotud iga konkreetse situatsiooniga, inimressursside olemasoluga ja samal ajal tehniliste võimalustega ning vastava aparatuuri olemasoluga, mille abil registreeri-

takse elutähtsaid füsioloogilisi näitajaid liikumatuks tegemise protseduuri käigus. Üldarvestatavad monitooringumeetodid on: visuaalne kontroll, auskultatsioon, temperatuuri mõõtmine, südame löögisageduse mõõtmine, hingamissageduse ja hingamise kvaliteedi hindamine. Lisaparametrid, mis nõuavad spetsiaalset varustust, on pulssoksümeetria, kapnograafia, elektrokardiograafia, vererõhu mõõtmine ja veregaaside ning elektrolüüside analüüsimine. Kõige sagedamini esinevad tüsistused immobilisatsiooniprotsessil ulukkaslastel on bradükardia, hüpertensia, arütmia, hüpoventilatsioon ja krambid (West, 2007). Arvestades ülalnimetatut võib järeldada, et õige registratsioon ja monitooringuandmete analüüs võimaldab valida optimaalse meetodi, preparaate kombinatsiooni ja doosi, mida kasutada erinevate kaslaste liikide liikumatuks tegemisel. Samal ajal võimaldab see saavutada ohutustehnika vastava taseme ja vältida riske ning tüsistusi anesteetia ajal.

Materjal ja meetodika

Uuringumaterjaliks oli 4 liiki ulukkaslasti, kokku 30 looma. Alates 2012. aasta veebruarist kuni 2013. aasta septembrini immobiliseeriti 13 euroopa ilvest, 4 amuuri leopardi, 8 amuuri tiigrit ja 5 aafrika lõvi (tabel 1).

Tabel 1. Immobiliseeritud loomade hulk ja sugu
Table 1. Number and sex of immobilized animals

Loomaliik <i>Species</i>	Hulk <i>Number</i>	Isased/emased <i>Males/Females</i>
Euroopa ilves (<i>Lynx lynx</i>)	13	9/4
Amuuri tiiger (<i>Panthera tigris altaica</i>)	8	2/6
Amuuri leopard (<i>Panthera pardus orientalis</i>)	4	4/0
Aafrika lõvi (<i>Panthera leo</i>)	5	1/4

Loomade immobilisatsioon toimus erinevates euroopa loomaaedades ja loomaparkides. Immobiliseeriti kliiniliselt terved loomad nende tervisliku seisundi rutiinseks kontrolliks, profülaktiliste protseduuride läbiviimiseks, transpordiks või puuri vahetamiseks. Tehti kliiniline läbivaatus, võeti vereproov, kontrolliti hammaste seisundit ja eemaldati hambakivi, võeti sperma proov, lõigati küüsi, tehti parasiitide tõrjet, eemaldati naha uudismoodustised, paigaldati mikrokiip.

Kirjanduse andmetele ja varasematele kogemustele tuginedes, valiti välja kaks veterinaarpraktikas kasutatavat preparaate kombinatsiooni: Variant 1. ketamiini hüdrokloriidi (Bioketan® 100,0 mg/ml) ja medetomidini (Dorbene® 1,0 mg/ml) segu. Variant 2. tiletamiini, zolasepaami (Zoetil 100® 100,0 mg/ml) ja medetomidini (Dorbene® 1,0 mg/ml) segu (tabel 2).

Preparaatide valimisel arvestati ka kehtivat seadusandlust nendes riikides, kus loomi immobiliseeriti. Preparaadid segati kokku ühte süstlasse ja manustati intramuskulaarselt reie- või õlavarre piirkonda. Reversiooniks kasutati atipamesooli (Alzane 5,0 mg/ml).

Manustamisel kasutati Dan-Inject® immobiliseeri-

misvarustust: 1. puhktoru Blow 125 (Zoo), 2. püstol-CO₂-dosaator PICO₂, 3. kauginjektor JM Special (joonis 1).

Tabel 2. Preparaadid ja doosid
Table 2. Drugs and doses

Loomaliik Species	Ketamiin Ketamine (mg/kg)	Medetomidiin Medetomidine (mg/kg)	Tiletamiin- zolasepaam Tiletamin- Zolazepam (mg/kg)
Euroopa ilves (<i>Lynx lynx</i>)	3,0	0,03	–
Amuuri tiiger (<i>Panthera tigris altaica</i>)	–	0,03	3,0
Amuuri leopard (<i>Panthera pardus orientalis</i>)	3,0	0,03	–
Aafrika lõvi (<i>Panthera leo</i>)	2,5	0,07	–
	–	0,04	2,0



Joonis 1. Kauginjektor Dan-Inject JM Special
Figure 1. Dan-Inject CO₂ Injection Rifle JM Special

Preparaadi süstimiseks kasutati lensüstslaid Dan-Inject®, mahuga 1,5 ml, 3,0 ml ja 5,0 ml (joonis 2).



Joonis 2. Lensüststal Dan-Inject
Figure 2. Dan-Inject dart

Füsioloogiliste näitajate jälgimiseks kasutati anestezioloogilist multiparameetrilist monitори Eickemeyer® Vetvisor Easy ja kapnograafi BCI Capnocheck Sleep Capnograph. Registreeriti südame löögisagedus, hingamise sagedus, hapniku saturatsioon, väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk ja kehatemperatuur. Loomad asetati paremale küljele ilma lisafiksatsioonita. Monitори EKG andurid paigaldati järgmiselt: kollane vasakule aksillaarsele nahavoldile, punane paremale aksillaarsele nahavoldile, roheline vasakule reie nahavoldile (joonis 3). Pulsoksümeetri andur paigaldati keele peale. Temperatuuri andur viidi söögitoru sisse ja mõõtmist dubleeriti digitaaltermomeetriga püraasolest. Kapnograafi andur paigaldati suuõõnde kõri piirkonda. Immobiliseerimisel ei olnud loomad intubeeritud. Neuroloogilist monitooringut teostati visuaalselt. Hinnati palpebraalset, sarvkesta ja neela-

mise refleksi. Kõiki loomi immobiliseeriti siseruumides või aedikutes 12–26°C temperatuuri juures. Andmed registreeriti anesteesia monitooringuprotokollis.



Joonis 3. Immobiliseeritud euroopa ilvese monitooring
Figure 3. Monitoring of immobilized European lynx

Tulemused

Euroopa ilves (*Lynx lynx*). Kokku immobiliseeriti 13 ilvest, neist 9 looma immobiliseeriti kombinatsiooniga ketamiin-medetomidiin (variant 1) ja 4 ilvest kombinatsiooniga tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin (variant 2). Immobiliseerimise eesmärgiks oli aediku vahetamine. Preparaate manustati distantsilt reielihaste piirkonda. Variant 1 – ketamiini ja medetomidiini kasutamisel oli induksioon rahulik. Induktsiooni keskmine aeg oli 11,6 minutit (min 7, maks 21). Keskmine südame löögisagedus oli 116 lööki minutis (min 96, maks 134). Hingamine oli ühtlane ja sügav. Keskmine hingamissagedus oli 19 korda minutis (min 12, maks 26). Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 96% (min 74%, maks 100%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli keskmiselt 29 mm Hg (min 21, maks 40). Keskmine kehatemperatuur oli 37,0°C (min 35,7°C, maks 38,3°C). Lihaste lõõgastumine oli hea ja piisav manipulatsioonide läbiviimiseks. Korneaalrefleks säilis, palpebraalset refleksi ei olnud. Ühel korral registreeriti hüpotermia. Anestetikumide toime peatamiseks kasutati atipamesooli keskmiselt 36 minutit pärast anesteesia kirurgilise staadiumi algust. Ärkamine oli rahulik, järk-järguline ja sujuv. Ärkamise aeg oli keskmiselt 14 minutit pärast atipamesooli intramuskulaarset süstimist (min 9, maks 16 minutit). Variant 2 – tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin kombinatsiooni korral oli induksioon samuti kiire ja rahulik. Keskmine induksiooniaeg oli 13 minutit (min 7, maks 26). Keskmine südame löögisagedus oli 71 lööki minutis (min 51, maks 84). Keskmine hingamissagedus oli 14 korda minutis (min 10, maks 21). Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 80% (min 71%, maks 88%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli keskmiselt 37 mm Hg (min 31, maks 42). Keskmine kehatemperatuur oli 37,0°C (min 36,8°C, maks 37,2°C). Lihaste lõõgastumine oli hea,

refleksid puudusid. Kolmel loomal registreeriti bradükardia. Keskmine ärkamisaeg pärast atipamesooli süstimist oli 26 min (min 19, maks 32). Monitooringu andemete võrdlusandmed on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Euroopa ilvese monitooringu võrdlusandmed
Table 3. Reference data of European lynx monitoring

Näitaja Items	Ketamiin- medetomidiin Ketamine- Medetomidine	Tiletamiin- zolasepaam- medetomidiin Teletamine- Zolazepam- Medetomidine
Induktsiooniaeg (min) Time of induction	11,6	13
Südame löögisagedus (lööki minutis) HR (bpm)	116	71
Hingamissagedus (korda minutis) RR (bpm)	19	14
Hapniku saturatsioon veres (%) SpO ₂ (%)	93	80
CO ₂ partsiaalne rõhk (mm Hb) ETCO ₂ (mm Hb)	29	37
Kehatemperatuur (°C) Temperature (°C)	37,0	37,0
Ärkamise aeg (min) Recovery time (min)	14	26

Amuuri tiiger (*Panthera tigris altaica*). Kokku immobiliseeriti 8 amuuri tiigrit: 5 looma preparaatide ketamiin-medetomidiin kombinatsiooniga (variant 1) ja 3 looma preparaatide tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin kombinatsiooniga (variant 2). Monitooringu andemete võrdlus on toodud tabelis 4.

Tabel 4. Amuuri tiigri monitooringu võrdlusandmed
Table 4. Reference data of Amur tiger monitoring

Näitajad Items	Ketamiin + medetomidiin Ketamine + medetomidine	Tiletamiin- zolasepaam + medetomidiin Teletamine- zolazepam + medetomidine
Induktsiooniaeg (min) Time of induction	10,2	15
Südame löögisagedus (lööki minutis) HR (bpm)	65	45
Hingamissagedus (korda minutis) RR (bpm)	15	9
Hapniku saturatsioon veres (%) SpO ₂ (%)	86	69
CO ₂ partsiaalne rõhk (mm Hb) ETCO ₂ (mm Hb)	31	38
Kehatemperatuur (°C) Temperature (°C)	38,4	38,7
Ärkamise aeg (min) Recovery time (min)	16,4	37,3

Immobiliseerimise eesmärgiks oli aediku vahetamine või tervise kontroll. Preparaate manustati distant-silt reielihaste piirkonda või õlavarelihaste piirkonda. Monitooringul täheldati kahe kombinatsiooni vahel märkimisväärsed erinevusi. Variant 1 – ketamiini ja medetomidiini kasutamisel oli induktsioon kiire ja rahulik. Keskmine induktsiooni kestvuse aeg oli 10,2 minutit (min 8, maks 14). Südame löögisagedus oli stabiilne, keskmiselt 65 lööki minutis (min 59, maks 76). Hingamine oli ühtlane ja sügav. Kahel loomal

täheldati esimese 5 minuti jooksul lühiajalist apnoet, mis möödus iseseisvalt. Keskmine hingamissagedus oli 15 korda minutis (min 12, maks 19). Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 86% (min 74%, maks 91%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli keskmiselt 31 mm Hg (min 20, maks 44). Keskmine kehatemperatuur oli 38,4°C (min 35,7°C, maks 38,3°C). Pärast atipamesooli süstimist oli keskmine ärkamise aeg 16,4 minutit (min 7, maks 22). Variant 2 – tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin kombinatsiooni kasutamisel oli induktsioon kiire, keskmiselt 15 minutit (min 13, maks 17). Südame löögisagedus oli keskmiselt 45 lööki minutis (min 32, maks 54). Kahel korral, kui tekkis bradükardia, kasutati südame töö kiirendamiseks atropiini. Hingamist raskendades ekspiratsioon ja lühiajaline apnoe. Keskmine hingamissagedus oli 9 korda minutis (min 3, maks 14). Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 69% (min 64%, maks 84%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli keskmiselt 38 mm Hg (min 31, maks 46). Keskmine kehatemperatuur oli 38,7°C (min 35,7°C, maks 38,3°C). Ärkamisepäriod pärast atipamesooli süstimist oli pikk, keskmiselt 37 minutit (maks 26, min 57).

Amuuri leopard (*Panthera pardus orientalis*). Kokku immobiliseeriti 4 amuuri leopardi. Üks neist preparaatide ketamiin-medetomidiin kombinatsiooniga (variant 1) ja kolm preparaatide tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin kombinatsiooniga (variant 2) Monitooringu andemete võrdlus on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Amuuri leopardi monitooringu võrdlusandmed
Table 5. Reference data of Amur leopard

Näitaja Items	Ketamiin- medetomidiin Ketamine- Medetomidine	Tiletamiin- zolasepaam- medetomidiin Teletamine- Zolazepam- Medetomidine
Induktsiooniaeg (min) Time of induction	7	10
Südame löögisagedus (lööki minutis) HR (bpm)	98	86
Hingamissagedus (korda minutis) RR (bpm)	24	20
Hapniku saturatsioon veres (%) SpO ₂ (%)	95	93
CO ₂ partsiaalne rõhk (mm Hb) ETCO ₂ (mm Hb)	25	29
Kehatemperatuur (°C) Temperature (°C)	36,5	36,5
Ärkamise aeg (min) Recovery time (min)	5	33

Manustamiskohaks olid abaluupiirkonna lihased. Variant 1 – ketamiini ja medetomidiini kasutamisel oli induktsiooniaeg keskmiselt 7 min. Lihased olid lõgastunud, reaktsioon puudutamisele puudus. Anesteesia ajal säilisid nii palpebraal- kui ka kornerefleksid. Südame löögisagedus oli 97–101 lööki minutis (keskmiselt 98). Hingamissagedus oli 24–26 korda minutis (keskmiselt 24). Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 95% (min 94%, maks 96%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli keskmiselt 25 mm Hg (min 24, maks 27). Kehatemperatuur oli

kogu anesteesia ajal stabiilselt 36,5°C. Anesteesia kestis 27 minutit. Loom ärkas 5 min pärast atipamesooli süstimist. Ärkamisperiood pärast atipamesooli süstimist oli pikk, keskmiselt 37 minutit (min 26, maks 57). Variant 2 – tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin kombinatsiooni kasutamisel oli induktsioon kiire, keskmiselt 10 minutit (min 8, maks 12). Lihaste lõõgastumine oli hea, reflekse ei olnud. Südame löögisagedus oli keskmiselt 86 lööki minutis (min 80, maks 91). Hingamine oli ühtlane ja sügav. Keskmine hingamissagedus oli 20 korda minutis (min 17, maks 24). Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 93% (min 89%, maks 98%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli keskmiselt 29 mm Hg (min 26, maks 31). Kehatemperatuur langes stabiilselt ja oli 36,1–36,7°C. Kompliksioone ja erakorralisi olukordi ei olnud. Anesteesia kestis keskmiselt 41 min. Pärast atipamesooli süstimist oli keskmine ärkamisaeg 33 minutit (min 37, maks 45).

Aafrika lõvi (*Panthera leo*). Kokku immobiliseeriti 5 aafrika lõvi. Kaks ketamiini ja medetomidiini seguga, kolm preparaate tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin kombinatsiooniga. Monitooringu andmete võrdlus on toodud tabelis 6.

Tabel 6. Aafrika lõvi monitooringu võrdlusandmed
Table 6. Reference data African lion monitoring

Näitaja Items	Ketamiin- medetomidiin Ketamine- Medetomidine	Tiletamiin- zolasepaam- medetomidiin Tiletamine- Zolazepam- Medetomidine
Induktsiooniaeg (min) Time of induction	17	12
Südame löögisagedus (lööki minutis) HR (bpm)	71	58
Hingamissagedus (korda minutis) RR (bpm)	18	15
Hapniku saturatsioon veres (%) SpO ₂ (%)	93	87
CO ₂ partsiaalne rõhk (mm Hb) ETCO ₂ (mm Hb)	30	33
Kehatemperatuur (°C) Temperature (°C)	37,6	37,6
Ärkamise aeg (min) Recovery time (min)	12	52

Kõikidel juhtudel manustati preparaadid alaluupir-konda või kaela ülemisse osasse. Variant 1: kaks ülekaalulist lõvi immobiliseeriti ketamiini ja medetomidiini seguga. Induktsiooniajaks oli 14 ja 17 minutit. Mõlemal loomal oli hästi väljendunud lihaste lõõgastumine ja nad ei reageerinud puudutustele. Palpebraalrefleksi ei olnud. Südame löögisagedus oli keskmiselt 67–80 lööki minutis. Hingamine oli ühtlane ja sügav 14–20 korda minutis. Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 90–95%. Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk oli 27–30 mm Hg. Kehatemperatuur oli vahemikus 37,3–37,7°C. Variant 2: kolm kliiniliselt tervet lõvi immobiliseeriti tiletamiini-zolasepaami ja medetomidiini seguga. Induktsiooniaeg oli keskmiselt 12 minutit (min 10, maks 14). Uni oli sügav. Südame löögisagedus oli kõikidel lõvidel stabiilselt 57–61 lööki minutis. Hingamine oli

ühtlane, kuid prolongeeritud ekspiratsiooniga. Hingamissagedus oli 13–16 korda minutis. Hapniku saturatsioon veres oli keskmiselt 87% (min 85%, maks 90%). Väljahingatava süsihappegaasi partsiaalne rõhk 33 mm Hg (min 31, maks 36). Ärkamisperiood oli pikk: 46–58 minutit pärast atipamesooli süstimist.

