



*J Agric Sci*  
Vol. 27 No. 2  
pp 53–120  
Estonian Academic  
Agricultural Society  
Tartu, Estonia  
December 2016

XXVII (2) : 53–120 (2016) : p-ISSN 1024-0845 e-ISSN 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



**Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne  
Tartu 2016**



## Toimetuskolleegium / *Editorial Board*

---

### Peatoimetaja / *Editor-in-chief*

**Alo Tänavots** Estonian University of Life Sciences

---

### Toimetajad / *Editors*

**Maarika Alaru** Estonian University of Life Sciences

**David Arney** Estonian University of Life Sciences

**Tanel Kaart** Estonian University of Life Sciences

**Marko Kass** Estonian University of Life Sciences

**Brian Lassen** Estonian University of Life Sciences

**Evelin Loit** Estonian University of Life Sciences

**Toomas Orro** Estonian University of Life Sciences

**Oliver Sada** Estonian University of Life Sciences

**Ants-Hannes Viira** Estonian University of Life Sciences

---

### Rahvusvaheline toimetuskolleegium / *International Editorial Board*

**Berit Bangoura** University of Leipzig, Institute of Parasitology, Germany

**Ants Bender** Jõgeva Plant Breeding Institute, Estonia

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

**Margareta Emanuelson** Swedish University of Agricultural Sciences

**Martti Esala** Natural Resource Institute Finland, Luke

**Marek Gaworski** Warsaw University of Life Sciences, Poland

**Csaba Jansik** Natural Resource Institute Finland, Luke

**Aleksandrs Jemeljanovs** Latvia University of Agriculture

**Olav Kärt** Estonian University of Life Sciences

**Hussain Omed** Bangor University, UK

**Sven Peets** Harper Adams University, UK

**Pirjo Peltonen-Sainio** Natural Resource Institute Finland, Luke

**Jan Philipsson** Swedish University of Life Sciences

**Vidmantas Pileckas** Lithuanian University of Health Sciences

**Jaan Praks** Estonian University of Life Sciences

**Baiba Rivza** Latvia University of Agriculture

**Mart Sörg** Tartu University, Estonia

**Rein Viiralt** Estonian University of Life Sciences

---

**Abstracted / indexed:** AGRICOLA, AGRIS, CABI, CABI Full Text, DOAJ, EBSCO

**p-ISSN:** 1024-0845    **e-ISSN:** 2228-4893

*Väljaandmist toetab Eesti Maaülikool / Supported by Estonian University of Life Sciences*

*Trükk / Print: Eesti Ülikoolide Kirjastus OÜ*

*Kaanepilt / Cover image by papapishu*

# AGRAARTEADUS

2016 ♦ XXVII ♦ 2

---

Väljaandja:	Akadeemiline Põllumajanduse Selts
Peatoimetaja:	Alo Tänavots
Tehniline toimetaja:	Irje Nutt
Address:	Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu
e-post:	jas@emu.ee
www:	http://aps.emu.ee, http://agrt.emu.ee

---

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

## SISUKORD

### TEADUSARTIKLID

<i>M. Järvan, R. Vettik</i>	
Toiteelementide dünaamika mullas sõltuvalt viljelusviisidest ja analüüsimeetoditest ..	55
<i>A. Lember, T. Visamaa, M. Vallas, I. Nutt</i>	
Eesti vuti munajõudlusnäitajate vahelistest seostest .....	65
<i>I. Nurmoja, M. Kristian, A. Viltrop</i>	
Ülevaade: Sigade Aafrika katk ( <i>Pestis Africana Suum</i> ) .....	76
<i>O.E. Inoni, F.O. Tobih, D. E. Idoge</i>	
Binary probit estimation of factors affecting pesticide adoption for the control of yam tuber beetles in delta state, Nigeria .....	83
<i>H. Luik, A.-H. Viira</i>	
Söötmis-, lüpsi- ja sõnnikusüsteemid Eesti piimakarjalautades .....	92

### KROONIKA

<i>M. Kass, H. Kiiman</i>	
Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi 2015. aasta tegevusaruanne .....	108
<i>M. Riis</i>	
Ülevaade Tõnis Kindi elust .....	110
<i>E. Vesik</i>	
Eesti Maaviljeluse Instituut – 70 .....	113

### JUUBELID

<i>Ü. Jaakma</i>	
Ilmar Mürsepp – 85 .....	114

### IN MEMORIAM

<i>V. Meriloo</i>	
Raimo Sule – <i>In memoriam</i> .....	115
<i>E. Vesik</i>	
Kalju Ojaveski (Mühlbach) – <i>In memoriam</i> .....	116

### MÄLESTUSPÄEVAD

<i>B. Reppo</i>	
Vambola Veinla – 90 .....	117

### TEATED

Doktorikraadi kaitsjad Eesti Maaülikoolis 2016. aastal .....	118
--	-----

# JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2016 ♦ XXVII ♦ 2

---

Published by: Academic Agricultural Society  
Editor in Chief: Alo Tänavots  
Technical Editor: Irje Nutt  
Address: Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu,  
e-mail: jas@emu.ee  
www: <http://aps.emu.ee>, <http://agrt.emu.ee>

---

Scientific publications published in Agraarteadus are peer-reviewed

## CONTENTS

### RESEARCH ARTICLES

- M. Järvan, R. Vettik*  
Dynamics of plant nutrients in organically and conventionally managed soils extracted  
by different analyze methods ..... 55
- A. Lember, T. Visamaa, M. Vallas, I. Nutt*  
About correlations between egg production traits in Estonian Quail ..... 65
- I. Nurmoja, M. Kristian, A. Viltrop*  
Review: African swine fever (*Pestis Africana Suum*) ..... 76
- O.E. Inoni, F.O. Tobih, D. E. Idoge*  
Binary probit estimation of factors affecting pesticide adoption for the control of yam tuber  
beetles in delta state, Nigeria ..... 83
- H. Luik, A.-H. Viira*  
Feeding, milking and manure systems in Estonian dairy barns ..... 92