Arutelu

Vastavalt viimasel ajal avaldatud kirjandusandmetele on ulukkaslaste puhul kõige efektiivsemateks ja kättesaadavamateks seadusega lubatud preparaatideks ketamiin, medetomidiin, ksülasiin, tiletamiin, zolasepaam ning nende kombinatsioonid (Fahlman, 2008; West, 2007; Kreeger, Arnemo, 2007; Holmes, 1973; Arnemo, 2006; Alshinetskiy, 2009; *etc.*). Just need preparaadid valiti praktiliseks kasutamiseks ja analüüsimiseks. Preparaatide valikul arvestati tehnilisi võimalusi, inimressurssi ning samuti selle riigi seadusi, kus uuring läbi viidi. Tuleb märkida, et erinevate kaslaste liikide kohta leidub väga vähe kirjanduse- ja monitooringuandmeid ning arvestades kaslaste erinevaid liike, on andmed kas puudulikud või puuduvad täiesti. Uuringu eesmärgiks oli tehistingimustes elavate teatud kaslaste liikide liikumatuks tegemine ülalnimetatud preparaatidega ning monitooringu andmete jälgimine anesteesia protsessis. Vajadusel stabiliseeriti samaaegselt looma üldseisundit. Samuti analüüsiti looma üldseisundit ja saadud andmeid. Töötati välja ja formuleeriti selle protseduuri läbiviimise soovitusel arvestades loomaliiki. Kaasaegse portatiivse aparatuuri olemasolu koos üldmonitooringuga andsid võimaluse saada uusi väärtuslikke andmeid ja võimaluse vältida samal ajal riskiseisundit ning tüsistusi nii loomale kui ka inimesele ekstreemsetes olukordades. Meie uuringud kinnitasid olemasolevaid kirjanduse andmeid, mis väidavad, et ulukkaslaste immobilisatsioon on erinevatel liikidel väga erinev. Seetõttu on otstarbekas analüüsida igat loomaliiki eraldi.

Euroopa ilves. Nende loomade keemilise immobilisatsiooni jaoks soovivad paljud autorid kombineerida ketamiini ksülasiiniga või medetomidiini butorfanooliga (Arnemo, 2006; Rockhill, 2011; Poole, 1993; Alshinetskiy, 2009). Meie katetasime pakutud variante ja saadud tulemused lubavad väita, et optimaalne variant tehistingimustes ilveste anesteesiaks on hoopis preparaate Ketamiin-Medetomidiin kombinatsioon. Vastav kombinatsioon tekitab suhteliselt pehme ja kiire toime, mis kestab maksimaalselt 11,6 minutit. Meie andmed erinevad tunduvalt teatud autorite uuringutest, kus nende andmete järgi induktsiooni aeg ulatub kuni 21 minutini (Rockhill, 2011). Preparaatide ketamiin-medetomidiin kombinatsiooni kasutamisel on loomad täiesti lõdvad ja seetõttu sobib see hästi väheinvasiivsete protseduuride (transport, küünite lõikus, antiparasitaarne töötus, mikrokiipide paigaldus jne) teostamiseks. Füsioloogiliste andmete monitooring näitas, et südame löögisagedus oli kogu anesteesia jooksul stabiilne ning ei tekitanud bradükardiat. Hingamine oli samaaegselt rütmiline, sügav ja stabiilne. Anesteesia esimese 3–5 minuti jooksul registreeriti

lühiajalist apnoe seisundit, mis möödus iseseisvalt ja ei vajanud medikamentooset korrektsiooni. Hingamise funktsionaalsed parameetrid nagu hapniku saturatsioon ja partiaalne süsihapperõhk olid stabiilsed ning sarnanesid kodukasside andmetele. Kõikidel juhtudel kasutati reversiooni. Ärkamine oli kiire ja sujuv, loomad ärkasid 10–14 minuti jooksul. Mis puutub kombinatsiooni tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin, siis oleme nõus suurema osa autoritega, kes ei soovita kasutada seda ilveste anesteesiaks, kui on olemas alternatiivsed võimalused (Kreeger, Arnemo, 2012). Selle kombinatsiooni puudusteks märgivad autorid selgelt väljenduvat bradükardiat ja hingamise sageduse langust. Samal ajal ei ulatu need andmed küll kriitilise punkti, kuid erinevad normidest. Samuti on puuduseks tunduvalt pikem ärkamise periood.

Amuuri tiiger. Tiigrite anesteesia tekitab kirjanduses palju diskussiooni (Kreeger, Arnemo, 2012; West, 2007; Curro *et al.*, 2004; Wack 2003.). Mõnede autorite arvamus järgi võib kombinatsioon tiletamiin-zolasepaamiga põhjustada tiigritele kahjulikke kõrvaltoimeid, mis on seotud närvisüsteemiga ja mille tagajärjel tekivad krampid ja ataksia ning teatud juhtudel isegi looma surm kahe kuni nelja ööpäeva möödumisel peale anesteesiast. (Curro *et al.*, 2004; Wack, 2003). Seetõttu ei soovita need autorid seda kombinatsiooni tiigrite anesteerimisel kasutada (West, 2007). Vaatamata sellele on mõned autorid teisel seisukohal. Kreegeri ja Arnemo järgi oli tiigrite anesteesia puhul fataalseid juhusid 1,3%, mida peetakse heaks tulemuseks arvestades anesteeriariskide taset erinevate anesteetikumide puhul (Kreeger, Arnemo, 2012). Meie uuringud näitasid, et tiletamiini, zolasepaami ja medetomidiini kombinatsioon oli füsioloogiliste näitajate poolest tunduvalt halvem, kui kombinatsioon ketamiin-medetomidiiniga. Vaatamata sellele võib seda kombinatsiooni samuti praktikas kasutada. Põhilised puudused selle kombinatsiooni puhul on bradükardia ja puudulik okügenisatsioon. Normaalse südametegevuse sagedus on tiigril 56–97 lööki minutis (Larsson *et al.*, 2008). Ka meie uuringutes oli ketamiin-medetomidiin kombinatsiooni kasutamisel südametegevuse sagedus 59–76 lööki minutis. Tiletamiini-zolasepaami-medetomidiini kombinatsiooni puhul langesid need näitajad 32–54 löögini minutis, mis viitab bradükardia seisundile. Meie kasutasime oma töös bradükardia korrigeerimiseks atropiinsulfaadi injektsiooni 0,04 mg/kg kohta. Hapniku saturatsiooni languse ja süsihappe partiaalarõhu tõusu puhul kasutasime kunstlikku kopsuventilatsiooni ja sundoksigenisatsiooni (hapniku manustamine voolikuga ninasõõrmetesse). Samuti tuleb märkida, et tiletamiini-zolazepaami-medetomidiini kombinatsiooni puhul võttis ärkamine rohkem aega kui preparaatide ketamiin-medetomidiin kombinatsiooni puhul. Kirjanduse andmed ja meie uuringu tulemused tõestavad kontseptsiooni, et optimaalne kombinatsioon tiigrite liikumatuks tegemiseks on ketamiini ja medetomidiini segu, kuid ekstreemsetes situatsioonides ning riikides, kus ketamiini kasutamine on seadusega keelatud, võib kombinatsioon tiletamiin-

zolasepaam-medetomidiin olla alternatiivse variandina kasutusel. Selle kombinatsiooni korral on väga oluline füsioloogiliste andmete monitoring ja pidev valmisolek medikamentoosseks korrigeerimiseks.

Amuuri leopard. Leopardide anesteesia on väga spetsiifiline ja see on seotud reaalse riskiga anestesioloogi ja töömeeskonna suhtes. Need loomad on ärgates ja ka anesteesia ajal võrreldes teiste kaslastega äärmiselt agressiivsed ja nad ründavad kohe, mitte ei põgene. Meie uuringud näitasid, et leopardidel võib edukalt kasutada mõlemat ülalnimetatud preparaadi kombinatsiooni. Monitoringunäitajad on sarnased, kuid vähesel määral siiski ketamiini ja medetomidiini kombinatsiooni kasuks. Tuleb märkida, et tiletamiini-zolasepaami-medetomidiini kombinatsioon kutsub adekvaatses doosis esile veidi sügavama une, mis on inimeste suhtes turvalisem. See aga on väga oluline eriti ohtlike loomade anestesioloogias (West, 2007; Kreeger, Arnemo, 2012). Arvestades seda spetsiifikat soovib suurem osa autoritest kasutada tiletamiini-zolazepaami-medetomidiini kombinatsiooni täiskasvanud ja tervete loomade puhul. Kui tegu on riskigrupi patsientidega (haiged, kõhnunud), soovitakse kasutada ketamiini ja medetomidiini kombinatsiooni.

Aafrika lõvi. Kirjanduse andmed lõvide anesteesia kohta on suhtelised sarnased. Nagu leopardidel, on ka lõvide anesteesia teostamise juures kirjeldatud juhusid loomade ärkamisest anesteesia ajal kui anesteeriti ketamiini ja medetomidiiniga (Kreeger, Arnemo 2012; Kock, 2012). Meie andmete põhjal võib öelda, et kombinatsioon tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin sobib paremini lõvidele, sest see on turvalisem, ei avalda negatiivset mõju ega muuda füsioloogilisi parameetreid täiskasvanud loomadel. Selle kombinatsiooniga on võimalik saavutada vajaliku tasemega relaksatsiooni ja hoida südametegevus ning teised organismi funktsioonid normi piires. Oleme samal arvamusel suurema osaga autoritest, et turvalisuse reegleid arvestades, on soovitatav kasutada täiskasvanud lõvidel tiletamiini-zolasepaami-medetomidiini kombinatsiooni. Riskigrupi loomade puhul võib optimaalseks variandiks lugeda ketamiini-medetomidiini kombinatsiooni.

Optimaalne preparaatide valik ja õigesti läbiviidud anesteesia monitoring võimaldab registreerida kõiki füsioloogilisi näitajaid ja õigeaegselt reageerida muudatustele protseduuride käigus, mis vähendab märkimisväärselt kõiki kaasnevaid riske. Selle tulemusel ei hukkunud protseduuride käigus ükski ülalnimetatud loom.

Järeldused

1. Efektiveks ja turvaliseks ulukkaslaste immobiliseerimiseks tehistingimustes on peamine leida õige tegevuse strateegia, arvestades konkreetset olukorda, tehnilisi võimalusi ja seadusi.
2. Kaasaegne portatiivne varustus ja aparatuur anesteesia käigus tõstab radikaalselt monitoringu taset ja võimaldab vältida ettearvamatuid riske.
3. Euroopa ilvese immobiliseerimiseks sobib kõige

paremini ketamiini-medetomidiini kombinatsioon, doosis 3,0 mg/kg ketamiini ja 0,03 mg/kg medetomidiini.

4. Amuuri tiigri immobiliseerimiseks on optimaalne ketamiini-medetomidiini segu. Doosis 3.0 mg/kg ketamiini ja 0,02 mg/kg medetomidiini. Eriolukorras ning riikides, kus ketamiini kasutamine on seadusega keelatud, võib kasutada alternatiivse variandina kombinatsiooni tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin.

5. Amuuri leopartide immobiliseerimiseks on optimaalne kombinatsioon tiletamiin-zolasepaam-medetomidiin. Doosis 2 mg/kg tiletamiin-zolasepaam ja 0,03 mg/kg medetomidiini.

6. Optimaalseks kombinatsiooniks aafrika lõvide immobiliseerimiseks võib lugeda tiletamiin-zolasepaam-medetomidiini segu. Doosid: 2 mg/kg tiletamiin-zolasepaam ja 0,04 mg/kg medetomidiini.

Tänuavaldused

Käesolev eksperimentaalne töö oli võimalik teha tänu ETF grant 8513 toetusele.

Kirjandus

- Alshinetskiy, M. 2009. Application Zoletil at wild and zoo animals. – Actual veterinary problems in zoos I. (ed. V. Spicin). Moscow Zoo. EARAZA, p. 77–83.
- Arnemo, J. 2006. Risk of capture-related mortality in large free-ranging mammals: experiences from Scandinavia. – Wildlife Biology, p. 109–113.
- Chizhov, M. 1992. Immobilizacija dikih zhivotnyh. Leningradskij Zoopark, 175 lk (vene keeles)
- Chromov, V. 1982. Moskva loomaia loomade anesteesia protokollid.
- Curro, T.G., Okeson, D., Zimmerman, D., Armstrong, D.L., Simmons, L.G. 2004. Xylazine-Midazolam-Ketamine versus Medetomidine-Midazolam-Ketamine Anesthesia in Captive Siberian Tigers (*Panthera tigris altaica*). – Journal of Wildlife Medicine, Vol 35, p. 320–327.
- Fahlman, Å. 2008. Advances in wildlife immobilisation and anaesthesia. – Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 70 pp.
- Fowler, M. 2008. Zoo and Wild Animal Medicine. – Saunders Elsevier. 495 pp.
- Holmes, R. 1973. Restraint of captive and wild lion (*Panthera leo*), leopard (*Panthera pardus*) and cheetah (*Asinonyx jubatus*). – The Veterinary record, March 1973, England.
- Kock, M., Burroughs, R. 2012. Chemical and Physical Restraint of Wild Animals. 386 pp.
- Kreeger, T., Arnemo, J. 2012. Handbook of Wildlife Chemical Immobilization. Fourth Edition. – China. 448 pp.
- Larsson, M.H., Coelho, F.M., Oliveira, V.M., Yamaki, F.L., Pereira, G.G., Soares, E.C., Fedullo, J.D., Pereira, R.C., Ito, F.H. 2008. Electrocardiographic parameters of captive lions (*Panthera leo*) and tigers (*Panthera tigris*) immobilized with ketamine plus xylazine. – Journal of Wildlife Medicine, United States, p. 314–319.
- Poole, K.G., Mowat, G., Slough, B.G. 1993. Chemical Immobilization of Lynx. – Wildlife Society Bulletin Vol. 21, No. 2, p. 136–140.
- Rockhill, A.P., Chinnadurai, S.K., Powell, R.A., DePerno, C.S. 2011. A comparison of two field chemical immobilization techniques for bobcats (*Lynx rufus*). – Journal of Wildlife Medicine, 42(4), p. 580–585.
- Semjonov, A. 2013. Chemical immobilization of the European lynx (*Lynx lynx lynx*) and European wolf (*Canis lupus lupus*). – Actual veterinary problems in zoos II (ed. V. Spicin). Moscow Zoo. EARAZA, p. 139–143.
- Semjonov, A. 2013. Monitoring of general anaesthesia in wild animals. – Actual veterinary problems in zoos II. (ed. V. Spicin). Moscow Zoo. EARAZA, p. 124–131.
- Wack, R. Felidae. In: Zoo and Wild Animal Medicine, 5th ed. (eds. M.Fowler, R. Miller), p. 491–501.
- West, G. 2007. Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia. – Blackwell Publishing, 718 pp.