### ANNOUNCEMENTS

- Thesis defenders Estonian University of Life Sciences in 2016 ..... 118

Agraarteadus  
2 \* XXVII \* 2016 55–64



Journal of Agricultural Science  
2 \* XXVII \* 2016 55–64

## TOITEELEMENTIDE DÜNAAMIKA MULLAS SÕLTUVALT VILJELUSVIISIDEST JA ANALÜÜSIMEETODITEST

### DYNAMICS OF PLANT NUTRIENTS IN ORGANICALLY AND CONVENTIONALLY MANAGED SOILS EXTRACTED BY DIFFERENT ANALYZE METHODS

Malle Järvan, Raivo Vettik

Eesti Taimakasvatuse Instituut, agrotehnoloogia osakond  
Teaduse 4/6, 75501 Saku, Harjumaa

Saabunud: 20.10.16  
Received:  
Aktsepteeritud: 10.12.16  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 10.12.16  
Published online:  
Vastutav autor: Malle Järvan  
Corresponding author:  
e-mail: [malle.jarvan@etki.ee](mailto:malle.jarvan@etki.ee)

**Keywords:** phosphorus, potassium, calcium, magnesium, Mehlich 3 extraction, ammonium lactate extraction

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2016\\_2\\_jarvan.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2016_2_jarvan.pdf)

**ABSTRACT.** The goal of this work was to research what kind changes in the soil agrichemical parameters occur depending on different farming methods. The field experiment was established on sandy loamy soil at Olustvere (58° 33' N, 25° 34' E) during 2008–2014. The following treatments were carried out: organic (ORG), organic with farmyard cattle manure (ORGFYM) and conventional with farmyard cattle manure and mineral fertilizers (CONFYM). Every year in September the soil samples (0–20 cm) on the crop rotation fields were collected and analysed for P, K, Mg and Ca by the Mehlich 3 (Me3) method. In parallel, ammonium lactate extractable P and K (AL-method), and ammonium acetate extractable Mg and Ca (NH<sub>4</sub>OAc-method) were determined. In all the treatments, no significant changes in soil C<sub>org</sub> content were established over seven years. A significant ( $p < 0.05$ ) decrease in soil pH was shown for the CONFYM treatment. For the ORG treatment there revealed considerable decrease of the available K content in the soil. The application of manure in the both organic and conventional treatments sustained the status of available nutrients in the soil. The Pearson correlation coefficients (at the significance  $p < 0.01$ ) between the Mehlich 3 method and alternative methods were the following: for P – 0.770, for K – 0.922, for Mg – 0.951 and for Ca – 0.841. The  $P_{Me3}/P_{AL}$  quotient was inversely proportional with the  $Ca_{Me3}$  values.

© 2016 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2016 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

#### Sissejuhatus

Euroopa Liidu põllumajanduspoliitika ja tarbijate kasvav nõudlus mahetoidu järele soodustab mahepõllumajanduse laienemist. Üldlevinud arvamus kohaselt – ja see on kinnitust leidnud ka paljudes teadusuuringutes – loob maheviljeluse eeldused mullaviljakuse säilimiseks ja paranemiseks. Oluline roll on täita mulla orgaanilisel ainel, mille kaudu on mõjutatud kõik mullas toimuvad protsessid – nii füüsikalised, keemilised kui ka bioloogilised (Pospisilova jt, 2011; Fageria, 2012). Maheviljeluses on mulla orgaanilise aine varude täiendamiseks võimalik kasutada mitmesuguse päritoluga aineid ja materjale. Sõltuvalt muldaviidud orgaanilise materjali omadustest võib selle mõju mulla toitainete ja orgaanilise süsiniku sisaldusele olla üsnagi erinev (Scherer jt, 2011; Pikuła, D., Rutkowska, 2014; Kauer jt, 2015).

Mulla toitainete omastamine taimede poolt toimub nii mahe- kui ka tavaviljeluse tingimustes ikka ühesuguste reeglite järgi. Erinevus eri viljelusviiside puhul on aga mulla toitainetevarudes ja nende kättesaadavuses. Orgaanilise majandamise korral – eriti juhtudel, kui mulla toitainetevarusid regulaarselt ei täiendata – omavad väga suurt tähtsust mulla looduslikud, taimede poolt suhteliselt raskesti omastatavad varud (Stockdale jt, 2002).

Mitmes teadusuuringus (Bakken jt, 2006; Leifeld, Fuhrer, 2010) on leitud, et väide orgaanilise majandamise positiivsest mõjust mulla orgaanilise süsiniku sisaldusele on siiski ennatlik. Maheviljeluse eelis mulla orgaanilise süsiniku suhtes taandub enamasti sellele, et seal kasutatakse orgaanilisi väetisi ebaproportsionaalselt rohkem kui tavaviljeluses (Leifeld, Fuhrer, 2010).

Orgaanilisi tootmissüsteeme on kritiseeritud selles, et nad toetuvad põhiliselt mulla looduslikele varudele ja

kui selline majandamine, ilma toitaineid juurde andmata, kestab pikemat aega, siis võib mulla viljakus oluliselt langeda (Ellmer, Baumecker, 2005; Gosling, Shepherd, 2005; Masilionytė, Maikštėnienė, 2016). Sõnniku regulaarne kasutamine võimaldab siiski tagada tasakaalustatud toitainebilansi (Ellmer, Baumecker, 2005; Masilionytė, Maikštėnienė, 2016). Ühtlasi soodustab sõnnik mulla mikrobioloogilist aktiivsust, mille tulemusena vabaneb mullavarudes olevaid toiteelemente taimedele omastatavasse vormi. Orgaanilistes tootmissüsteemides sõltub taimekasvatus otseselt sellest toitainete ringlusest, mida mõjutavad ja kontrollivad mullamikroobid ja nende aktiivsus (Monokrousos jt, 2006). On teada, et mitmed bakterid ja seened, soodustades orgaaniliste fosfortühendite mineraliseerumist või lahustades anorgaanilisi fosfaate, suurendavad fosfori kättesaadavust taimedele (Parham jt, 2002; Richardson, Simpson, 2011). Samuti on kindlaks tehtud, et teatud bakterid suudavad parendada mullavarude kaaliumi kättesaadavust (Parmar, Sindhu, 2013; Meena jt, 2014). Taimedele omastatavate toitainete tase mullas sõltub oluliselt mulla ensümaatilise aktiivsusest. Selle kõige adekvaatsemaks, tähtsaimaks ja üheks kõige sensitiivsemaks indikaatoriks peetakse dehüdrogenaasi aktiivsust (DHA) (Wolinska, Stepniewska, 2012).

Taimedele omastatavate toitainete olukorra hindamiseks on kasutusel mitmesugused analüütilised meetodid. Mullaanalüüsi meetodite asjakohasuse ja võrreldavuse üle on paljud teadlased sageli diskuteerinud. Eesti agrookeemiateenistuses toimus alates 2004. aastast üleminek ammooniumlaktaat- ja topeltlaktaatväljatõmbega meetoditelt ehk vastavalt AL- ja DL-meetoditelt multielementse ekstraheerimislahusega Mehlich 3 meetodile. Ülemineku eel tehti Eesti valdavate mullatüüpidega nende meetodite järgi võrdlusanalüüsi ning leiti erinevate toiteelementide jaoks korrelatsioonid Mehlich 3 meetodi ja senikasutatud meetodite vahel (Loide jt, 2004). Mehlich 3 meetodi kasutuselevõtt aga on tekitanud mitmeid küsitavusi analüüsitulemuste interpreteerimise osas. Eriti terav on kriitika olnud mulla fosforinäitade kohta, sest teatud mullatüüpide puhul võib määramise viga olla liiga suur (Roostalu, 2014). Pealegi, nagu on näidanud mitmed uuringud (Matula, 2010; Tõnutare jt, 2015), on Mehlich 3 ekstraheerimislahusest määratud makroelementide sisaldused teatud määral mõjutatud ka aparatuuri iseärasustest.

Käesoleva töö eesmärk oli leida vastused järgmistele küsimustele. Esiteks, kuidas maheviljelus ilma täiendava väetamiseta mõjutab mulla agrookeemilisi näitajaid, kas mullaviljakus sel juhul langeb? Teiseks, kas regulaarne sõnniku kasutamine maheviljeluse külvikorras võimaldab mullaviljakust säilitada? Kolmas küsimus kerkis esile seoses mullaanalüüsi tulemustega. Sest nagu on leidnud Roostalu (2014) ja Wünschert jt (2015), sõltuvad Mehlich 3 meetodil määratud fosfori tulemused oluliselt mulla lõimisest ja karbonaatsusest. Seepärast tahtsime uurida, kuidas korreleeruvad liivsavi lõimisega kahkja mulla puhul erinevate analüüsi-meetoditega määratud makroelementide (P, K, Mg, Ca) sisaldused.

## Materjal ja meetodika

Põldkatsed viidi läbi aastail 2008–2014 Olustveres liivsavi lõimisega kahkjal e näivleeturunud mullal. Katse rajamise eel olid mulla agrookeemilised näitajad järgmised:  $pH_{KCL}$  6,0,  $P_{AL}$  96,  $K_{AL}$  108,  $Ca_{NH_4OAc}$  735 ja  $Mg_{NH_4OAc}$  64 mg kg<sup>-1</sup>. 2002. aastast alates oli sellel 6-hektarisel alal viieväljalises külvikorras järgitud maheviljeluse nõudeid, mingeid väetisi ei kasutatud. 2008. a kevadel modifitseeriti külvikorda veidi, rakendades järgmist kultuuride järjestust: rukis, kartul, kaer, oder punase ristiku allakülviga, ristik haljasväetiseks. Kõik külvikorraväljad (á suurusega 1,2 ha) jagati kolme paralleelse võõndina järgmisteks variantideks (á 0,4 ha): orgaaniline viljelus, sõnnikuta (ORG); orgaaniline viljelus, sõnnikuga (ORGFYM); tavaviljelus (CONFYM), kus kasutati sõnnikut, mineraalväetisi ja pestitsiide.

Mullaharimine oli kõikides variantides ühesugune – sügiskünd, kultuuride mehaaniline hooldamine, ristikumassi purustamine ja sissekünd enne talivilja külvi. ORGFYM ja CONFYM variantides anti järgmise aasta kartuli jaoks sügiskünni alla tahedat veisesõnnikut normiga 60 t ha<sup>-1</sup>, millega aastate keskmisena viidi toitaineid mulda järgmistes kogustes: N 287, P 65, K 164, Ca 130 ja Mg 60 kg ha<sup>-1</sup>. CONFYM variandi puhul anti kultuuride alla kompleksväetisi järgmistes kogustes: kartulile – N60P60K120, kaerale – N72P18K36, ristiku allakülviga odrale – N48P12K24, rukkile – N15P30K75 kg ha<sup>-1</sup> sügisel ning kevadel kahel korral pealtväetiseks N 34 kg ha<sup>-1</sup> ammooniumsalpeetrina. Ristikule ei antud väetist.