Chemical immobilization of wild feline species in captive conditions

Aleksandr Semjonov, Vladimir Andrianov
Estonian University of Life Sciences

Summary

The present study aimed at actual immobilization of various feline species in captive conditions using the above mentioned combinations of medications, monitoring data registration during anaesthesia, their analysis, and development of recommendations of anaesthesia performance in relation to species characteristics. The authors of the present paper recommend to use for european lynx Ketamine and Medetomidine combination in dosage (K) 3.0 mg/kg + (M) 0.03 mg/kg. Ketamine and Medetomidine combination is optimal for amur tiger immobilisation. Dosage: 3 mg/kg (K) and 0.02 mg/kg (M). However, in emergency cases and in the countries where the use of Ketamine is limited by the current legislation, Tiletamine-Zolazepam-Medetomidine combination can be used as an alternative. Leopard anaesthesia is specific and directly related to real risks for an anaesthesiologist and his or her team. These animals, when waking during anaesthesia, differently from other feline species, are rather aggressive and tend to attack people instead of escaping from them. Tiletamine-Zolazepam-Medetomidine combination in a dosage 2 mg/kg TZ and 0.03 mg/kg M allows for a deeper sleep and, therefore, greater safety for the people working with the animal, which is a decisive factor in anaesthesia of particularly dangerous wild animals. The authors recommend using Tiletamine-Zolazepam-Medetomidine combinations on adult healthy African lions. Dosage 2 mg/kg (TZ) and 0.04 mg/kg (M).



PIKAAJALISE LAAGERDAMISE MÕJU ABERDIINI-ANGUSE VEISETÕU LIHAKVALITEEDILE

EFFECT OF LONG AGEING TIME ON BEEF QUALITY OF ABERDEEN ANGUS

Alo Tänavots¹, Arne Põldvere^{1,2}, Lembit Lepasalu¹, Riina Soidla¹

¹ Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini loomakasvatuse instituut, F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu

² Eesti Tõusigade Aretusühistu, Aretuse 2, 61411 Märja, Tartumaa

Saabunud: 18.09.2013
Received: 18.09.2013
Aktsepteeritud: 26.09.2013
Accepted: 26.09.2013

Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online: 20.12.2013

Vastutav autor: Alo Tänavots
Corresponding author: Alo Tänavots
e-mail: alo.tanavots@emu.ee

Keywords: beef, tenderness, ageing, Aberdeen Angus breed, Warner Bratzler sheare force test

Lühendid / Abbreviation key: **MTM** – suur ümarlihas (*m. teres major*); **MLD** – pikim seljalihhas (*m. longissimus dorsi syn. m. longissimus thoracis et lumborum*), **WB** – Warner Bratzler.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_tanavots.pdf

ABSTRACT. Beef cattle farming have expanded rapidly over the last decade in Estonia. The objective of this work was to study the effect of long ageing time on the quality of meat of the Aberdeen Angus cattle. Technological traits were analysed at 14, 28, 35 and 60 days, and chemical parameters at 14 days of ageing. No differences were found between the moisture, ash and protein contents of the muscles, while intramuscular fat concentration ranged from 0.15 to 2.62% in MTM and 0.87 to 1.62% in MLD. Decline in pH was observed, whereas electroconductivity, ageing and boiling loss increased during ageing. The shear force energy at the cutting point of MTM fibres was 221.1–271.1 mJ. Breaking point of MTM muscle fibres was highest (38.5 N) at 35 days of storing. Significantly lower shear force (29.6 N) was at 60 days. No differences were found between 14 and 28 days of ageing. The MLD muscle showed a clear trend towards tenderizing during ageing (139.1–80.4 mJ). The energy consumption value decreased at 35 days, while the shear force was significantly lower already at 28 days compared to 14 days of ageing (27.8 vs. 22.5 N). At 60 days, the shear force was 16.6 N. It can be concluded that ageing did not affect MTM muscle tenderness during 14 to 35 days of storing, and had only a modest effect at 60 days. However, ageing time had a significant effect on the tenderness of MLD.

© 2013 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2013 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Eestis on viimasel kümnendil lihavedekasvatuse järjest laiemalt levinud ja veiselihha on leidnud tarbijate toidulaual olulise koha. Aastate jooksul on imporditud üha enam lihavedetõuge, keda peetakse enamasti vabalt karjamaal. Eesti Lihavedekasvatavate Seltsi (2013) andmetel oli 2013. aasta jaanuari seisuga Eestis 14 erinevat lihavedetõugu 50 977 veisega, kellest arvukuselt teisel kohal 25%ga oli aberdiini-anguse tõug. Aberdiini-anguse tõugu lihavede liha peetakse üheks õrnemaks tänu kõrgemale rasvasisaldusele võrreldes teiste mandriuroopa lihatõugudega (Koch jt, 1982; Koch jt, 1979; O'Ferrall jt, 1989; Chambaz, 2003).

Lihavedeid on aretatud spetsiaalselt selleks, et saada kõrgema toiteväärtusega, pehmemat ja maitsvamat liha. Kuna veiselihha on struktuurilt sitke, tuleks seda

enne tarvitamist laagerdada, et vähendada lõikejõu tugevust (Field jt, 1971; Jennings jt, 1978; Mottram, 1998). Laagerduse käigus müofibrillaarsed valgud lagunevad, liha hakkab pärast surmakangestuse faasi pehmemaks muutuma, tema maitseomadused paranevad (Koochmaraie jt, 1995). Liha õrnuse parandamiseks peaks seda laagerdama vähemalt 14 päeva, pikemaajalisel laagerdumisel võib tekkida ebameeldiv lõhn ja veiselihale tekib maksa kõrvalmaitse (Hanzelková, 2011). Protsessi kestel toimuvad lihas biokeemilised ja mikrobioloogilised protsessid – muutub liha värvus, maitse, tekstuur – kõik need parandavad liha kvaliteeti (Wicklund jt, 2005). Seega õige laagerdustehnoloogia kasutamine määrab olulisel määral lõpptoota kvaliteedi ja ka töötlemise majanduslikud näitajad. Liha õrnust peetakse tavaliselt üheks tähtsamaks kriteeriumiks (Love, 1994). Veiselihha

laagerdatakse Eestis veel üsna vähe, samas kui mujal maailmas on see laialt levinud (Tobreluts, 2011).

Kasutatakse kolme põhilist veiseliha laagerdamise meetodit: 1. kuivlaagerdamine; 2. märglaagerdamine; 3. Laagerdamine alternatiivse pakendi kasutamisega. Eeltoodud kolmest meetodist on veiseliha märglaagerdamine praegusel ajal enamkasutatav meetod liha laagerdamise tehnoloogias, sest see võimaldab, võrreldes teiste tehnoloogiatega, paremini kontrollida protsessi ja laagerdamise tingimusi.

Töö eesmärgiks oli uurida pikaajalise laagerdamise mõju aberdiini-anguse tõu lihale ja määrata selle protsessi käigus toimuvaid kvaliteedinäitajate muutusi ning hinnata optimaalse laagerdusaja pikkust.

Materjal ja meetodika

Loomad. Kuus uurimuses osalenud aberdiini-anguse tõugu lihaväise pulli pärinesid ühest Eesti lihaväisekasvatuse farmist. Veiseid peeti traditsioonilisel viisil aastaringselt karjamaal, kus neil oli võimalus halva ilma korral varjuda. Vasikad kasvasid oma emade juures kuni võõrutamiseni (umbes 7–8 kuu vanuseni) karjamaal. Pärast võõrutamist kuni tapamiseni oli nende põhisöödaks suveperioodil karjamaarohi ja lisaks anti neile mineraale ja soola. Talveperioodil kuulus veiste ratsiooni silo ja hein, mida söödeti *ad libitum* ning sool. Silo varuti 2012. aastal 50% ristiku ja 50% kõrreliste suhtega kultuurrohumaalt (timut, karjamaaraihein). Pullidele söödeti esimese niite silo, mis niideti 2.–4. juunil ja mille sileerimisel kindlustuslisan-deid ei kasutatud. Organoleptilised näitajad olid rulli-

silol väga head (proove ei analüüsitud). Hein varuti juuli esimesel nädalal looduslikelt rohumaadelt ja jõeluhtadelt. Heina säilitati varjualustes ja selle kvaliteet oli visuaalsel hinnangul rahuldav.

Karjatamine toimus kopliviisiliselt, roteerides viie kopli kaupa, mis olid liigirohked looduslikud rohumaad. Noorveiseid peeti 15-loomalistes gruppides, kellele söödeti silo kahest rullihoidjast ning hein toodi ruloonidena pullide magamisasetele, kus selle jäägid olid ka ühtlasi allapanuks. Juua said veised suvel vabalt jõest ja tiikidest, talvel olid kasutusel kuultermosjooturid (60 looma kohta kaks jooturit).

Veised tapeti 21. jaanuaril 2013. a EL poolt tunnustatud tapamajas. Veiste tapmisaege vanus varieerus suhteliselt suurtes piirides, olles 18–33 kuud (tabel 1). Siiski nelja looma vanuse erinevus oli kolm kuud. Suure vanuse erinevuse põhjuseks oli ekstensiivsel pidamisel esinev pullide erinev kasvukiirus, mille tõttu osad veised saavutasid soovitava elusmassi teisest hiljem.

Veised suunati tapaliinile umbes tunni aja jooksul tapamajja saabumisest. Tapaprotsessi käigus märgistati veiserümbad kõrvamärgil oleva numbriga. Tapajärgselt veiserümbad kaaluti ja hinnati väljaõppinud klassifitseeriija poolt SEUROP süsteemi kasutades subjektiivselt. Seejärel transporditi rümbad jahutuskambrisse, mille temperatuur oli 0–+4°C ning hiljem viidi jahutatud liha säilituskambrisse. Poolrümbad lõigati veerandrumpadeks ja transporditi 31. jaanuaril 2013. a teise ettevõttesse ning tükeldati tööstuses kasutatava skeemi alusel.

Tabel 1. Uuringus osalenud veiste üldiseloomustus

Table 1. Characteristics of beef cattles in study

Näitajad/Items	Veis 1 Cattle 1	Veis 2 Cattle 2	Veis 3 Cattle 3	Veis 4 Cattle 4	Veis 5 Cattle 5	Veis 6 Cattle 6
Vanus, kuud / Age, months	28	19	33	21	21	18
Tapasooja rümba mass / Hot carcass weight, kg	322,1	280,8	282,6	359,9	309,7	226,4
Jahutatud rümba mass / Cold carcass weight, kg	314,6	274,3	275,7	352,5	302,6	220,8
Jahutuskadu / Chilling loss, %	2,3	2,3	2,4	2,1	2,3	2,4
Rümba lihakus klass (EUROP) Carcass meatiness class (EUROP)	O	R	O	R	R	O
Rümba rasvasus klass / Carcass fatness class	3+	3+	3+	3+	3–	2+

Liha iseloomustus. Laagerdunud liha kvaliteedi hindamiseks lõigati kuue veise suurest ümarlihastest (*m. teres major*) (MTM) ja kolme veise pikimast seljalihastest (*m. longissimus dorsi* sün *m. longissimus thoracis et lumborum*) (MLD) proovitükid suurusega umbes 300 g. Lihased pakendati lihatööstuses vaakumpakendisse ja transporditi jahutuskastis EMÜ VLI lihalaborisse, kus neid märglaagerdati kuni 60 päeva temperatuuril –1°C. Liha keemiline koostis määrati lihalaboris laagerdumise 14. päeval, teised veiseliha kvaliteedinäitajaid hinnati 14., 28., 35. ja 60. laagerduspäeval pärast tapmist.

Uuringu käigus määrati veiseliha kvaliteedi muutused laagerdusprotsessil. Tehnoloogilistest näitajatest mõõdeti liha happesust (pH-väärtust), elektrijuhtivust, veesidumisvõimet, värvust, laagerduskadu, keedukadu, keemilisest koostisest liha kuivaine-, rasva-, tuha- ja valgusisaldust. Liha pH-väärtust, värvust ja elektri-

juhtivust mõõdeti erinevate seadmetega; vastavalt pH STAR CPU, OPTO STAR CPU ning LF STAR CPU.

Keemiliselt koostiselt lihaproovid valgu-, niiskuse- (kuivaine-) ja tuhasisalduse osas oluliselt ei erinenud (tabel 2). MTM rasvasisaldus jäi 0,15–2,62% vahele, MLD oli aga see 0,87–1,62%. Vähem oli lihaskoes rasva lihastes 0,15% MTMs ja 0,87% MLDs, rohkem aga vastavalt 2,62% ja 1,62%.

Liha veesidumisvõime määrati Grau ja Hammi (1952, 1957) meetodil, mida olid muutnud Volovinskaja ja Kjelman (1961). Meetod põhineb lihast eralduva vee hulga kindlakstegemise printsiibilil, kus 0,3-grammine liha kaalutis pannakse viieks minutiks tuhavabale 150-millimeetrise läbimõõduga filterpaberile (nr 43, MN 640m) ühekilogrammise raskuse alla kahe klaasi vahele. Laiaks vajutatud liha ja märja laigu alad mõõdetakse planimeetriga ning leitakse lihast filterpaberile eraldunud vesise ala pindala.

Tabel 2. Lihaste keemilise koostise keskväärtused 14 päeva pärast tapmist (\pm standardviga)

Table 2. Average values of chemical composition of muscles after 14 days of slaughtering (\pm standard error)

Lihas	Kuivaine- sisaldus, <i>Dry matter</i> content, %	Valgu- sisaldus, <i>Protein</i> content, %	Tuha- sisaldus, <i>Ash</i> content, %	Rasva- sisaldus, <i>Fat</i> content, %
Suur ümarlihas <i>M. teres major</i>	22.38 (0.37)	19.92 (0.42)	1.07 (0.03)	1.38 (0.39)
Selja pikim lihas <i>M. longissimus dorsi</i>	24.37 (0.18)	22.12 (0.10)	1.11 (0.02)	1.14 (0.24)

Liha veesidumisvõime iseloomustab liha võimet hoida endas vett ning seda väljendatakse protsentides liha massi suhtes.

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

kus

B% – lihast eraldunud vee osakaal, %;

A – vee koguhulk uuritavas lihatükis, mg;

A₁ – proovitüki mass, mg;

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

V – lihast eraldunud vee pindala filterpaberil, cm².

Liha kuivaine määrati vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS-ISO 1442 (1999). Toorrasva hulga kindlakstegemiseks kasutati Soxtec aparati (Tecator Application Note AN 23/80) AOAC 991.36 (1995) meetodikat kasutades. Toorproteiinisaldus määrati meetodikaga AOAC 981.10 (1996) Tecator seadet kasutades. Tuhasisaldus määrati tuhastamise teel muhvelahjus vastavalt ISO 936:1998 standardile (1998).

Laagerduskaio määramiseks kaaluti vaakumpakendatud proovitükk, pakend avati ja eraldati liha. Pakend koos eraldunud lihamahlaga kaaluti ja seejärel valati lihamahl pakendist välja, see pesti ja kuivatati ning kaaluti uuesti. Seejärel arvutati eraldunud lihamahla kogus, mille alusel leiti laagerdamiskadu.

Veiseliha keedukaio leidmiseks kaaluti proovitükid ja asetati need kilekottidesse ning kuumutati vesivannis temperatuuril 95°C kuni proovisisese temperatuur oli 72–76°C. Proovid võeti vesivannist välja ja jahutati toatemperatuurini, seejärel kaaluti ning arvutati keedukaadu.

Veiseliha tekstuuri mehhaaniliste parameetrite määramiseks kasutati tekstuurianalüsaatorit TMS Pro lisaseadmega lihaskoe lõiketugevuse määramiseks (TMS-PRO LOAD CELL 1kN) ning lõikeseadmega TMS-PRO *Light weight blade set*. Proovitükkide ettevalmistamine ja lõiketugevuse määramine toimus WB meetodika alusel (Savell jt, 2013). TMS Pro tehnilised andmed olid:

1. V-kujuline, 60 kraadne nurgaga lõiketera, paksusega 1,016 mm.
2. Tera liikumiskiirus 500 mm/min.
3. Maksimaalselt rakendatav jõud \leq 1000 N.

Testiti kuue lihaseise termiliselt töödeldud MTM lõiketugevust laagerdamise 14., 28. 35. ja 60. päeval.

Samuti ka kolme lihaseise termiliselt töödeldud MLD lõiketugevust. Proovitükkide võtmiseks kasutati puurmasinat, millele oli kinnitatud proovivõtu toru diameetriga 11 mm. Igast lihaproovist lõigati piki lihaskiudu proovivõtu toru abil välja kuni kümme proovitükki, seejärel alustati nende lõikamist risti lihaskiude. Testitud proovitükkidest kasutati lõikejõu parameetrite määramiseks kuut proovi igast lihast. Analüüsist jäeti välja proovitükid, kus testimise käigus tuvastati sidekoe olemasolu, mille läbistamiseks rakendati oluliselt rohkem jõudu.

Statistiline analüüs. Variatsioon- ja korrelatsioonanalüüs tehti paketi Statistical Analysis System (SAS, 1999) abil. Vähimruutude keskmised laagerdusaegade lõikes hinnati MTM ja MLD lihaste lõikejõu ja -energia näitajatele järgmise üldise lineaarse mudeli alusel:

$$Y_{ijn} = \mu + Aeg_i + Lihas_j + e_{ijn},$$

kus

Aeg_i – laagerdumise aja mõju päevades (14, 28, 35, 60);

Lihas_j – lihase mõju (1–6).