Kõikide aastate jooksul tehti saagiarvestusi. Kartuli puhul koristati käsitsi 10 pesa kolmes korduses. Tera- viljade puhul määrati saagikus nii proovivihkude baasil, mis võeti 1 m<sup>2</sup> lappidelt neljas korduses, kui ka kombainiga koristades 400 m<sup>2</sup> pinnalt. Määrati saagi keemiline koostis ning arvatati saagiga põllult ära- viidavad makroelementide kogused. Igal aastal septembris võeti kõikidel külvikorraväljadel katsevariantidelt mulla (0–20 cm) keskmised proovid, mis veel samal aastal analüüsiti Põllumajandusuuringute Keskuses (PMK) Mehlich 3 meetodil (Mehlich, 1984). Arhiveeritud mullaproovidest määrati hiljem Eesti Maaülikooli Taimebiokeemia laboris alternatiivsete meetoditega fosfori, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi sisaldused. Omastatav fosfor ( $P_{AL}$ ) ja kaalium ( $K_{AL}$ ) ekstraheeriti ammooniumlaktaadi lahuses pH 3,75 juures (Egner jt, 1960).  $P_{AL}$  määramiseks kasutati Tecator ASTN 9/84 (FiaStar5000).  $K_{AL}$  määrati samast lahusest, kasutades leekfotomeetrit. Liikuv magneesium ja kaltsium mullas ekstraheeriti 1 M ammooniumatsetaadi lahuses (pH 7,0) muld/lahuse vahekorras 1:10. Mulla magneesiumi- sisalduse ( $Mg_{NH_4OAc}$ ) määramiseks kasutati Tecator ASTN90/92 (Methods of soil analysis, 1982).  $Ca_{NH_4OAc}$  määrati samast lahusest leekfotomeetriselt. Mulla pH määrati PMK-s 1 M KCl suspensioonist, mulla ja lahuse vahekord oli 10 g : 25 ml. Mulla orgaanilise süsiniku sisaldus määrati Dumas' meetodil elementanalüsaatoril.

Viimase kolme katseaasta (2012–2014) septembris võeti kõikidel külvikorraväljadel katsevariantidelt mullaproovid dehüdrogenaasi aktiivsuse (DHA)

määramiseks. Proovid võeti mulla 0–20 cm kihist randomiseeritud meetodil kolmes korduses, sõeluti läbi 2 mm avadega sõela ning säilitati kuni DHA määramiseni 4 °C temperatuuril. DHA määrati spektrofotomeetriselt 546 nm lainepikkusel (Tabatabai, 1982) Eesti Taimekasvatuse Instituudi laboris Liina Edesi poolt.

Ilmastikutingimused olid katseperioodil üsna erinevad. Vegetatsiooniperioodi (aprill–september) sademete hulga poolest võib aastaid 2008, 2012 ja 2014 hinnata väga vihmasteks (450–479 mm), 2009 ja 2010 olid normaalsed (~390 mm), 2011 ja 2013 aga sademetevaesed (300 ja 282 mm). Aprilli–septembri keskmine õhutemperatuur oli piirides 12,3 °C (2012) kuni 14,3 °C (2011).

Statistilisel andmetöötlusel kasutati tabelarvutusprogrammi MS Excel. Erinevate analüüsimeetodite tulemuste vahelise seose hindamiseks leiti Pearsoni korrelatsioonikordajad fosfori ja kaaliumi korral Mehlich 3 ja AL-meetodi ning magneesiumi ja kaltsiumi korral Mehlich 3 ja NH<sub>4</sub>OAc meetodi vahel. Korrelatsioonikordajad leiti nii erinevate katsevariantide korral kui ka kõikide katsevariantide andmete koostöötlemisel. Korrelatsioonikordajate statistilise usutavuse kontrollimiseks kasutati t-testi. Erinevatel meetoditel määratud mulla agrookeemiliste näitajate (P, K, Mg ja Ca sisalduste) teisendatavust uuriti regressioonanalüüsiga.

### Tulemused ja arutelu

**Orgaaniline süsinik (C<sub>org</sub>).** Mulla orgaanilise süsiniku varus toimuvaid muutusi, mis on põhjustatud viljelusviiside erinevustest, on keeruline tuvastada, sest need toimuvad väga aeglaselt (Körschens jt, 1998; Kauer jt, 2015). Körschens jt (1998) andmeil isegi väga ekstreemse väetamise korral ulatusid muutused vaid sajandikprotsendini C<sub>org</sub> sisaldusest.

Hindamaks C<sub>org</sub> trendi Olustvere katse mullas, arvutasime selle kõikide viljelusviiside puhul viie külvikorra välja keskmistena. Selgus, et seitsmeaastase perioodi jooksul ei toimunud ühegi katsevariandi mulla C<sub>org</sub> sisalduses statistiliselt usutavat muutust (tabel 1). Siiski võis täheldada, et ORG variandi puhul, kus mingit väetamist ei toimunud, ilmnis tendents mulla

C<sub>org</sub> sisalduse vähenemise suunas. ORGFYM ja CONFYM variantides anti külvikorra jooksul sõnnikuga mulda kuivkaalus 8,2 t ha<sup>-1</sup> orgaanilist ainet. Kuigi sõnnikus sisalduv süsinik teatavasti mineraliseerub suhteliselt lühikese aja jooksul (Pikula, Rutkowska, 2014), ilmnis eelmainitud variantide mullas tendents C<sub>org</sub> sisalduse suurenemisele.

Üldiselt aga oli 7-aastane periood liiga lühike selleks, et saada usaldusväärseid tulemusi viljelusviiside mõjust mulla orgaanilise süsiniku sisaldusele.

**Mulla pH.** Eesti kliimaatilistes tingimustes, kus sademete hulk ületab aurumise, on paljudele mullaerimitele iseloomulik, et need aja jooksul hapestuvad. See väljendus ka meie katse puhul. Seitsme aasta jooksul muutus mullareaktsioon happelisemaks kõikide viljelusviiside puhul, kuid ainult tavaviljeluse võõndil oli pH alanemine statistiliselt usutav ( $p < 0,05$ ) (tabel 1). Siin võis mulla mõnevõrra suurem hapestumine, maheviljeluse variantidega võrreldes, olla osaliselt tingitud mineraalväetiste kasutamisest selles katsevariandis.