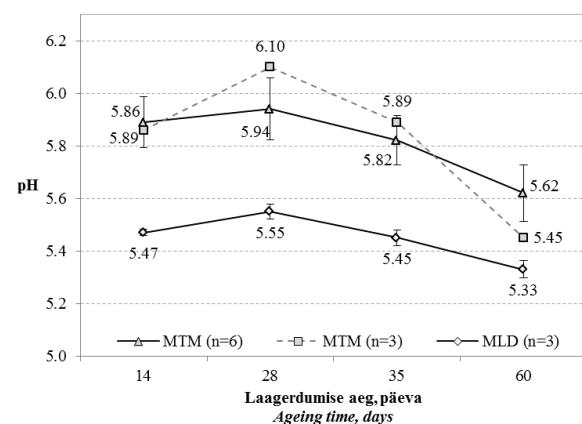
Lihastevahelise erinevuse statistilise olulisuse kindlakstegemiseks kasutati *student t*-testi.

Olulisuse tõenäosuse tasemed on esitatud tavapäraselt: *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$; # – $p < 0,1$. Vähimruutude keskmiste oluliste erinevuste väljatoomiseks kasutati ülaindeksina tähti (a, b ja c), kus erinevate tähtedega tähistatud sama rea vähimruutude keskmised erinevad oluliselt (tõenäosus vähemalt $p < 0,05$).

Tunnustevaheliste seoste kirjeldamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonikoefitsienti.

Tulemused

Tehnoloogilised parameetrid. Katseandmetel oli 14. laagerduspäevaks pärast tapmist kõigi MTM lihaste pH autolüüsi järgselt stabiliseerunud (joonis 1).



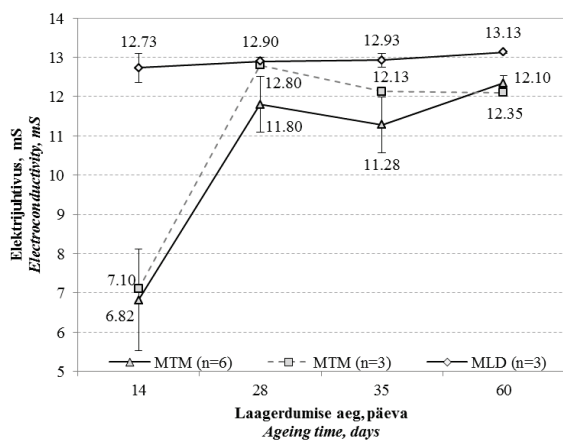
Joonis 1. pH-väärtuse (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul

Figure 1. Changes of pH-value (\pm standard error) during ageing

MLD lihaste happesus oli võrreldes MTM lihaste happesusega madalam (0,29–0,42 võrra) kõikidel laagerduspäevadel. Mõlema lihase puhul langeb liha happesus (pH-väärtus) veidi laagerdusaja pikenedes. MTM lihaste puhul oli langus 0,27 ja MLD lihaste korral väiksem, 0,14. Osadel MTM lihaproovidel esinesid riknemise tunnused 28., 35. ja 60. päeval. Tegemist võis olla lihaste osalise mikrobioloogilise saastumisega lihaproovide vaakumpakendamisel. Samas MLD puhul riknemise tunnuseid ei tuvastatud.

14 päeva pärast tapmist jäi kõigi MTM lihaste mõdetud elektrijuhtivus vahemikku 4,20–11,00 mS (keskmine 6,82 mS; joonis 2). 28. laagerduspäeval oli lihaproovide keskmine elektrijuhtivus aga pea korda kõrgem – 11,80 mS (8,70–13,80 mS). Laagerdusaja edasisel pikenedes 35. päevani elektrijuhtivus mõningal määral langes (11,28 mS), kuid 60. laagerduspäeval aga tõusis 12,35 mS-ni. Joonise 2 andmetel MTM lihaste elektrijuhtivus suureneb laagerdusaja pikenedes 5,53 mS võrra.

Samuti suurenes ka MLD lihaste elektrijuhtivus laagerdusperioodi pikenedes, kuid elektrijuhtivuse näitajad oli võrreldes suur ümarlihasega veidi kõrgemad. Elektrijuhtivuse muutus laagerdusaja kestel oli antud lihase korral siiski oluliselt väiksem (0,4 mS) kui MTM lihase puhul. Seega võib väita, et laagerdamisprotsessi kestel vabaneb lihaskiudude vaheline lihamaahl, mille tõttu suureneb veiselihade elektrijuhtivus.



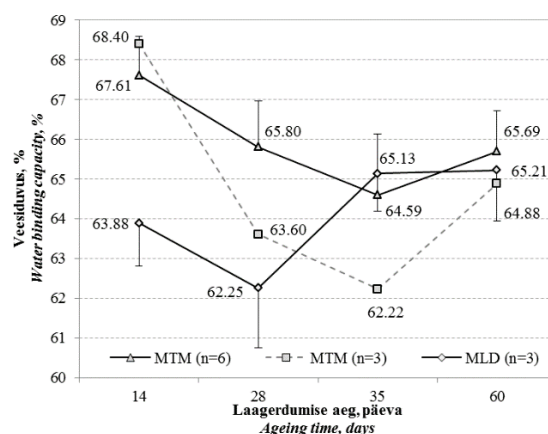
Joonis 2. Elektrijuhtivuse (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 2. Changes of electroconductivity (\pm standard error) during ageing

Fenotüübilised seosed erinevate lihaste pH-väärtuse ja elektrijuhtivuse vahel osutusid nõrgaks ja statistiliselt mitteoluliseks ($r_{\text{MTM}} = 0,153$, $p = 0,474$); $r_{\text{MLD}} = -0,277$, $p = 0,190$).

Keskliste näitajate alusel leitud veesiduvuse muutus laagerdusaja kestel oli väike (MTM 64,59–67,61%, MLD 62,25–65,21%). MTM lihas sidus paremini vett 14. laagerduspäeval (67,61%), millele järgnes veesiduvuse mõningane langus kuni 35. laagerduspäevani (64,59%; joonis 3). Edasisel laagerdamisel jäi MTM lihaste veesiduvus suhteliselt stabiilseks, olles laagerdusaja lõpuks 65,69%. Erinevate

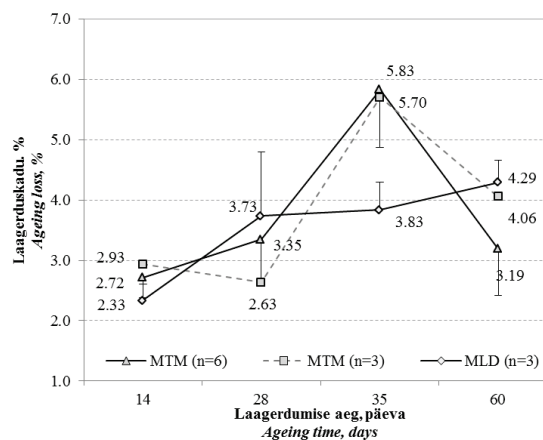
veiste MTM lihaste veesiduvusi võrreldes, leiti küllaltki suured erinevused (58,55–70,60%).

MLD lihase veesiduvused olid võrreldes MTM lihasega 14. ja 28. laagerduspäeval umbes 5% madalamad. Edaspidisel laagerdamisel aga MLD veesiduvus tõusis oluliselt ning oli 35. ja 60. laagerduspäeval samal tasemel kui MTM lihaste veesiduvus. Ilmselt toimub MLD lihases vee intensiivsem eraldumine varem ja MTM lihaste puhul toimub see pikema aja kestel.



Joonis 3. Liha veesiduvuse (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 3. Changes of water binding capacity (\pm standard error) during ageing

Laagerduskadu suureneb MTM lihaste laagerdamisaja pikenedes 14. laagerduspäeval 2,72% kuni 5,83% 35. päeval (joonis 4). Seejärel langes lihamaahla kadu tavapärase 3,19% tasemini. Seega võib oletada, et lihaskiudude kõige intensiivsem lagunemine toimus 28. ja 35. laagerduspäeva vahel, kus lihamaahla eritub lihast kõige rohkem. Seda tulemust kinnitavad ka veesiduvuse tulemused, kus see näitaja oli madalam laagerdusaja keskel. Ka veiste lihaste vahel olid laagerduskadude erinevused suured, olles 0,99–9,90% kogu laagerdusaja kestel.

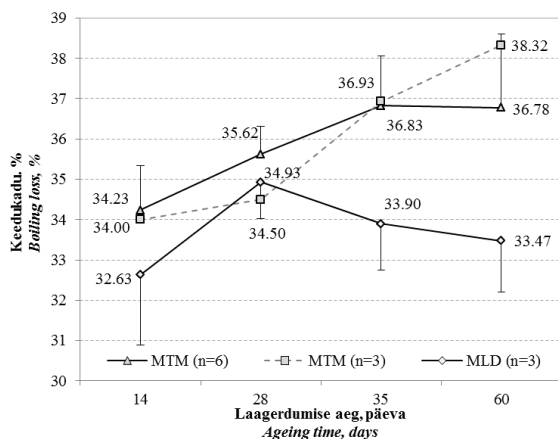


Joonis 4. Veiselihade laagerduskadu (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 4. Changes of ageing loss (\pm standard error) during ageing

Võrreldes MTM lihastega suurenevad MLD lihaste laagerduskadod laagerdusaja pikenedes lineaarselt 14. päevalt 60. päevani (2,33–4,29%). Seega võib järeldada, et laagerdamisaja pikenedes suureneb ka lihaste laagerduskadu.

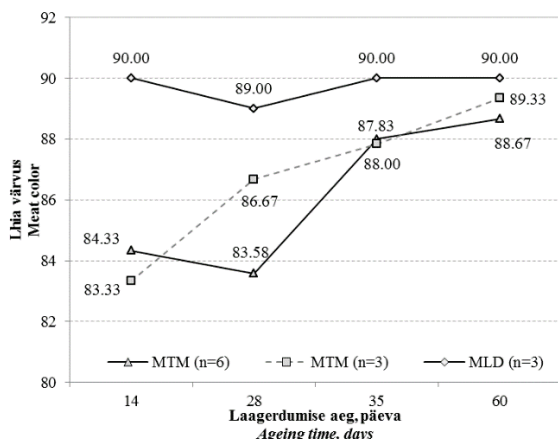
Korrelatsioon MTM lihase pH-väärtuse ja laagerduskao vahel oli nõrgalt negatiivne, kuid statistiliselt mitteoluline ($r = -0,242$; $p = 0,254$), samas MLD lihase puhul oli seos keskmise tugevusega negatiivne ja ka statistiliselt usaldusväärne ($r = -0,459$; $p = 0,024$). Seega võib väita, et liha hapendumisel (pH-väärtus langeb) eraldub enam lihamahla.

MTM lihaste keedukadu suurenes lineaarselt 35. laagerduspäevani (34,23–36,93%) ning stabiliseerudes seejärel 36,78% juures (joonis 5). Ka MLD lihaste keedukadu suurenes 28. laagerduspäevani (32,63–34,93%), kuid hakates seejärel langema ning oli 60. laagerduspäevaks 33,47%.



Joonis 5. Keedukao (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 5. Changes of boiling loss (\pm standard error) during ageing

Korrelatsioon liha pH-väärtuse ja keedukao vahel oli uuritavatel lihastel erineva suunaga. MLD lihastel oli seos nõrgalt positiivne ja statistiliselt mitteoluline ($r = 0,135$, $p = 0,531$), kuid MTM lihase puhul keskmiselt tugev negatiivne statistiliselt oluline seos ($r = -0,503$, $p = 0,012$).



Joonis 6. Värvuse muutus laagerdusaja jooksul
Figure 6. Changes of colour during ageing

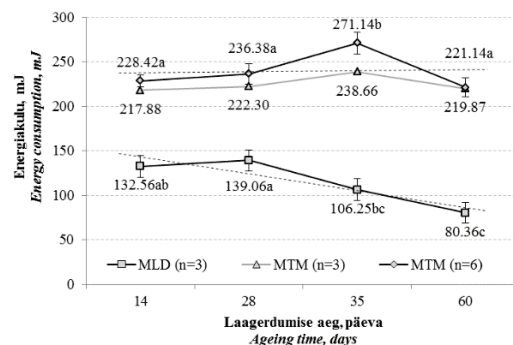
Samas seosed keedukao ja laagerduskao vahel olid nii MLD lihastel kui ka MTM lihastel keskmiselt tugevad ($r_{MLD} = 0,310$, $p = 0,140$ ja $r_{MTM} = 0,470$, $p = 0,020$).

Lihaveiste MTM lihaste värvus muutus laagerdumise kestel tumedamaks, kusjuures intensiivsem värvuse muutus toimus laagerdumise 35. päeval (joonis 6). Samas MLD lihaste värvus jäi kogu laagerdumisperioodi kestel samaks.

Mehhaanilised parameetrid. Keskmise energia-kulu, mis kulub lihaste proovitükide deformeerimiseks enne lihaskiudude purunemist, suurenes laagerdumisel ja oli MTM lihaste puhul laagerdusperioodi kestel sarnane (joonis 7). Statistiliselt oluliselt rohkem kulub energiat küll 28 päeva laagerdunud lihaskiudude deformeerimiseks, kuid arvestades eelnevate ja järgneva laagerduspäeva energiakulu sarnast taset võib tegemist olla mõningase kõrvalekaldega proovide ettevalmistamisel.

MLD lihaste puhul algas lihaskiudude intensiivne lagunemine pärast 28. laagerduspäeva, kus lihaproovide kokkusurumiseks ja purunemiseks kulunud energia vähenes seitsme päeva jooksul 32,81 mJ võrra ($p < 0,05$) ning laagerdusperioodi lõpuks oli see juba 80,36 mJ.

Eelnevast nähtub, et laagerduse ajal on erinevat tüüpi lihastele erinev mõju ja ka keskmise energiakulu erinevus lihaste vahel osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$).

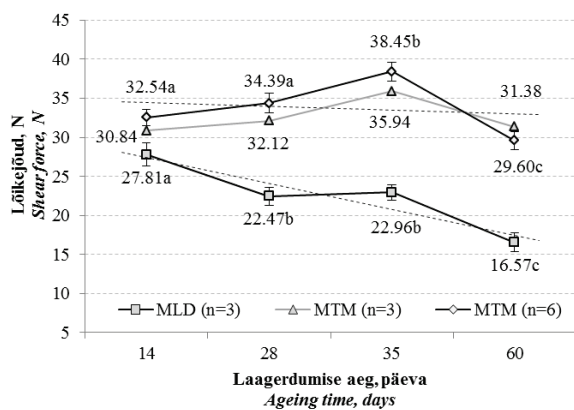


Joonis 7. Lihaskiudude purunemiseks kulunud energiakulu (vähimruutude keskmised \pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul

Figure 7. Changes of energy consumption (least squares means \pm standard error) to break muscle fibres during ageing

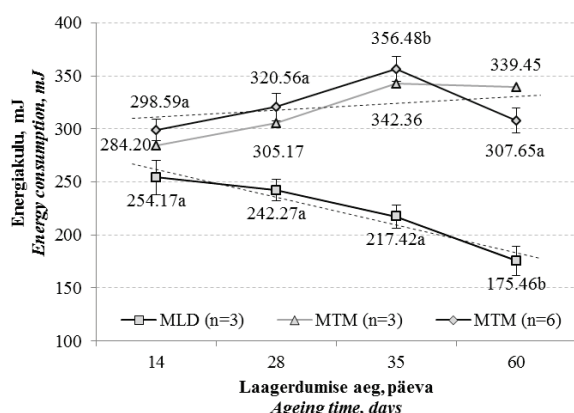
Proovitiiki lõikepunkt ehk maksimaalne jõud, mille juures algas lihase proovitiiki purunemine, vähenes laagerdusaja lõpuks nii MTM kui ka MLD lihaste puhul, vastavalt 1,16 N ja 11,24 N võrra (joonis 8). MTM lihaste puhul täheldati küll lõikejõu olulist tõusu 35. laagerduspäeval, kuid see võis olla tingitud veast proovide ettevalmistamisel, kuna lõikejõud 60. laagerduspäeval (29,6 N) oli oluliselt ($p < 0,05$) madalam kui laagerdusperioodi algul (32,54 N). MLD lihaste puhul vähenes lõikejõud aga oluliselt ($p < 0,05$) juba 28. laagerduspäeval (5,34 N võrra), jäädes seejärel järgneva seitsme päeva kestel stabiilseks. Sarnaselt MTM lihastele toimus ka MLD lihaste puhul laagerdusaja lõpul (60. päev) lõikejõu oluline langus, mis

viitab lihaskiudude intensiivsele lagunemisele laagerdumise viimase 25 päeva kestel.



Joonis 8. Lihaskiudude lõikejõu (vähimruutude keskmised \pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 8. Changes of muscle fibres shear force (least squares means \pm standard error) during ageing

Summaarne energiakulu on vajalik proovitüki deformeerimiseks ja läbilõikamiseks. Nagu energiakulu lõikepunktini, nii ka koguenergia kulu MTM lihaste läbilõikamisele ei muutunud laagerdusaja lõikes oluliselt. Seevastu MLD lihased reageerisid laagerdusaja pikemisele koguenergia kulu langusega, olles küll statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) ainult laagerdumise viimasel päeval.



Joonis 9. Lihaskiudude läbilõikamiseks kulunud koguenergia (vähimruutude keskmised \pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 9. Changes of total energy consumption (least squares means \pm standard error) to cut through muscle fibres during ageing

Arutelu

Veiseliha pH-väärtus on autolüüsi järgselt 14. laagerduspäevaks pärast tapmist stabiliseerunud (Brewer, Novakofski, 2008). MTM lihase happesus on MLD lihase happesusest madalam kõikidel laagerduspäevadel. Mõlema lihase puhul langeb liha happesus (pH-väärtus) laagerdusaja pikenedes. Kolme MTM lihase pH-väärtuse tõusu 28. päeval võis põhjustada glükogeenivarude hilisem lõhustumise algus, kuna hilisem pH langus oli oluliselt suurem kui kõigil lihastel kokku. MLD lihaste puhul oli 28. laagerduspäeval

pH-väärtuse tõus oluliselt väiksem, mis näitab glükolüüsi lõhustumisprotsessi ühtlasemat jagunemist laagerdusaja kestel.

MTM lihaste lihasesisese rasva sisaldus oli suurem kui MLD lihastel, kuid selle võrra oli väiksem MTM lihaste proteiinisaldus. Samas MTM lihaste rasvasisaldus varieerus suuremas ulatuses kui MLD lihaste oma. MTM lihaste suurem lihasesisese rasva sisaldus aga ei tähendanud, et liha lõikamiseks oleks kulunud vähem jõudu (WB lõikejõu tugevus). Ka Mandell jt (1997) ning Campo jt (1999) leidsid, et lihasesisene rasv on väiksema tähtsusega liha struktuuri mõjutav faktor kui laagerdumine või teised näitajad.

Laagerdamisprotsessiga suureneb veiseliha elektri-juhtivus. MTM lihase elektri-juhtivus tõusis 6,82 mS kuni 12,35 mS, MLD lihasel 12,7 mS kuni 13,1 mS. Kuna elektri-juhtivus näitab liha rakustruktuuride kahjustuse astet, siis võib väita, et laagerdusprotsessi kestel kahjustub liha struktuur ja vabaneb lihaskiudude vaheline lihamahl, mis toob endaga kaasa elektri-juhtivuse tõusu.

Laagerdusaeg ei mõjuta oluliselt liha veesiduvust kummagi lihase korral, kusjuures liha veesiduvuse muutus laagerdusaja kestel oli väike (MTM 64,6–67,6%, MLD 62,3–65,2%). MTM lihas sidus paremini vett 14. laagerduspäeval, edasisel laagerdamisel jäi lihase veesiduvus suhteliselt stabiilseks. MLD lihase veesiduvused olid seevastu võrreldes MTM lihasega 14. ja 28. laagerduspäeval umbes 5% madalamad. Edaspidisel laagerdamise käigus MLD veesiduvus tõusis saavutades 35. ja 60. laagerduspäevaks MTM lihaste veesiduvusega sama taseme. Põhjuseks võib olla asjaolu, et MLD lihases toimub vee intensiivsem eraldumine varem ja lühema aja jooksul kui MTM lihaste puhul.

Hanzelková jt (2011) leidsid, et MLD lihase keedukadu suureneb oluliselt 42-päevase laagerdusaja kestel (25,5–34,0%). Shanks jt (2002) aga näitasid oma uurimuses, et liha keedukadu hakkab tõusma peale 5-päevast laagerdust, kusjuures oluline keedukao tõus leiti 21. ja 35. laagerduspäeva vahel (22,02–26,36%). Antud uurimuses leiti sarnane trend küll MTM lihaste puhul, kuid MLD lihaste puhul järgnes peale keedukao tõusu 28. laagerduspäevani väike langus ja hiljem jäi keedukadu suhteliselt stabiilseks. Seega laagerdusaeg mõjutab keedukadu olenevalt lihast 28. või 35. laagerduspäevani. Vieira jt (2006) seevastu leidsid, et lühiajaline, 14-päevane, laagerdamine ei mõjuta keedukadu oluliselt ning nende (Vieira jt, 2007) hilisemas uuringus ei muutunud keedukadu oluliselt ($p > 0,1$) ka edasisel laagerdamisel 28. päevani.

Liha laagerduskadu suureneb laagerdamisaja pikenedes mõlema lihase puhul, kusjuures MLD lihaste vaheline varieeruvus oli väiksem. Laagerduskadu on MTM lihaste puhul maksimaalne (5,83%) 35. laagerduspäeval, seejärel langes lihamahla kadu tavapärase 3,19% tasemini. Võib oletada, et lihamahla kõige intensiivsem eraldumine lihast toimus 28. ja 35. laagerduspäeva vahelisel perioodil. Eeltoodud kinnitavad ka veiseliha veesiduvuse määramise tulemused,

kus see näitaja oli madalam laagerdusaja keskel. Vieira jt (2006) leidsid aborigeense tõu ja selle ristani võrdlemisel, et laagerduskadu muutus esimesel 14 laagerduspäeval vähe.

Ensümaatiline tegevus, mis põhjustab lihaskiudude lagunemist laagerdumise kestel, on kõige tähtsam tegur, mis mõjutab liha õrnemaks muutumist normaalse tehnoloogilise protsessi korral (Roncalés jt, 1995). MLD lihaste laagerdumisaaja pikenedamine muutis liha tekstuuri – liha muutus õrnemaks kogu laagerdusaja kestel. Sarnase tulemuse said ka Vieira jt (2007), kes leidsid, et MLD lihase WB lõikejõu tugevuse väärtus langes ($p < 0,1$) just 14. ja 28. laagerdumispäeva vahel. Huff ja Parrish (1993) ning Sañudos jt (2004) leidsid, et MLD lihaste 21-päevasel laagerdumisel nende lõikamiseks rakendatav jõud pidevalt väheneb. Nad märkisid, et õrnuse suurenemine oli progresseeruv, kuid eriti märgatav laagerdumise alguses. Ka Stolowski jt (2006) näitasid, et aberdiini-anguse ja braama tõu ristandite MLD lihase kõige suurem lõikejõu vähenemine (5 N) leiab aset 2. ja 14. päeva vahel, mis 42. laagerduspäevaks küll väheneb, kuid muutus on siiski statistiliselt oluline. Samas seitsmest vaatluse all olnud lihastest ühe puhul laagerdusaja kestel lihase pehmenemist ei toimunud ja kolme puhul leidis see aset esimese 14 päeva jooksul. Accioli jt (1995) leidsid, et WB lõikejõu väärtus erines oluliselt 9. ja 16. laagerduspäeval, kuid 16. ja 23. laagerduspäeva vahel enam olulist erinevust polnud. Vastupidiselt, Muchenje jt (2008) leidsid, et aberdiini-anguse MLD lihas oli saavutanud lõpliku pehmuse juba teiseks laagerdumispäevaks ja edaspidi (21. laagerduspäev) WB lõikejõud oluliselt ei vähenenud. Laagerdumise tulemusena vähenes liha lõikamiseks vajalik lõikejõud ja selleks kulutatud energia. Laagerdamise mõju oli erinevatele lihasele lihastele (MLD ja MTM) erinev. MTM lihaste tekstuuri laagerdusaja kestel muutusi ei toimunud. Seega võib järeldada, et MTM lihases toimusid ensümaatilised protsessid lihaskiudude lagunemiseks kiiremini ja 14. laagerduspäevaks oli liha õrnuse maksimum juba saavutatud. Siiski, erineva laagerduse kestusega MTM lihaste ja nende proovitükkide näitajate väärtuste vahel oli suur varieeruvus. Selle põhjuseks võis olla pullide suhteliselt suur vanuse erinevus, kelle lihaste sidekoe sisaldus oli suurem. Hästi on teada fakt, et raskemate ja vanemate veiste liha on vähem õrnem ja vajab laagerdumiseks pikemat aega (Shorthose, Harris, 1990; Koomaraie jt, 2002; Vieira jt, 2002; Kolczak jt, 2003). Campo jt (2000) ning Monson jt (2004) näitasid, et täiskasvanud loomade liha soovitava õrnuse saavutamiseks peab see laagerduma mitmeid nädalaid, kuid enamuse (75–80%) liha pehmenemisest leiab aset laagerdumise esimesel kümnel päeval, millal liha vastupanu lõikamisele väheneb eksponentsiaalselt.

McKeith jt (1985) näitasid, et veiste tagaosa lihastel on suurem ($p < 0,05$) lõikejõu tugevus kui nimme- (MLD) ja turjaosa lihastel (MTM). Antud uurimuses olid MLD lihased pehmemad, õrnema tekstuuri ja võrreldes MTM lihastega. Nende lihase läbi-

lõikamiseks oli vaja kulutada ca 1,5–2,0 korda vähem jõudu ja energiat. Ehkki MTM lihast loevad Calkins ja Sullivan (2007) oluliselt õrnemaks kui MLD lihast, leiti antud töös, et MLD lihaste deformeermiseks ja lihaskiudude purustamiseks kulub vähem energiat ja jõudu võrreldes MTM lihastega. Ka lõikejõu erinevus MTM ja MLD lihaste vahel osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$). Samas Belew jt (2003) leidsid 40 lihase WB lõikejõu uuringus, et MTM ja MLD lihaste lõikamiseks kulunud jõud ei erinenud oluliselt. Kuna erinevatel lihastel on erinev funktsionaalsus, siis lihaste õrnus võib sõltuda ka nende rakendamise erinevates pidamistingimustes, mis mõjutab omakorda nende õrnust (Belew jt, 2003). Ka liha tapajärgsel käitlemisel, laagerdamisel ja termilisel töötlemisel võib olla erinev mõju erinevatele lihastele (Stolowski jt, 2006).

Järeldused

Lihaveise lihaste märglaagerdamine temperatuuril -1°C mõjutab lihakvaliteeti positiivselt, kuid kasutatud laagerdustehnoloogia mõju erinevatele lihasgruppide õrnusele on varieeruv ja vajab täiendavaid uurimusi ning alternatiivsete meetodite ja/või lisainete kasutamist. MLD lihase tekstuuri parameetrid paranevad oluliselt efektiivsemalt võrreldes MTM lihasega. Ilmselt mõjutab lihakvaliteeti lihaste erinev funktsionaalsus ja füsioloogilised parameetrid. Laagerdamisele tuleks suunata vaid sellised lihasgrupid, mille tekstuuri parameetrid selle käigus oluliselt paranevad ning kasutada teiste lihasgruppide puhul alternatiivseid meetodeid. Läbiviidud uurimistulemuste põhjal piisab veiseliha märglaagerdamiseks 28 päevast.

Tänuõnad

Täname MTÜ Liivimaa Lihaveist koostöö eest.

Autorid avaldavad tänu Tanel Kaartile keerukama statistilise analüüsi eest.

Uuringut rahastas Põllumajandus Registrite ja Informatsiooni Amet projekti 8-2/T11058VLTD raames.

Kasutatud kirjandus

- Accioli, A., Franci, O., Sargentini, C., Pugliese, C., Bozzi, R., Lucifero, M. 1995. Effetto della frollatura sulle caratteristiche della carni di vitelloni Chianini da 16 a 24 mesi di età. – Atti XI Congresso Nazionale ASPA-Grado, p. 359–360.
- Arthur, P.F. 1995. Double muscling in cattle. – Aust. J. Agric. Res., 46, p. 1493–1515.
- AOAC 988.10. 1996. AOAC Official Method 988.10, Soy Protein in Raw and Heat-Processed Meat Products. http://www.aoac.org/omarev1/988_10.pdf [03.07.2013]
- AOAC 991.36. 1995. AOAC Official Method 991.36, Fat (Crude) in Meat, Solvent Extraction (Submersion) Method. – http://www.aoac.org/omarev1/991_36.pdf [03.07.2013]

- Belew, J.B., Brooks, J.C., McKenna, D.R., Savell, J.W. 2003. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. – *Meat Science*, 64, 507–512.
- Brewer, S., Novakofski, J. 2008. Consumer Sensory Evaluations of Aging Effects on Beef Quality. – *Journal of Food Science*, 73, S78–S82.
- Calkins, C.R., Sullivan, G. 2007. Ranking of Beef Muscles for Tenderness. – *Beef facts: Product enhancement*, 6 pp.
- Campo, M.M., Sañudo, C., Panea, B., Alberti, P., Santolari, P. 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. – *Meat Science*, 51, p. 383–390.
- Campo, M.M., Santolara, P., Sañudo, C., Lepetit, J., Olleta, J.L., Panea, B., Alberti, P. 2000. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. – *Meat Science*, 55, p. 371–378.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzerb, M., Dufey, P.-A. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. – *Meat Science*, 63, p. 491–500.
- Eesti Lihaveisekasvatajate Selts. 2013. Lihaveiste arv tõugude viisi 01.01.2013. <http://www.lihaveis.ee/toud-ja-aretus> [02.07.2013]
- Eesti Vabariigi standard EVS-ISO 1442:1999 (1999) Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine (põhimeetod) http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/158260/doclang/en/preview/1/EVS_ISO_1442;1999_en_preview.aspx [03.07.2013].
- Field, R.A., Riley, M.C., Chang, Y.O. 1971. Free amino acid changes in different aged bovine muscles and their relationship to shear values. – *Journal of Food Science*, 36, p. 611–612.
- Grau, R., Hamm, R. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. – *Fleischwirtschaft*, 4, p. 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, p. 446–460.
- Hanzelková, Š., Simeonovová, J., Hampel, D., Dufek, A., Šubrt, J. 2011. The effect of breed, sex and aging time on tenderness of beef meat. – *Acta Vet. Brno*, 80, p. 191–196.
- Huff, E.J., Parrish, F.C. Jr. 1993. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by post-mortem aging time, animal age and sex. – *Journal of Food Science*, 58, 713–716.
- ISO 936:1998. 1998. Meat and meat products – Determination of total ash. International Organization for Standardization. 6 pp.
- Jennings, T.G., Berry, B.W., Joseph, A.L. 1978. Influence of fat thickness, marbling and length of ageing on beef palatability and shelf-life characteristics. – *Journal of Animal Science*, 46, p. 658–665.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E., Crouse, J.D. 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54, p. 35–45.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E., Lipsey, R.J., Allen, D.M., Crouse, J.D. 1979. Characterization of biological types of cattle. Cycle II:III. Carcass composition, quality and palatability. – *Journal of Animal Science*, 49, p. 448–460.
- Kolczak, T., Pospiech, E., Palka, K., Lacki, J. 2003. Changes in structure of psoas major and minor and semitendinosus muscles of calves, heifers and cows during post-mortem ageing. – *Meat Science*, 64, p. 77–83.
- Koomaraie, M., Kent, M.P., Shackelford, S.D., Veiseth, E. 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? – *Meat Science*, 64, p. 345–352.
- Koohmaraie M., Wheeler T.L., Shackelford S.D. 1995. Beef tenderness: regulation and prediction. USDA-ARS U. S. – *Meat Animal Research Center*, 9, p. 1–25.
- Love, J. 1994. Product acceptability evaluation. In: *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products* (eds. A.M. Pearson, T.R. Dutson), Glasgow: Blackie Academic & Professional, p. 337–358.
- Mandell, I.B., Gullet, E.A., Wilton, J.W., Kemp, R.A., Allen, O.B. 1997. Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. *Livestock Production Science*, 49, p. 235–248.
- McKeith, F.K., DeVol, D.L., Miles, R.S., Bechtel, P.J., Carr, T.R. 1985. Chemical and sensory properties of thirteen major beef muscles. – *Journal of Food Science*, 50, p. 869–872.
- Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. – *Meat Science* 68, p. 595–602.
- Mottram, D.S. 1998. Flavour formation in meat and meat products: A review. – *Food Chemistry*, 62, 415–424.
- Muchenje, V., Dzama K., Chimonyo M., Raats J.G., Strydom, P.E. 2008. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. – *Meat Science* 79, p. 20–28.
- O'Ferrall, G.J.M., Joseph, R.L., Tarrant, P.V., McGloughlin, P. 1989. Phenotypic and genetic parameters of carcass and meat quality traits in cattle. – *Livestock Production Science*, 21, p. 35–47.
- Roncalés, P., Geesink, G.H., Van Laack, R.L.J.M., Jaime, I., Beltrán, J.A., Barnier, V.M.H., Smulders, F.J.M. 1995. Meat tenderisation: Enzymatic mechanisms. In: *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation related to meat quality* (eds. A. Ouali, D.I. Demeyer, J.M. Smulders). ECCEAMST, Utrecht, p. 311–332.
- Sañudo, C., Macie, E.S., Olleta, J.L., Villarroel, M., Panea, B., Alberti, P. 2004. The effects of slaughter

- weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. – *Meat Science* 66, p. 925–932.
- Savell, J., Miller, R., Wheeler, T., Koohmaraie, M., Shackelford, S., Morgan, B., Calkins, C., Miller, M., Dikeman, M., McKeith, F., Dolezal, G., Henning, B., Busboom, J., West, R., Parrish, F., Williams, S. 2013. Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Genetic Evaluation. <http://meat.tamu.edu/research/shear-force-standards/> [03.07.2013]
- Shorthose, W.R., Harris, P.V. 1990. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. – *Journal of Food Science*, 55, p. 1–8, 14.
- Stolowski, G.D., Baird, B.E., Miller, R.K., Savell, J.W., Sams, A.R., Taylor, J.F., Sanders, J.O., Smith, S.B. 2006. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. – *Meat Science*. 73, p. 475–483.
- Tobreluts, E. 2011. Lihaveis, Tartu, 91 lk.
- Vieira, C., Cerdeño, A., Serrano, E., Lavín, P., Mantecón, A.R. 2007. Breed and ageing extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen). – *Livestock Science*, 107, p. 62–69.
- Vieira, C., García-Cachán, M.D., Recio, M.D., Domínguez, M., Sañudo, C. 2006. Effect of ageing time on beef quality of rustic type and rustic × Charolais crossbreed cattle slaughtered at the same finishing grade. – *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4, p. 225–234.
- Vieira, C., Domínguez, M., García-Cachán, M.D. 2002. Carcass characteristics and effect of ageing time in yearling beef of the rustic genotype and of a genotype improved by crossbreeding with the Charolais breed. – *Proceedings of 48th International Congress of Meat Science and Technology*, 25th August–1st September, Rome, Italy, p. 364–365.
- Volovinskaja, V., Kjelman, B. 1961. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности, оценке качества туш и мяса. – Москва.
- Wicklund, S.E., Stetzer, A.J., Tucker, E.M., Nicolalde, C.L., Brewer, M.S. 2005. Microbiological characteristics of enhancement solutions. – *Journal of Food Science*, 70, p. 296–300.

Effect of long ageing time on beef quality of Aberdeen Angus

Alo Tänavots¹, Aarne Põldvere^{1,2}, Lembit Lepasalu¹,
Riina Soidla¹

¹ Estonian University of Life Sciences,
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,
F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia

² Estonian Pig Breeders Association, Aretuse 2, 61411
Märja, Tartumaa, Estonia

Summary

Beef cattle farming have expanded rapidly over the last decade in Estonia. At the beginning of 2013, the

number of beef cattle was 50,977, whereas Aberdeen Angus was the second largest (25%) breed.

The structure of beef meat is generally tough, so it must be allowed to age between slaughter and cooking. Wet ageing of beef is relatively uncommon in Estonia. The objective of this work was to study the effect of longer ageing time on the quality of meat of the Aberdeen Angus breed reared in Estonia.

Six free-range beef bulls, aged 18 to 33 months, were slaughtered and dissected according to EU standards. Six *m. teres major* (TM) and three *m. longissimus dorsi* (LD) muscles were removed and vacuum packed to carry out the 60-day ageing process at –1°C. Technological traits were analysed at 14, 28, 35 and 60 days, and chemical parameters at 14 days of ageing. To determine beef texture, an analyser with Warner-Bratzler shear blade was used. Samples were drilled with a 11 mm hollow borer, and boiled at inner temperature of 72–76°C. Six samples from each muscle were selected to measure the shear force.

No differences were found between the moisture, ash and protein contents of the muscles, while intramuscular fat concentration ranged from 0.15 to 2.62% in MTM and 0.87 to 1.62% in MLD. Decline in pH was observed, whereas electroconductivity, ageing and boiling loss increased during ageing. The water binding capacity of both MTM and MLD showed opposite results.

The shear force energy at the cutting point of MTM fibres was 221.1–271.1 mJ. Even though the highest energy level was detected at 35 days, this value differed significantly ($p < 0.05$) from that observed at other days of ageing, which might have been due to the presence of fascia in the samples. A similar fluctuation was observed in the breaking point of muscle fibres, where it was also the highest (38.5 N) at 35 days of storing. Still, significantly lower force (29.6 N) was needed to break fibres at 60 days. No differences were found between 14 and 28 days of ageing, and also the shear force and the energy level did not differ at different days of ageing. The MLD muscle showed a clear trend towards tenderizing during ageing (139.1–80.4 mJ). The energy consumption value decreased at 35 days, while the shear force was significantly lower already at 28 days compared to 14 days of ageing (27.8 vs. 22.5 N). At 60 days, the shear force was 16.6 N. It can be concluded that ageing did not affect MTM muscle tenderness during 14 to 35 days of storing, and had only a modest effect at 60 days. However, ageing time had a significant effect on the tenderness of MLD. Therefore, to select an ageing method, the type of muscle shall be considered.

PROF. ELMAR LEPPIKU TÖÖST PAGULUSES

1944. aastal pagulusse siirdunud Tartu Ülikooli rakendusbotanika ja taimehaiguste professor ning Raadil asunud ülikooli taimehaiguste katsejaama juhataja Elmar Emil Leppik (1898–1978, kuni 1950. a Elmar Lepik¹) jätkas ka võõrsil edukat tegutsemist teaduse vallas. Käesolev artikkel keskendubki eeskätt sellele tööle (lisaks ka sõja ajal tehtule), eeldades, et kodumaal korda saadetu kohta on juba nii mõnigi ülevaade ilmunud (vt nt: Annuk, 1998²; Parmasto, 1998). Teame ühtteist ka Leppiku tööst paguluses (Sõmermaa, 1953; Järvesoo, 1958).

Käesolev artikkel püüab pöörata enam tähelepanu mõnele prof Leppiku töö seni vähem käsitlemist leidnud aspektidele, allikaks Leppiku teaduspublikatsioonid, eeskätt aga Eesti diplomaadi Karl Robert Pusta (1883–1964) fondis säilinud Leppiku isiklik kirjavahetus Pustaga (Eesti Rahvusarhiiv, fond 1622, nimistu 2, säilik 70; edaspidi ERA 1622-2-70).

Sõja järel organiseeris Pusta USA-s okupeeritud rahvastega koostöö arendamist ning pagulusse sattunute abistamist. Pusta kirjavahetus Leppikuga kestis 5 aastat ning selles kajastub viimase soov USA-sse emigreeruda.

Seega püüdis E. Leppik – teades, et võitjariigid palkavad enda teenistusse saksa ja Saksamaale sattunud "ajusid" – tutvustada enda tööd ja kogemusi ameeriklastele, näidata end huvipakkuvast küljest. Siinkohal tuleb arvestada, et sõjajärgse Saksamaa meeleheitlikes oludes võis Leppik püüda enda isikut nii mõneski aspektis ka huvitavamana näidata, nii võib aimata, et mõni kord teeb ta pigem vihjeid (mitte ei "ava kõiki kaarte"). Teisalt võib sellist teatavat salatsemist mõista, sest ka Leppiku kodumaa annekteerinud NSV Liit püüdis pagulasi, eriti erialaspetsialiste enda võimu alla tagasi tuua. Neile, kes seda ei soovinud, võis tunduda, et parem on "hoida madalat profiili".

Teadlaskarjäär paguluses

Igatahes hakkavad just kõnesolevast kirjavahetusest arenema nii mõnedki huvitavad teemad, nt Leppiku töö Saksamaal Hitleri võimu ajal välja töötatud taimekaitsevahenditega. Samuti ergutab fantaasiat Leppiku mälestuskild, mille kohaselt ta korraldas Saksa okupatsiooni ajal tolleks ajaks NSV Liidus represseeritud maailmakuulsa taimegeneetiku Nikolai Vavilovi (1887–1943) seemnekogude päästmist.

Tänu oma elukäigule oli Leppikul kogemusi nii kommunismi kui natsismiga. Nimetatud ideoloogiad ei jätnud mõjutamata ka teadust. Kannatasid inimsaatused, nt N. Vavilov ja tema töö jäid neis

oludes ajutiselt kaotajaks. E. Leppik sattus aga pagulusse, kus temast sai üks Vavilovi ideede edasikandja.

1944. aastal koos perega Saksamaale lahkunud Leppik töötas Weihenstephanis asuvas aianduse ja taimekaitse instituudis (lisaks oli lektor ka Müncheneri Tehnikaülikoolis). Oma kirjavahetuses Pustaga annab Leppik mõista, et tegeles keemiakontsernis *I.G. Farben* välja töötatud insektitsiidide patendiküsimustega. Sõja lõppedes ja pärast kontserni töö peatamist (tegemist oli natsirežiimiga tihedat koostööd teinud firmaga) jäid mingid ained ka Leppiku kätte. Need olevat olnud äärmiselt salajased ning välja töötatud suurte kuludega (ERA 1622-2-70: 238).

Sõja lõppedes sattus Leppik ameeriklaste okupatsioonitsooni ning erinevalt paljudest saksa teadlastest palgati ameeriklaste teenistusse. Ta oli jätkuvalt professor juba mainimist leidnud aianduskoolis ning aastail 1946–50 ka USA armee nõuandja Freisingeni Põllumajandus- ja Tehnikaülikoolis.

Alates 1950. aastast jätkus Leppiku karjäär Ameerika mandril. Aastatel 1950–55 oli ta bioloogia professor Augustana College's (Lõuna Dakota), 1955–57 teadur Minnesota Ülikooli Hormeli Instituudis, 1957–64 Iowa Ülikooli (taimede introduktiooni instituudi) fütopatoloogia professor. 1964. aastast kuni surmani töötas Leppik Beltsville' (Maryland) USA riiklikus Taimehaiguste Instituudis (praegu: *Henry A. Wallace Beltsville Agricultural Research Center*), esialgu uute taimede uurimise harus, hiljem taimegeneetika ja "iduplasma" instituudis (Järvesoo, 1978: 48). Aastatel 1953–54 oli Leppik külalisuurija El Salvadori Ülikooli Troopiliste Uurimiste Instituudis.

Vavilovi seemnekogu üks alleshoidjatest

E. Leppik oli "rahvusvaheline mees". Ta oli üks neid Eesti noori teadlasi, kes said end 1920. aastatel Rockefelleri Fondi rahadega välismaal täiendada (Kalling, 1999). 1927. aastal kohtus ta Roomas esmakordselt N. Vaviloviga (Leppik, 1927). 1935. aastal sai Leppikust Rahvasteliidu Põhja Euroopa ekspert taimekaitse alal (asukohaga Tartus). 1939. aastal määrati ta Rahvasteliidu esindajaks Roomas asuva Rahvusvahelise Põllumajandusinstituudi juurde (*International Agricultural Institute*, millest hiljem kujunes ÜRO *Food and Agriculture Organisation* (FAO)). Neis ameteis külastas Leppik mitmel korral NSV Liitu suheldes ilmselt ka siis N. Vaviloviga.

Idapiiri taga käis Leppik Tartu Riikliku Ülikooli professorina ka sõjaajal nõukogude-aastal. Vavilovit tal siis enam kohata ei õnnestunud (N. Vavilov arreteeriti 6. augustil 1940. aastal, samal päeval, mil Eesti nõukogude propaganda kohaselt NSV Liitu "astus"), kuid Leppik ise uskus, et just siis õnnestus tal külastada kõige olulisimaid NSV Liidu teaduskeskusi ning saada ettekujutus bolševismi teaduspoliitikast, selle meetodeist ja eesmärkidest. Igatahes kirjutas ta hiljem Pustale, et on sümptomaatiline, et need, kes

¹ Ametlikud elulood mainivad nimemuutuse aastana 1950 (so – USA-sse jõudmise aasta), tegelikkuses allkirjastas Leppik oma kirju uudsel kujul juba 1940. aastatel Saksamaal (vt ka: Annuk, 1998: 12).

² Karl Annuki ülevaates on ära toodud ka E. Leppiku täielik bibliograafia.

said aastatel 1940–41 "püha Venemaa" tegelikku elu näha, olid hiljem kõige kiiremad lääne poole "ledijad" (ERA 1622-2-70: 209).

Teatavasti viis N. Vavilov 1920–30 aastatel läbi hulga uurimisekspeditsioone erinevatel mandritel otsimaks kultuurtaimede lätteid. Sündis seemnekogu, milles oli esindatud üle 200 000 eri liigi ja sordi. Kogu keskne hoidla asus Leningradis, kuivõrd aga taimi oli vaja hoida idanemisvõimelistena, st perioodiliselt külvata, asus materjal laiali üle NSV Liidu paiknevates katsejaamades.

1930. aastatel hakkas Vavilovil, kel esialgu olid bolševikega olnud head suhted, käsi halvemini käima. Põhjustas seda NSV Liidus hoogu koguv bioloogia-teaduse ideologiseerumine, nähtus, milline on tuntud lõssenkisimi (ka: agrobioloogia) nime all (Kalling, 2007). Teadusteoreetiliste vastuolude taustal tuleb siinkohal muidugi eeldada ka võimuvõitlust totalitaarse riigi akadeemilistes ringkondades. Igatahes suri riigireetmises süüdistatav N. Vavilov 1943. aastal vanglas "üldisesse nõrkusesse".

Vavilovi seemnekogu saatust sõja ajal mainitakse eeskätt kahes seoses. Esiteks on küllaltki levinud legendid sellest, kuidas Leningradi blokaadi ajal kogu valvanud inimesed surid pigem nälga kui et väärtuslike seemnetega keha oleksid kinnitanud.

Teine lugu käsitleb seda osa kollektsioonist, milline jäi sõja ajal sakslaste poolt okupeeritud territooriumitele. Osa neist materjalidest langes 1943. aastal SS-üksuse *Ahnenerbe* ["Esivanemate pärand"] kätte. Selle botaanikust liige Heinz Brücher (1915–91) koos enda poolt juhitud meeskonnaga viis Ukrainast kättesaadava materjali SS taimegeneetika instituuti Grazi lähedal (Thomström, Hossfeld, 2002). Vavilovi kogudest loodeti panust ordiaretusse.

On selge, et tegemist oli rõõvimisega. Teisalt kohtab aga ka arvamusi, et Brücher – kes materjaliga hiljem ka edasi töötas – pigem aitas Vavilovi elutööd päästa. Nimelt sattus Vavilovi puhasliine Grazist pärast sõda nii mõnegi seal ametis olnud pädeva isiku kaudu – lisaks Brücherile ka erialainimestest sõjavangid, kes asutuses töötasid – ka laia maailma, kus andsid oma panuse edasisse teadus- kui aretustöösse (Thomström, Hossfeld, 2002).

See on tähtis, sest kui NSV Liit pärast sõda oma materjali tagasi sai, ei olnud olud seal jätkuvalt Vavilovi esindatud teadussuundadele soodsad. Nii kirjutas 1968. aastal (alates 1965. aastast sai NSV Liidus jälle geneetikast rääkida) USA-sse E. Leppikule prof. Pjotr Žukovski (1888–1975), Vavilovi õpilane ning töö jätkaja ("Vavilovi instituudi" juhataja aastail 1951–61) ning tunnistas, et kuivõrd lõssenkism puhasliinide teaduslikku väärtust eitas, jäi Vavilovi kogu tema kodumaal hooletusse. Veelgi enam – lõssenkistlike eksperimentide käigus (kujutasid endast risttolmendamist, välisristamist ja liikidevahelisi geeni(de)ülekankeid) minetas see märkimisväärse osa oma autentsusest. Lisaks kaotasid paljud näidised segastes oludes idanemisvõime, hävisid või paisati laiali (kuigi palju ka säilis; Cohen 1980).