**Fosfor.** Määratava fosfori kontsentratsioon mullalahuses sõltub oluliselt ekstraheerimislahuse toimeainest ja pH-st, mulla ja lahuse suhtest, loksutamise kestusest, mitmesugustest mulla omadustest jm (Eriksson, 2009; Otabbong jt, 2009; Schroder jt, 2009; Wünscher jt, 2015). Aktiivsete toimeainete koosseis ekstraheerimislahuses on tõenäoliselt peamine põhjus miks erinevatel meetoditel ekstraheeritud P kogustes on suured erinevused (Eriksson, 2009). Mehlich 3 meetodi puhul fosfori ekstraheerimiseks lahuse koostisesse lisatud ammoniumfluoriid (NH<sub>4</sub>F) ei ole efektiivne eraldama fosforit kaltsiumfosfaatidest, kuid on väga efektiivne ekstraheerima seda alumiiniumi- ja rauaoksiididest, mille tulemuseks võib olla omastatava P sisalduse ülehindamine (Eriksson, 2009).

Käesolevas uurimistöös määrati omastatava P sisaldus Mehlich 3 ja AL-meetoditel igal aastal kolme viljelusviisi kõikide külvikorraväljade mullas, kokku 105 proovist. Joonisel 1 on omastatava P – ning samuti K, Mg ja Ca – dünaamika mõlema meetodi puhul esitatud viie välja keskmistena koos standardhälbega. Mehlich 3 meetodil määratud P tulemused on toodud joonise A-osas.

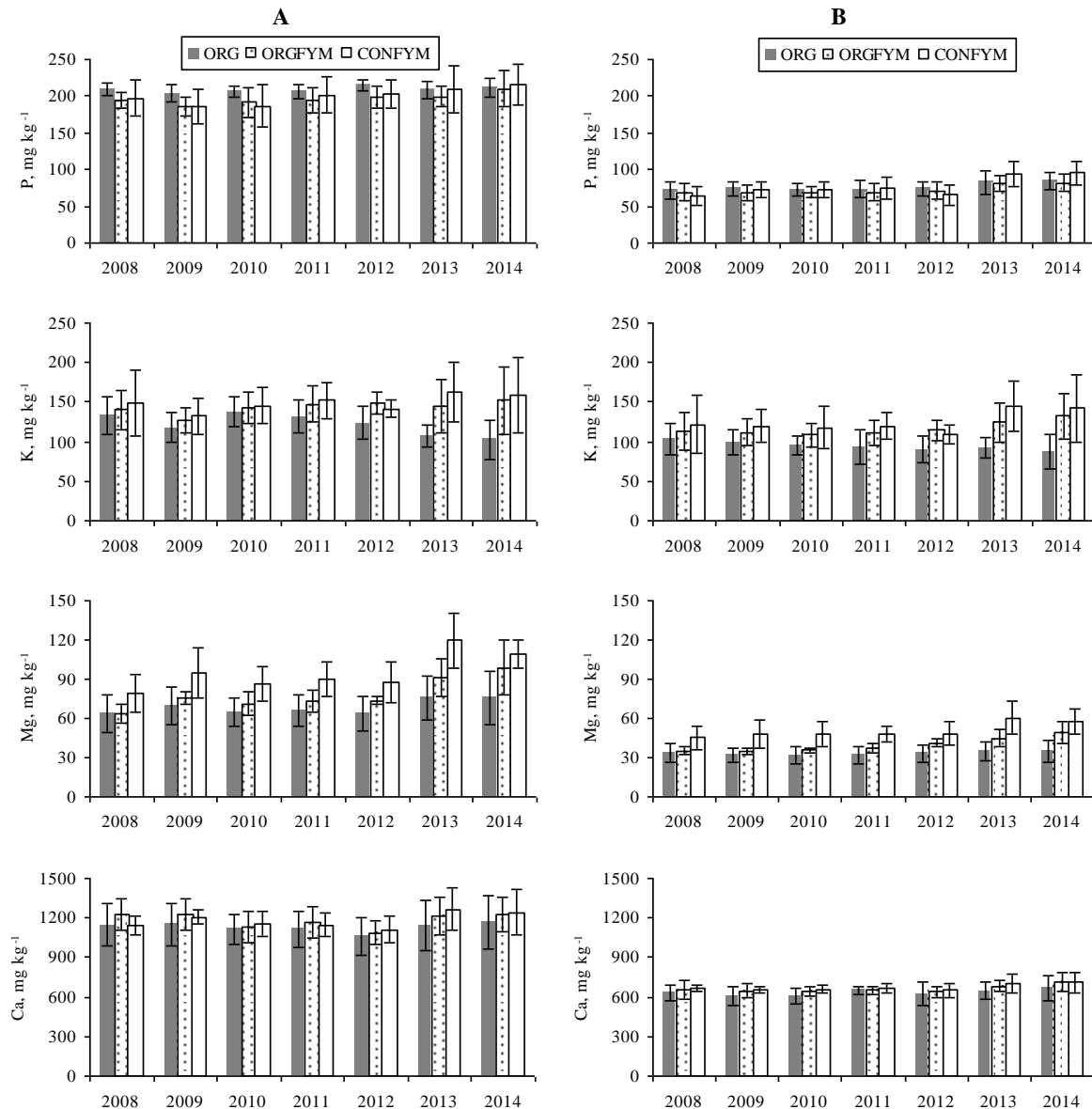
**Tabel 1.** Mulla orgaanilise süsiniku (C<sub>org</sub>) sisaldus ja pH<sub>KCl</sub> katse algul (2008) ja lõpul (2014)

**Table 1.** The C<sub>org</sub> content and pH<sub>KCl</sub> of soils at the beginning (2008) and at the end (2014) of the experiment

Viljelusviis / Treatment	C <sub>org</sub> , %			pH <sub>KCl</sub>		
	2008	2014	Muutumine / Change	2008	2014	Muutumine / Change
ORG	1,56	1,48	-0,08	5,92	5,74	-0,18
ORGFYM	1,56	1,66	+0,10	6,12	5,98	-0,14
CONFYM	1,68	1,74	+0,06	6,04	5,84	-0,20*

Viljelusviisid / Treatments: ORG – orgaaniline, sõnnikuta / organic without manure, ORGFYM – orgaaniline, sõnnikuga / organic with farmyard cattle manure, CONFYM – tavaviljelus, sõnniku, mineraalväetiste ja pestitsiididega / conventional with farmyard cattle manure, mineral fertilizers and pesticides.

\*  $p < 0,05$



**Joonis 1.** Toitelementide dünaamika mullas sõltuvalt analüüsimetodist: A) Mehlich 3 meetod ja B) AL-meetod (P ja K) ja  $\text{NH}_4\text{OAc}$  meetod (Mg ja Ca). Tulpadena on esitatud toitelementide sisaldused viie külvikorravälja keskmisena koos standardhälbega. Variandid: ORG – orgaaniline viljelus, sõnnikuta; ORGFYM – orgaaniline viljelus, sõnnikuga; CONFYM – tavaviljelus sõnniku ja mineraalväetisega

**Figure 1.** The dynamics of elements in differently managed soils: A) determined by the Mehlich 3 method, and B) determined by the AL method (P and K), and  $\text{NH}_4\text{OAc}$  method (Mg and Ca). The columns denote the average contents of elements from all the five fields of crop rotation with the standard deviation. Treatments: ORG – organic without manure, ORGFYM – organic with manure, and CONFYM – conventional with manure and mineral fertilizers

Mehlich 3 lahus, mille pH on 2,5, on üks kangemaid lahuseid, mida kasutatakse taimedele omastatavate toitainete ekstraheerimiseks mullast (Schroder jt, 2009; Kulhánek jt, 2014).  $P_{\text{Me3}}$  sisaldused meie katse kõikides mullaproovides olid väga kõrged ning vaadeldud perioodi jooksul üldiselt ei olnud võimalik tuvastada viljelusviisidest oleneda võivaid muutusi. Nii näiteks oli ORG variandis  $P_{\text{Me3}}$  tase katse lõpul (2014) praktiliselt samasugune kui katse algul (2008), vastavalt  $211 \pm 12$  ja  $209 \pm 9$   $\text{mg kg}^{-1}$ . ORGFYM variandi mulla  $P_{\text{Me3}}$  sisaldus katse lõpul oli samasuur ( $210 \pm 24$ ) kui ORG variandi puhul. CONFYM variandi puhul kõikusid mulla  $P_{\text{Me3}}$  sisaldused  $185 \pm 24$   $\text{mg kg}^{-1}$  (2009) ja  $215 \pm 28$   $\text{mg kg}^{-1}$  (2014) vahel.

Samadest mullaproovidest ekstraheeriti omastatav P paralleelselt ka alternatiivsel AL-meetodil.  $P_{\text{AL}}$  tulemused (joonis 1B) olid mitu korda väiksemad kui  $P_{\text{Me3}}$  tulemused. Orgaanilise viljeluse mõlema variandi puhul  $P_{\text{AL}}$  sisaldused praktiliselt ei muutunud esimese nelja katseaasta (2008–2012) jooksul. Küll aga ilmses  $P_{\text{AL}}$  sisalduse oluline tõus alates 2013. aastast. Arvame, et see omastatava P sisalduse tõus aastaid kestnud orgaanilise viljeluse tulemusena võis olla põhjustatud mitmest mõjurist. Esiteks, see võis tingitud olla naaber-aastate erinevatest niiskusoludest. 2012. aasta oli väga vihmane – aprillist septembri lõpuni sadas 450 mm, kusjuures väga sademerohe oli ka mullaproovide võtmise eelne periood. Sellistes oludes võis toimuda



lahustuvate toitainete väljauhtumine künnikihist. 2013. aasta vegetatsiooniperiood, vastupidiselt eelmisele aastale, oli aga väga pöuane – aprillist septembrini 282 mm sademeid, seejuures poolteise kuu jooksul enne mullaproovide võtmist sadas kokku vaid 14 mm. Pöua tingimustes võis toimuda vees lahustunud toitainete transport alumistest mullakihtidest ülemistesse. Nagu märgivad ka Li jt (2014), aurumise protsessis liiguvad vesi ja selles lahustunud soolad mulla ülemisse kihti ning võivad põhjustada selle sooldumist. Teiseks, ORGFYM variandi puhul oli mulla  $P_{AL}$  suurenemise üheks põhjuseks tõenäoliselt ka regulaarne sõnnikuga väetamine, mille puhul fosfori bilanss oli tugevalt positiivne (külvikorra jooksul anti mulda  $P$  65 kg ha<sup>-1</sup>, saakidega eemaldati  $P$  kokku 35 kg ha<sup>-1</sup>). Kolmandaks, omastatava  $P$  sisalduse suurenemises ei tohiks välistada ka mullamikroobide tegevust. Orgaanilisel viljelemisel, kus mineraalväetisi ja pestitsiide ei kasutata, on mulla mikrobioloogiline aktiivsus suur ja paljud mikroobid suudavad lahustada mullafosfaate (Monokrousos jt, 2006; Richardson, Simpson, 2011). Meie varasemas uuringus (Järvan jt, 2014) selgus, et 2013. aastal orgaanilise viljeluse variantides suurenes mulla dehüdrogenaasi aktiivsus (DHA). Liina Edesi publitseerimata andmeil jätkus DHA suurenemine ORG ja ORGFYM variantide mullas ka 2014. aastal. Seega võib arvata, et mulla  $P_{AL}$  sisalduse suurenemises oli tõenäoliselt oma roll ka mullamikroobide aktiivsel tegevusel.

Katseperioodi lõpuks (2014), võrreldes algtasemega (2008), oli mulla  $P_{AL}$  sisaldus (viie välja keskmisena) suurenenud ORG ja ORGFYM variantide puhul 13 ja 14 mg kg<sup>-1</sup> võrra, tavaviljeluse (CONFYM) variandis aga 32 mg kg<sup>-1</sup> võrra. CONFYM variandi puhul oli fosfori bilanss tugevalt positiivne, sest külvikorra jooksul anti mineraalväetiste ja sõnnikuga mulda kokku 185 kg P ha<sup>-1</sup>, saakidega eemaldati aga vaid 73 kg P ha<sup>-1</sup>.