Eelnevale lisaks saab aga rääkida ka E. Leppiku panusest Vavilovi kogu päästmisel. Leppik on nimelt ise kirjeldanud USA-s Vavilovist doktoritöö kirjutanud Barry Mendel Cohenile, et osa Vavilovi kogust toodi 1942. aastal Tartusse ning säilis seal tänu sellele, et Leppiku juhtimisel seda külvati. Coheni käsitlusest võib lugejal jääda mulje, et seemned toodi üle rindejoone, mis ei ole siiski tõenäoline.³ Pigem pärines võimalik Leppiku poolt sõja ajal päästetud Vavilovi materjal Puškini (Detskoje Selo) katsejaamast, milline okupeeriti sakslaste poolt juba 1941. aasta augustis. Seemnekogu olevat hoitud Tartus kuni 1944. aasta teise pooleni, mil sakslased selle evakueerisid. Pärast sõja lõppu jõudis ka kõnesolev kogu nõukogude teadlaste kätte tagasi (Cohen, 1980). (Käesoleva artikli autor ei ole paraku teistest allikatest eelpool toodule kinnitust leidnud.)

Vavilovi ideede edasikandja

E. Leppik kandis edasi ka N. Vavilovi vaimset sõnumit. Esiteks puudutab see taimede immunoloogiat, mille vallas avaldas Vavilov esimese töö juba 1914. aastal ning jätkas uuringuid vastaval suunal kuni arreteerimiseni. Vavilov lähenes küsimusele sellal alles kuju võtvat geneetikateadust kasutades. Tema sõnum oli, et evolutsiooni käigus on taimedel kujunenud immuunsus eeskätt nende kahjurit (seened, mikroorganismid, viirused) suhtes, millega neil enim kokkupuuteid (Vavilov tegi siin vahet struktuursel ja keemilisel immuunsusel). Sarnane kohastumine toimunuks muidugi ka parasiitide poole peal ning siinkohal tekkida võivaid võimalikke negatiivseid arenguid saanuks inimene omakorda korregeerida kultuurtaimi õigesti aretades (Cohen, 1980).

Siit jõuame järgmise Vavilovile tuntust toonud mõttekäiguni. Alates 1917. aastast hakkas Vavilov tutvustama oma kultuurtaimede tekketsentrite teooriat. Mainitu kohaselt saab iga (kultuur)taimeliigi tekkekoha kindlaks teha vastava liigi varieeruvuse suuruse järgi, tekkekohas on see suurim. Vavilov töötas ka selle oma käsitlusega edasi kuni surmani. Küsimus pakkus huvi nii teoreetiliselt kui praktiliselt, viimane seetõttu, et loodeti nn alg-sortidest saada sobilikku materjali uute, aga ka haiguskindlamate sortide aretamiseks.

Kolmas Vavilovile tuntust toonud teooria, mida vähemalt NSV Liidus teataval perioodil vaadeldi kui analoogi Mendelejevi perioodilisuse tabelile bioloogias, oli nn päriliku muutlikkuse homoloogiliste ridade seaduspärasus. See 1922. aastal avaldatud (ette kantud juba 1920) teooria sõnastas sarnase muutlikkuse read geneetiliselt lähedastel liikidel, perekondadel ja sugukondadel. Teooria võimaldas prognoosida muutlikkust kindlates taimerühmades (siit siis ka võrdlus Mendelejeviga) (Cohen, 1980).

³ Kui see aga nii oleks, läheks eesti lugeja jaoks asi veelgi põnevamaks, sest mängu saaks astuda veel üks eestlane, aastail 1940–51 "Vavilovi instituuti" – üleliidulise taimekasvatuse teadusliku uurimise instituuti – juhatanud Johan Eichfeld (1893–1989), kes oli hiljem, aastail 1950–68, ka ENSV Teaduste Akadeemia president.

N. Vavilovi teooriatesse on aeg korrekture teinud, kuid E. Leppiku kõige aktiivsema tegutsemisperioodi ajal olid Vavilovi ideed veel aktsepteeritavad ning Leppik oli üks nende edasiarendajaid Läänes. Õigupoolest oli Leppik kriitikaga ka kursis ning jälgis Vavilovi õpetuse edasiarendamist nõukogude teadlaste poolt, sest suhtles aktiivselt Vavilovi ja J. Eichfeldi järglasega Leningradis P. Žukovskiga. B. Cohen mainib Leppiku nime eeskätt seoses päriliku muutlikkuse homoloogiliste ridade seaduspärasuse tutvustamisega USA-s ja selle kasutamisega enda teadustöös (Cohen, 1980).

Ka E. Leppik töötas mitme taimeliigi ürgasukoha kindlaksmääramise uurimistoimkonnas, nt päevalille ja Lima oa (võiuba) päritolu selgitamise omades. Oma USA-s läbi viidud töodes näitas ka Leppik, et oma tekkekoldes on liik kõige vastupidavam taimehaiguste suhtes. Seda asjaolu püüdis ta kasutada ka taimekaitsetes, eeldades, et kultuurtaimede vastupidavusomadusi saab parandada ristates olemasolevaid sorte nõ algsortidega (vt nt: Leppik, 1970).

Enne kui jätkata Leppiku sõjajärgsete teoreetiliste käsitlustega, tulgem korraks tagasi taimekaitsevahendite juurde. Oma tööd viimastega pidas E. Leppik nimelt ise oluliseks etapiks oma teadlaskarjääris, mis töid ta temale hiljem iseloomulike evolutsiooni-käsitluste juurde.

Töö taimekaitsevahenditega

Leppik uskus, et ta tegi taimekaitsevahenditega töötades mõned avastused. Uskus sedagi, et temast kujunes spetsialist mõnede Saksamaal välja töötatud, kuid muule maailmale veel tundmatute ühendite alal. Leppik kirjutas Pustale, et olevat aineid, millised 10 000 kordse lahusena või gaasilisel kujul omaksid elusorganismidele "fantastilist mõju". Leppik oli veendunud, et saksa keemiatööstus on tugevam kui USA oma, kuid ei suuda sõja järel paraku teadusmahukat tootmist alustada (ega teadustulemusi publitseerida; ERA 1622-2-70: 214). Selle olukorraga põhjendas Leppik ka oma immigratsioonisoovi USA-sse. Tegelikult tundub, et ameeriklased olid juba kõik *IG Farben* patendid enestele haaranud.

Millistest mürikidest jutt käis, teab agronoom Kaarel Sõmermaa (1904–1983), kes kirjutab juba pärast Leppiku USA-sse jõudmist, et Saksamaal uuris Leppik närviigaaside mõju putukatele ning jätkas seda tööd ka USA-s (Sõmermaa, 1953). Sõmermaa mainib *I.G. Farbeni* laborites avastatud ühendit E 605 (*Parathion*),⁴ aga ka preparaati nimega *Aerosolen*, milline pidavat olema veelgi surmavam.

⁴ Pärast sõda, kui sakslastelt oli patent ära võetud, äritseti kõnesoleva preparaadiga erinevate firmade poolt ja erinevate nimetuste all laialt. Tegemist on organofosfaat-ühendiga (diüülnitrofenüültiofosfaat). Ühendi loojaks oli saksa keemik Gerhard Schrader (1903–1990), kes lisaks insektitsiidide välja töötamisele oli loonud ka närvimürke, millistel on halvem kuulsus, kuivõrd neid on kasutatud keemia-relvades (nt sariin ja tabuun).

Leppik tegi katseid ka teiste insektitsiididega (DDT ja heksakloortsükloheksaan). Ta märkas kõnesolevate ainete katastroofilist mõju tolmeldavate putukate (mesilased, kumalased jt) arvukusele. Leppik hoiatas niisiis juba 1940. aastatel toonaste uute põllumajandusmürkide eest. Ta lähtus eeskätt ohust, mida tolmeldajate puudumine võib kaasa tuua looduslikule tasakaalule. Ta räägib mullatekkest – putukate roll selles olevat üüratu – ning hoiatab kõrbestumise eest. Leppik leidis, et ainuüksi tuultolmlejad taimed ei suuda nt USA preeriaid erosioonist päästa. Niisiis ei ole see pelgalt "kaastundereaktsioon väikeste loomakeste vastu", vaid mure inimese olemasolu ja edaspidise heaolu pärast (Sõmermaa, 1953).

Siinkohal oleme jõudnud Leppikut pärast sõda iseloomustanud teoreetiliste arutluste juurde. Väidetavalt avanesid Leppiku jaoks uued teoreetilise bioloogia perspektiivid nimelt keemiliste ühenditega eksperimenteerides, nt K. Sõmermaa kirjutab oma ülevaates Leppiku tööst, et närvimürkide abil said teadlased endale uued meetodid uurida (ja avastada) putukate senitundmatuid meeli ja instinkte (Sõmermaa, 1953). Tõepoolest köitsid Leppiku tähelepanu tolmeldajate ning putuktolmlejate taimede omavahelised suhted, millest omakorda kasvasid välja käsitlused öie evolutsioonist jms (Leppik, 1966).

Hologeenia

1948. aasta mais kirjutas Leppik Pustale, et tema uurimisteenaks on võrdlev fülogeenia (eriti roosteseente alal) ning, et ta alustas selle tema arvates uue suunaga bioloogias juba enne sõda (ERA 1622-2-70: 202). Edaspidi nimetas Leppik oma õpetust hologeeniaks (ka: allogeenia, pantogeenia). Leppiku arvates oluaks tegemist uue bioloogia haruga, millel omakorda rida alluvaid distsipliine nagu sümbiogeenia, parageenia, holomorfoloogia ja holoökoloogia. Vastupidiselt teistele bioloogilistele suundadele, mis põhinevad analüütilistel uurimismeetoditel, oleks antud juhul tegemist sünteetilise lähenemisega, mis oleks võimeline lahendama seni kättesaamatuid probleeme (ERA 1622-2-70: 234).

Sünteetilise lähenemise all tuleb ilmselt mõista nõ holistlikku meetodit, eitust reduktsionismile. Leppik rõhutas, et looduses vastastikust mõju omavaid tegureid tuleb vaadelda tervikuna (Leppik, 1974).

Ilma põhjalikuma analüüsita on raske öelda, kui originaalne oli Leppiku lähenemine. Pigem võib eeldada erinevaid mõjusid, nt Theodor Lippmaa (1892–1943) sünuuside käsitlustest, aga võib-olla ka NSV Liidus levinud ideedest. Sest tõepoolest – olles küll Vavilovi järgija ning kirjutanud ka Trofim Lõssenkole (1898–1976) kriitilise järelehüüde (Leppik, 1978) – ei saa siiski lõplikult välistada nn agraarbioloogia mõjusid Leppikule. Ka NSV Liidus oldi holistlikel positsioonidel, võtkem nt tsitaat: "Pärilikkus kujutab endast tervikliku organismi või elusa protoplasma spetsiifilist bioloogilist omadust [...]. Pärilikkus peegeldab organismi koostisse kuuluvate kõigi orgaaniliste ainete vastastikulist koosmõju" (Priilinn, 1964).

Lisaks võib Leppiku puhul aimata biovitalismi mõju (teleoloogiline positsioon evolutsiooni käsitlustes) ning muidugi N. Vavilovi esindatavat strukturalistlikku lähenemist evolutsiooni küsimustesse (homoloogilised read dite evolutsioonis).

Ühes soovituskirjas Leppikule 1949. aastast (allkirjastatud 7 saksa teadlase poolt) märgitakse, et Leppiku lähenemine võimaldab lisaks bioloogia teoreetiliste aluste süvendamisele rikastada märkimisväärselt ka rakendusteadusi nagu põllumajandus, metsandus, aiandus ja taimekaitse (ERA 1622-2-70: 230). Leppik ise uskus, et tema esindatav suund bioloogiateaduses peaks eriti sobima USA-sse, kus "teoreetilised teadused üldiselt vähe tähelepanu leiavad". Hologeenia nimelt oluks Leppiku arvates ka suure rakendusliku väärtusega ning oleks seetõttu vastuvõetav ka ameerikalikule mentaliteedile. Lisaks olevat hologeenial veel ka see positiivne külg, et vastandina darvinismile lubaks see teaduslikult põhjendada kristlikku ilmavaadet (Leppiku vastuvõtja USA-s, *Augustana College*, oli kristliku taustaga).

Kokkuvõte

1950. aasta jaanuaris pääses Leppik koos perega laevale, mis viis ta USA-sse. Seal sai temast "vilepuhaja", oli ta ju üks neist teadlastest – teised ja kuulsamad Albert Einstein (1879–1955)⁵ ning Rachel Carson (1907–64)⁶ – kes kutsusid üles pöörama enam tähelepanu looduses elulist rolli mängivate seoste mõistmisele ning ühtlasi hoiatasid nende seoste lõhkumise eest.

Püüdes anda hinnangut E. Leppiku teadustööle tuleb nõustuda arvukate ülivõrretes seisukohavõttudega tema praktiliste saavutuste kohta. Leppiku teoreetiliste arutluste hinnangu andmisel tuleb paraku jätkuvalt tsiteerida Leppikule järelehüüde kirjutanud Elmar Järvesood (1909–1994): "Jäägu tema uurimistööde sisuline vaagimine erialateadlastele" (Järvesoo, 1978). Loodetavasti jätkavad professor Elmar Emil Leppiku teadusliku pärandi uurimist ka teaduslased, evolutsionistid ja (bio)semiootikud.

Arhiivimaterjalid

Eesti Rahvusarhiiv, fond 1622, nimistu 2, säilik 70 (Karl Robert Pusta, kirjavahetus väliseestlastega)

Kirjandus

- Annuk, K. 1998. Professor dr. sc. nat. Elmar Leppik. – Tartu, TÜ Kirjastus.
- Cohen, B.M. 1980. Nikolai Ivanovich Vavilov. His Life and Work. – Ph.D. dissertation, University of Texas at Austin, p. 106–107.
- Järvesoo, E. 1978. Prof. dr. Elmar E. Leppik *in memoriam*. – Vabade Eestlaste Põllumajandusliit, aastaraamat, XVI, Stockholm, lk 46–48.
- Kalling, K. 1999. Eesti teadus Rockefelleri fondi pilgu läbi. – Ajalooline Ajakiri, 2 (105), lk 103–121.
- Kalling, K. 2007. Stalinistlikud pseudoteadused põllumajanduse taustategureina. Eesti Põllumajandusmuuseumi Aastaraamat, 1, lk 105–115.
- Leppik, E. 1927. Rahvusvaheline Põllumajanduse Instituut Roomas. – *Agronomia*, 7, lk 314–319.
- Leppik, E. 1966. Floral Evolution and Pollination in the Leguminosae. – *Annales Botanici Fennici*, 3, p. 299–308.
- Leppik, E. 1970. Gene Centres of Plants as Sources of Disease Resistance. – *Annual Review of Phytopathology*, 8, p. 323–344.
- Leppik, E. 1974. Phylogeny, Hologenesis and Coenogenesis, Basic Concepts of Environmental Biology. – *Acta Biotheoretica*, XXIII, p. 168–191.
- Leppik, E. 1978. Trofim Denisovitš Lõssenko (1898–1976) suurim aferist sordiaretuse alal. – Vabade Eestlaste Põllumajandusliit aastaraamat XVI, Stockholm, lk 53–55.
- Parmasto, E. 1998. Elmar E. Leppik and Estonian mycology. *Folia Cryptogamica Estonica*, 33, p. 1–4.
- Priilinn, O. 1964. Kaasaja geneetika küsimusi. – Tallinn, Eesti Riiklik Kirjastus.
- Sõmermaa, K. 1953. Prof. dr. E. Leppik'u tööväljalt. – Vabade Eestlaste Põllumajandusliidu aastaraamat, III, lk 42–43.
- Thornström, C.-G., Hossfeld, U. 2002. Instant appropriation – Heinz Brücher and the SS botanical collection command to Russia in 1943. – *Plant Genetic Resources Newsletter*, 129, p. 39–42.

Ken Kalling

⁵ Relatiivusteooria loojale teatavasti omistatakse mõttetera, mille kohaselt inimkond kaob neli aastat pärast mesilaste kadumist. (Tõe huvides lisagem, et teadaolevalt ei ole Einstein sellist mõtet siiski kunagi välja öelnud ning alles vaieldakse selle, kes sellise avaldusega õigupoolest esinenud on.)

⁶ Mainitu 1962. aastal ilmunud raamat *Hääletu kevad* (*Silent Spring*, eesti keeles 1968) hoiatas sünteetiliste pestitsiidide eest, saades sellisel moel keskkonnateadlikkuse oluliseks äratajaks USA-s ning aidates kaasa DDT keelustamisele sealsamas 1972. aastal.

PÕLLUMAJANDUSTEADUSTE DOKTOR, EMERIITPROFESSOR OLEV SAVELI 75



Jätkuvalt särav, energiast pakatav, rühikas, esinduslik, sõnaosav, sihikindel ja järjepidev, töuaretuse vaimne liider, töuloomanäituste hing ja "kauboi".