**Kaalium.** Katse algul (2008) oli mulla liikuva kaaliumi sisaldus, määratuna Mehlich 3 meetodil, erinevate viljelusviiside võõnditel viie külvikorravälja keskmisena järgmine: ORG variandis 132 ± 23 mg kg<sup>-1</sup>, ORGFYM variandis 140 ± 25 mg kg<sup>-1</sup> ja CONFYM variandis 149 ± 42 mg kg<sup>-1</sup> (joonis 1A). AL lahusega ekstraheerimisel olid liikuva kaaliumi keskmised sisaldused katsevariantide muldades 2008. aastal vastavalt järgmised: 104 ± 20, 114 ± 24 ja 122 ± 37 mg kg<sup>-1</sup> (joonis 1B).

Seitsmeaastase katseperioodi jooksul ei täheldatud ORGFYM ja CONFYM variantide puhul mulla  $K_{Me3}$  sisaldustes mingit selgesuunalist tendentsi. ORG variandi puhul püsis mulla  $K_{Me3}$  näitaja esimestel aastatel suhteliselt stabiilsena, kuid vähenes katse viimastel aastatel suhteliselt järsult, langedes 2014. aastaks tasemeni 103 mg kg<sup>-1</sup>. On üsna tõenäoline, et sellise orgaanilise viljeluse puhul, kus väetisaineid mulda juurde ei anta, hakkab aastate jooksul mullas süvenema liikuvate toitainetarude väljakurnamine. Suhteliselt kerge lõimise ja madala savisisaldusega muld – nagu see oli meie katse puhul – ei suuda oma looduslike varude arvelt katta saakidega ära viidavat

kaaliumi kogust. Mainigem siin, et ORG variandi külvikorras oli kaaliumi bilanss tugevalt negatiivne (–105 kg K ha<sup>-1</sup>).

Muldade analüüsimine AL-meetodil näitas samuti, et ORG variandi mullas hakkas  $K_{AL}$  sisaldus aastate jooksul vähenema ning jõudis 2014. aastaks langeda keskmiselt 17 mg kg<sup>-1</sup> võrra ehk tasemeni 87 mg kg<sup>-1</sup>. ORGFYM ja CONFYM variantide puhul ei toimunud mulla  $K_{AL}$  sisaldustes olulisi muutusi esimesel viiel katse aastal, kuid alates 2013. aastast hakkasid  $K_{AL}$  sisaldused suurenema, jõudes 2014. aastal tasemeteni 133 ± 28 ja 142 ± 43 mg kg<sup>-1</sup>.  $K_{AL}$  suurenemise tendentsi põhjused olid tõenäoliselt samad, mida on eespool  $P_{AL}$  puhul kirjeldatud, see on: esiteks – niiskused, teiseks – regulaarne sõnniku andmine mulda ja kolmandaks – mullamikroobid. Sõnnikuga väetamine teatavasti aktiveerib mulla mikrofloora tegevust (Edesi jt, 2012).

Mulla liikuva kaaliumi dünaamika uurimisel on teadlased, olenevalt katsetingimustest, saanud üsna erinevasuunalisi tulemusi. Näiteks Andrist-Rangel jt (2007) on pikaajalises katses leidnud, et nii mahe- kui ka tavatootmise süsteemides oli kaaliumi bilanss võrdset negatiivne. Sánchez de Cima jt (2015) on kindlaks teinud, et orgaanilise viljeluse tingimustes oli omastatava kaaliumi sisaldus viieväljalise külvikorra mullas oluliselt vähenenud juba pärast esimese rotatsiooni läbimist. Løes ja Øgaard (2003) aga märgivad, et mahedalt tootvates piimafarmides, kus toimus mulla toitainetega isevarustamine, püsis mulla  $K_{AL}$  sisaldus piisavalt kõrge ega näidanud kahanemise tendentsi isegi kuni 14-aastase vaatlusperioodi jooksul. Ka Bučiene jt (2003) hinnangul on sõnnikuga väetamine parim abinõu selleks, et tagada mulla kaaliumitaseme püsimine vähese sisendiga viljelussüsteemides.

**Magneesium ja kaltsium.** Mehlich 3 meetodil määratud magneesiumi ( $Mg_{Me3}$ ) sisaldus katse algul (2008) oli mõlema orgaanilise viljelusviisi mullas ühesugune – 64 mg kg<sup>-1</sup> (joonis 1A). ORG variandi puhul püsis see 2012. aastani praktiliselt muutumatuna, seejärel avaldus kerge suurenemise tendents. ORGFYM ja CONFYM variantide puhul aga täheldati, et  $Mg_{Meh3}$  sisaldus mullas hakkas tõusma juba katse algusest alates. Seitsmeaastase vaatlusperioodi jooksul (2014 sügiseks) oli  $Mg_{Me3}$  sisaldus ORG, ORGFYM ja CONFYM variantide mullas suurenenud vastavalt 12, 35 ja 30 mg kg<sup>-1</sup> võrra.

Kõikidest mullaproovidest määrati liikuv magneesium ja kaltsium paralleelselt ka ammooniumatsetaadi väljatõmbest.  $Mg_{NH4OAc}$  keskmised sisaldused ORG ja ORGFYM muldades katse alul olid vastavalt 33 ja 35 mg kg<sup>-1</sup> (joonis 1B). ORG variandi mullas püsis  $Mg_{NH4OAc}$  sisaldus kogu katseperioodi jooksul muutumatuna, vaatamata sellele, et teatud kogus (külvikorra jooksul 12,9 kg ha<sup>-1</sup>) magneesiumi eemaldati mullast saakidega. Kuigi magneesium – sarnaselt kaltsiumiga – allub kergesti väljauhtumisele, on magneesiumirikkal aluskivimil väljakujunenud mullad sellega siiski hästi varustatud (Mengel, Kirkby, 1987). Märkimisväärne, et meie katse puhul oli mulla lähtematerjal magneesiumirikas dolomiitjas moreen.