Olev Saveli lõpetas Eesti Põllumajanduse Akadeemia 1962. aastal õpetatud zootehnikuna.

Esimeseks töökohaks oli Tori Kunstliku Seemenduse Jaam, kus üsna pea edutati ta direktoriks. Aastal 1965 alustas õpinguid EPA zootehnikateaduskonna aretusõpetuse kateedris aspirandina ja juba enne aspirantuuri lõppu 1968. aastal kaitses ta akadeemik Aarne Punga juhendamisel valminud dissertatsiooni põllumajandusteaduste kandidaadikraadi saamiseks. Seejärel suundus Olev Saveli tööle Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituuti (ELVTUI) kunstliku seemenduse (alates 1974. a sigimisbioloogia) kesklaboratooriumi juhatajaks. 1979. aastal alustas tööd EPA Zooinseneriteaduskonna aretusõpetuse kateedri juhatajana, vanemõpetajana ja üsna pea dotsendina. Juba 1985. aastal kaitses Olev Saveli doktoriväitekirja Üleliidulises Põllumajandusloomade Aretuse ja Geneetika Instituudis ja 1986. aastal omistati talle professorikutse. Dotsendikutse omistati juba 1983. aastal. Erinevalt professori või dotsendi ametikohast on professorikutse ja dotsendikutse eluaegne.

1986. aastal määrati O. Saveli Eesti NSV Agrotööstuskomitee aseesimehe ametikohale, kuid pedagoogitööd ja sidemeid EPAGA ta ei katkestanud. "Laulva revolutsiooni" aasta suvel (1988) valiti O. Saveli EPA (hilisema EMPÜ) rektoriks. Ta jätkas tööd ka aretusõpetuse kateedri juhatajana.

Eesti Põllumajandusakadeemia rektori O. Saveli 19.06.1991 käskkirjaga nr 148 avati ülikoolis doktoripõpe ning loodi doktorinõukogud. Vastuvõttu doktoripõpesse alustati 1991/1992. õppeaastal.

O. Saveli on looja sh traditsioonide looja ja hoidja. Rektori oleku ajal (1988–1993) kutsus ta ellu EPA avaballi, EPA rongkäigu, audoktorite valimise ja EPMÜ isemajandavad instituudid. Suursündmuseks oli ülikooli oma lipu valmimine. Ta seisis hea selle eest, et üliõpilased said käia praktilal välismaal ja praktilisi õppeaineid ning kogemusi omandamas Kõrgemates Põllumajanduskoolides.

Aastatel 1993–1994 töötas O. Saveli EPMÜ Loomakasvatuse instituudi aretusõpetuse ja veisekasvatuse õppetooli juhataja-professorina. 1994. aastal ühendati Adolf Mölder nimeline ELVTUI ja EPMÜ loomakasvatuse instituut ja selle tulemusena moodustati Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatuse instituut; selles instituudis jätkas ta tööd aretusosakonna juhataja-professorina. Aastatel 1991–2005 oli O. Saveli EPMÜ Põllumajandusteaduste ja Majandusteaduse Doktorinõukogu esimees. Professor Ülo Oll on öelnud, et

O. Saveli on seisnud hea selle eest, et loomakasvatusteadus ehk leivakõrvase uurimise teadus peaks kuuluma Eesti prioriteetsemate teadussuundade hulka.

O. Saveli juhendamisel on valminud lugematul hulgal magistritöid, tema juhendamisel on kaitsitud doktoritöid.

2004. aastal valiti O. Saveli emeriitprofessoriks, aga õnneks oli ta nõus jätkuvalt õpetama veisekasvatust ja aretusõpetust. O. Saveli on üliõpilaste seas väga populaarne, mistõttu Maaülikooli üliõpilasesindus omistas talle üliõpilasesinduse 20. aastapäeva tunnismärgi (2010) ning veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi üliõpilased valisid ta 2013. aasta kõige sõbralikumaks õppejõuks.

Alates 1965. aastast alustas O. Saveli tööd Eesti Mustakirju Karja ja alates 1972. aastast ka Eesti Punase Karja Tõuaretuse Nõukogu liikmena. Aastatel 1981–1992 oli ta Eesti Mustakirju Karja Tõuaretuse Nõukogu esimees. O. Saveli osa veiste tõuaretussüsteemi loomisel vabariigis oli nii suur, et 1985. aastal määrati talle koos ELVI teadlastega Nõukogude Eesti preemia.

Aastatel 1986–1988 oli O. Saveli ENSV Agrotööstuskomitee Teaduslik – Tehnilise Nõukogu esimees, 1989. aastal Eesti Maaliidu vanem.

1989. aastal, kui taasutati Akadeemiline Põllumajanduse Selts (APS), valiti Olev Saveli seltsi taasloomise järgseks esimeseks presidendiks ja ta juhtis seltsi tegevust 12 aastat st aastani 2001. APSi tänapäevani säilinud tegevusvormid ja traditsioonid kujunesid välja just algaastail O. Saveli juhtimisel. Need on kõnekoosolekud aktuaalsetel teemadel, aastakonverents teadusinformatsiooni vahetamiseks, ajakirja *Agraarteadus* väljaandmine, õppekursioonide korraldamine, Eesti põllumajanduses olulist rolli etendanud isikute meenutuspäevade korraldamine jm. Ajakirjal *Agraarteadus* on teaduspublikatsioonide äratrukkimise kõrval oluline roll eestikeelse erialase teaduskeele ja oskussõnavara arengul, aga ka seltsi kroonikal ja personaalial. Tänuks töö eest Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi taaskäivitamisel, pikaajalisel ja edukal juhtimisel valiti Olev Saveli teenitult 2002. aastal APSi aupresidendiks. Aastatel 1990–2005 oli ta ajakirja *Agraarteadus* toimetuse kolleegiumi liige.

1993. aastal moodustati Eesti Tõuloomakasvatuse Liit (ETLL). Kuna uue organisatsiooni eestvedajaks oli Olev Saveli, valiti ta ka esimeseks presidendiks (1993) ning on ETLL president kuni tänase päevani. Tema poolt käivitatud tõuaretajate ühtne katusorganisatsioon ETLL on seni ainukene üleriigiline põllumajanduslik ühistegevuslik organisatsioon, mis on tegutsenud järjekindlalt ning tulemuslikult juba 20 aastat. Alates 1998. aastast kuni tänaseni on O. Saveli ajakirja *Tõuloomakasvatus* peatoimetaja.

1995–2001 oli O. Saveli Euroopa Loomakasvatuse Assotsiatsiooni Eesti koordinaator, 1996–2000 Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoja nõukogu aseesimees,

1999. aastal valiti ta Läti Põllumajanduse ja Metsamajanduse Teaduste Akadeemia välisliikmeks. O. Saveli on olnud Eesti Geneetikute ja Selektioonäride Seltsi liige (1968...), Eesti Looduseuurijate Seltsi liige (1972...), Eesti Teadusfondi nõukogu liige (1990–1993 ja 2000–2003) ja konkursi *Aasta Põllumees* žürii esimees (2001–2007).

1996. aastal omistati Olev Savelile ülikooli teenete-medal. Aastatel 1996 ja 1997 tunnistati ta ülikooli viljakamaks kirjameheks ja 2008. aastal ülikooli parimaks teaduse populariseerijaks. 2004. aastal anti talle Euroopa Loomakasvatuse Assotsiatsiooni teenetemedal ja 2007. aastal Eesti Põllumajandusministeeriumi hõbedane teenetemärk. O. Saveli on Valgetähe kolmanda klassi ordeni kavaler (1989).

2009. aastal valiti O. Saveli ülikooli Aasta Vilistlaseks ja 2013. aastal Eesti Maakarja Kasvatajate Seltsi auliikmeks.

Juba enne 70-ndat sünnipäeva oli O. Savelil mitu medalit veteranide maailma meistrivõistlustelt ja Eesti meistrivõistlustelt võrkpallis. 2010. aastal lisandus kuldmedal võrkpallklubide maailmameistrivõistlustel Tampere ja 2012. aastal hõbemedal võrkpallklubide rahvusvahelisel võistlusel Tampere Eesti veteranide 75+ meeskonnas.

1985. aastal tulid Olev ja Miina Saveli seenioride standardantsude C-klassi meistriteks. Aastatel 1991–1995 oli O. Saveli Eesti Võistlustantsu Liidu president. Tema nimi on ka Tartu üliõpilaskoori auliikmete nimekirjas.

Enamus inimesi, kes Olev Savelit tunnevad, sh ajakirjanikud, kes on teda intervjuerinud, imetlevad tema raudset järjekindlust ja vitaalsust ning imestavad, kuidas üks soliidse eas akadeemiline mees on kõige otsakui mängleva kergusega toime tulnud.

Arvatavasti on kõiges suur osa tema vanematel, Lydia ja Rudolf Savelil, kelle perre ta 26. novembril 1938 esimese lapsena sündis. Nendelt sai ta kaasa töökuse, ärksa meele ja teadmishimu. Olev Saveli energilisus avaldub heteroosiefektina, mis kestab kogu elu (loomakasvatjad teavad, et tavaliselt kestab see ainult 1–2 aastat). O. Saveli reipuse ja tasakaalu üheks allikaks on tema perekond. Kaks nädalat enne EPA *cum laude* lõpetamist (1962) abiellus ta oma kursuseõe ja tantsupartner Miinaga. Neil on tütar, poeg ja neli lapselast. O. Saveli on ise öelnud, et tema elus ja edus on peamine olnud tahe, kohusetunne ja mõistev pere, sest kirjatöö jaoks on kõige viljakam õhkkond olnud kodus.

O. Saveli on alati hinnanud ja austanud oma kolleege. Üheks tõestuseks oli tema poolt 2009. aastal organiseeritud ja läbiviidud oma nõ akadeemilise isa, akadeemik professor Arne Punga meenutuspäev, kus osalesid endised ja praegused kolleegid ning Arne Punga poeg oma perega. Ei unustanud ta meenutamast Adolf Mölderit tema 100-ndal sünniaastapäeval 2012. aastal.

O. Saveli suhtumist iseloomustab ka see, kui ta Tori Hobusekasvanduse 150 aasta juubeliteel kinkis kasvanduse hobustele ämbritäie kaeru, samal aja kui kantsler vabandas, minister andis lubadusi ning riigikogu liikmele meenus lapsepõlv.

O. Savelil on trükitud ilmunud ligi 1000 artiklit; viimase viie aasta (2009–2013) jooksul on ta kirjutanud 6 teaduspublikatsiooni, 51 populaarteaduslikku artiklit, 18 referaati ja 15 kroonika-artiklit, osalenud üksikväljaannete (42) sh ajakirja *Tõuloomakasvatuse* toimetamisel, esinenud loomakasvatuse ja tõuaretusega seotud üritustel (92), korraldanud konverentse, seminare ja nõupidamisi (46). Esinemiste teemad hõlmavad erinevate veise- ja hobusetõugude hindamist, erinevate loomaliikide (veiste, hobuste, lammaste, sigade, kitsede) tõuaretust, tõuaretuse seisu ja loomakasvatuse arengusuundi Eestis, samuti maheveisekasvatust. O. Saveli on "nakatanud" konkursipisikuga ka eesti lihaveisekasvatajad ja ta on kindel, et tõuloomade konkursside korraldamine on aretustöö taseme peegel.

Käesoleval ajal tegeleb juubilar aktiivselt ETLLi juhtimisega, ajakirja *Tõuloomakasvatuse* väljaandmisega, tõuloomade näituste, aretusala seminaride ja konverentside eestvedamisega, seniorõppejõudude võrkpallivõistkonna tegevjõuna, õppetöoga. 2011. aastal ilmus tema koostatud ja saksa keelest eesti keelde tõlgitud ülikooliõpik *Loomakasvatuse* (582 lk).

Õnne kolmekordsele presidendile; Eesti Tõuloomakasvatuse Liidu presidendile, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi endisele presidendile (praegusele aupresidendile), Eesti Võistkonnatantsu Liidu kunagisele presidendile!

Oleme siia kirja pannud 75 protsenti Olev Saveli 75 aasta jooksul tehtud tegemistest ja talle antud tiitlitest. 25 protsenti lisame 25 aasta pärast.

"Vana hõbe" Hardi Tiidus on öelnud, et hea, kui inimesel on tiitlid, aga veel parem, kui inimese NIMI on tiitel.

Olev Savelil on olemas tiitlid ja ka tema nimi on tiitel. Tervist, tarkust, tahet ja rõõmu edaspidiseks!

Endiste ja praeguste kolleegide nimel

Anne Lüpsik

põllumajandusteaduste kandidaat, Eesti Maaülikooli õppeosakonna juhataja asetäitja, emeriitdotsent

VIIVE TIKK – in memoriam

10.05.1932–†5.11.2013



Viive Tikk (s. Põdra) sündis 10.05.1932. a Viljandis. Koolitee algas 1940. a Viljandi linna I algkoolis. 1951. a lõpetas Viive Tikk Viljandi I keskkooli kuldmedaliga, tegeldes samal ajal aktiivselt spordiga ning töötades laste spordikoolis abitreenerina ja sidekontoris telegrammikandjana.

Peale keskkooli lõpetamist astus Viive Tikk Tartu Riikliku Ülikooli Matemaatika-Loodusteaduskonna keemiaosakonda, mille lõpetas 1956 a *cum laude* keemik-anorgaanikuna. Ülikooli lõpetamise järel töötas Viive Tikk Tartu III Keskkoolis ja Tartu I KK, keemiaõpetaja ning õppealajuhatajana. 1965–1970 oli Viive Tikk ametis EKP Tartu Linnakomitee koolide instruktorina.

Et 1965. aastal oli Harald Tikk kaitsnud Eesti Põllumajanduse Akadeemias kandidaadikraadi ning asunud doktoritööd kokku panema, otsustas Viive Tikk lülituda abikaasa kõrval teadustöösse, sidudes end kogu edaspidiseks eluks Eesti linnukasvatusteadusega.

Alates 1971. aastast töötas Viive Tikk 27 aastat EPA ja EPMÜ eriloomakasvatuse kateedris ning väike-loom- ja linnukasvatuse osakonnas teaduri, vanemlaborandi, vanempreparaatorina ja nooremteadurina.

1988. aastal tunnustati Viive Tikku eesti vutitõu loomise kollektiivi liikmena ENSV Ministrite Nõukogu preemiaga.

Pensionile siirdumise järel Viive Tiku töö linnukasvatusteaduse vallas jätkus. 1999–2000 oli ta EPMÜ väike-loom- ja linnukasvatuse osakonna nooremteadur, grantide nr 195 ja 197 täitjana, 2001–2006 Eesti Linnukasvatajate Seltsi teadur programmi "Eesti vuttide geneetilise potentsiaali taastamine" ning 2007–2012 uurimistöö "Ohustatud tõu, eesti vuti aretus-säilitusprogramm" täitmiseks.

Aastatel 1970–2012 osales Viive Tikk kokku 11s lepingulises uurimistöös, viies ETF grandis ja kolmes eesti vutitõu aretusprogrammis nende täitja, kaastäitja, teaduri või vanemteadurina.

Enam kui 40 aasta vältel on Viive Tiku osalusel valminud hulk teadusartikleid ja erialaraamatuid – kokku 152 nimetust, neist käsi- ja sõnaraamatuid, monograafiaid või nende osi kokku 10. Tähelepanuväärsemateks töödeks on erialaraamatud Karusloomakasvatuse terminid, Linnukasvatus I, Linnukasvatus II, Vutikasvatus ja Linnukasvatusterminid.

1999. a valiti Viive Tikk Eesti Linnukasvatuse Seltsi auliikmeks ja 2012. aastal Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi auliikmeks. Viive Tikule on omistatud ka EMÜ teenetemedal.

Koos abikaasa Harald Tikuga tähistati käesoleval aastal teemantpulmi, mis kroonis nende 60 aasta vältel toimunud suurepärasest meeskonnatööst.

Maaelu armastava inimesena meeldis Viive Tikule aiamaal toimetada. Kolleegid teadsid, et tähtpäevade puhul tuleb lillepoodi põikamise asemel minna põllulilli noppima – viimased tegid Viive Tikule suuremat rõõmu. Tugevad peresidemed ja alati hoidistest tulvil keldririivulid väljendasid suurt pühendumist ka kodule. Viive Tiku peres kasvas üles kaks poega, pensioniaastatesse lisasid sära 5 lapselast ja 2 lapselapselast.

Kolleegidele jääb Viive Tikk meelde väga toimeka, põhjaliku, kindlameelse ja abivalmis inimesena.

Irje Nutt