ORGFYM ja CONFYM variantide mulla  $Mg_{NH_4OAc}$  sisaldus esimesel neljal-viiel katseaastal püsis enam-vähem stabiilsena, katse lõpuaastatel aga näitas suurenemise tendentsi ning oli 2014. aastaks võrreldes alg-tasemega suurenenud 13–14 mg kg<sup>-1</sup> võrra. Mainigem, et mõlemas variandis oli külvikorra jooksul sõnnikuga mulda antud Mg 60 kg ha<sup>-1</sup>, saakidega eemaldati Mg vastavalt 15,7 ja 28,4 kg ha<sup>-1</sup>, seega oli magneesiumi bilanss nendes katsevariantides tugevalt positiivne. Sõnnik teatavasti on väga hea liikuva magneesiumi allikas (Kulhánek jt, 2014). Meie katse puhul üsna tõenäoliselt võisid  $Mg_{NH_4OAc}$  sisalduse tulemusi positiivselt mõjutada ka mullale loomupäraselt omased protsessid, kus mullas mitmesuguste ühenditena seotud magneesium osaliselt vabaneb taimedele omastatavateks vormideks.

Mulla kaltsiumisisaldused katsevariantide võõnditel ja külvikorra väljadel näitasid katse algul üsna erinevaid tulemusi. Mullaproovides kõikusid  $Ca_{Me3}$  sisaldused vahemikus 1050–1380 mg kg<sup>-1</sup> ja  $Ca_{NH_4OAc}$  sisaldused vahemikus 579–726 mg kg<sup>-1</sup> (joonis 1). Katseperioodi jooksul  $Ca_{Me3}$  sisaldus ORG variandi mullas praktiliselt ei muutunud, olles vahemikus 1114–1168 mg kg<sup>-1</sup>. ORGFYM variandi puhul kõikus  $Ca_{Me3}$  sisaldus aastate jooksul veidi, kuid oli 2014. aastaks samal tasemel (1220 mg kg<sup>-1</sup>) kui 2008. aastal. Nende tulemuste põhjal kahjuks ei ole võimalik teha mingeid konkreetseid järeldusi  $Ca_{Me3}$  dünaamika kohta. Ka Schroder jt (2009) ning Kulhánek jt (2014) oma uurin-gute tulemusena on teatanud, et muldade ekstraheerimisel tugevatoimelise Mehlich 3 lahusega ei olnud võimalik tuvastada tendentsi mulla kaltsiumisisalduse muutumisest.

Mullaproovidest määratud  $Ca_{NH_4OAc}$  sisaldused viie külvikorravälja keskmistena olid samuti üsna stabiilsed ega näidanud aastate jooksul selgeid tendentsi (joonis 1B). Siiski võis kahel viimasel katseaastal ORGFYM ja CONFYM variandi muldade  $Ca_{NH_4OAc}$  sisaldustes täheldada kergest tõusutendentsi. Selle tõenäoliseks põhjuseks võib pidada sõnnikuga mulda viidud suhteliselt suurt kaltsiumikogust. Üldiselt aga võib öelda, et seitsmeaastase perioodi jooksul ei vähenenud mulla  $Ca_{NH_4OAc}$  sisaldus ühegi katsevariandi puhul. Võib oletada, et sellistes mullastik-kliimaatilistes tingimustes oli kaltsiumi künnikihist väljaleostumine ja kaltsiumi vabanemine mullavarudest ning sõnnikust omavahel heas tasakaalus.

### Erinevate analüüsimeetodite tulemuste võrdlemine.

Nagu nähtub jooniselt 1, annab muldade ekstraheerimine Mehlich 3 meetodil ja alternatiivsetel meetoditel üsna

erineva suurusega tulemusi. Erinevatel meetoditel saadud tulemuste võrdlemisel tuleb teha ümberarvestusi, kuid nende kvaliteet sõltub korrelatiivsete seoste tugevusest.

Pearsoni korrelatsioonikordajad erinevate katse-variantide korral ja kõik katsevariandid koos on esitatud tabelis 2. Mehlich 3 ja AL-meetodi vaheline Pearsoni korrelatsioonikordaja oli fosfori puhul mada-lam ( $r = 0,770$ ,  $p < 0,01$ ) kui kaaliumi puhul ( $r = 0,922$ ,  $p < 0,01$ ). Kõige kõrgem Pearsoni korrelatsiooni-kordaja väärtus Mehlich 3 ja  $NH_4OAc$  meetodi vahel oli magneesiumi puhul ( $r = 0,951$ ,  $p < 0,01$ ), mõnevõrra nõrgem oli see kaltsiumi puhul ( $r = 0,841$ ,  $p < 0,01$ ). Seda, et magneesiumi puhul on Mehlich 3 ja  $NH_4OAc$  meetodi vaheline korrelatsioon väga tugev (0,96–0,99), märgivad ka Staugaitis, Rutkauskiené (2010).

Tabelist 2 nähtub, et nii fosfori kui ka kaaliumi korral sõltusid Pearsoni korrelatsioonikordajate väärtused Mehlich 3 ja AL-meetodi vahel katsevariantidest. Korre-latsioon oli kõige nõrgem sõnnikuta orgaaniline viljeluse (ORG) puhul. Ka magneesiumi ja kaltsiumi korral sõltusid Pearsoni korrelatsioonikordajate väärtused Mehlich 3 ja  $NH_4OAc$  meetodi vahel katse-variantidest, kusjuures korrelatsioon oli kõige nõrgem sõnnikuga orgaanilise viljeluse (ORGFYM) puhul. Edaspidi vajaks täiendavat uurimist ja väljaselgitamist, millest need korrelatsioonide erinevused olid tingitud.

Üksikmõõtmiste alusel leitud seosed erinevate analüüsimeetodite vahel on esitatud joonisel 2 graafikute ja regressioonivõrranditena. Joonisel esitatud determi-natsioonikordajate põhjal saab väita, et sobitatud mudelid kirjeldasid tegelikku varieeruvust järgmiselt: magneesium 90,1%, kaalium 84,8%, kaltsium 69,3% ja fosfor 59,6%.

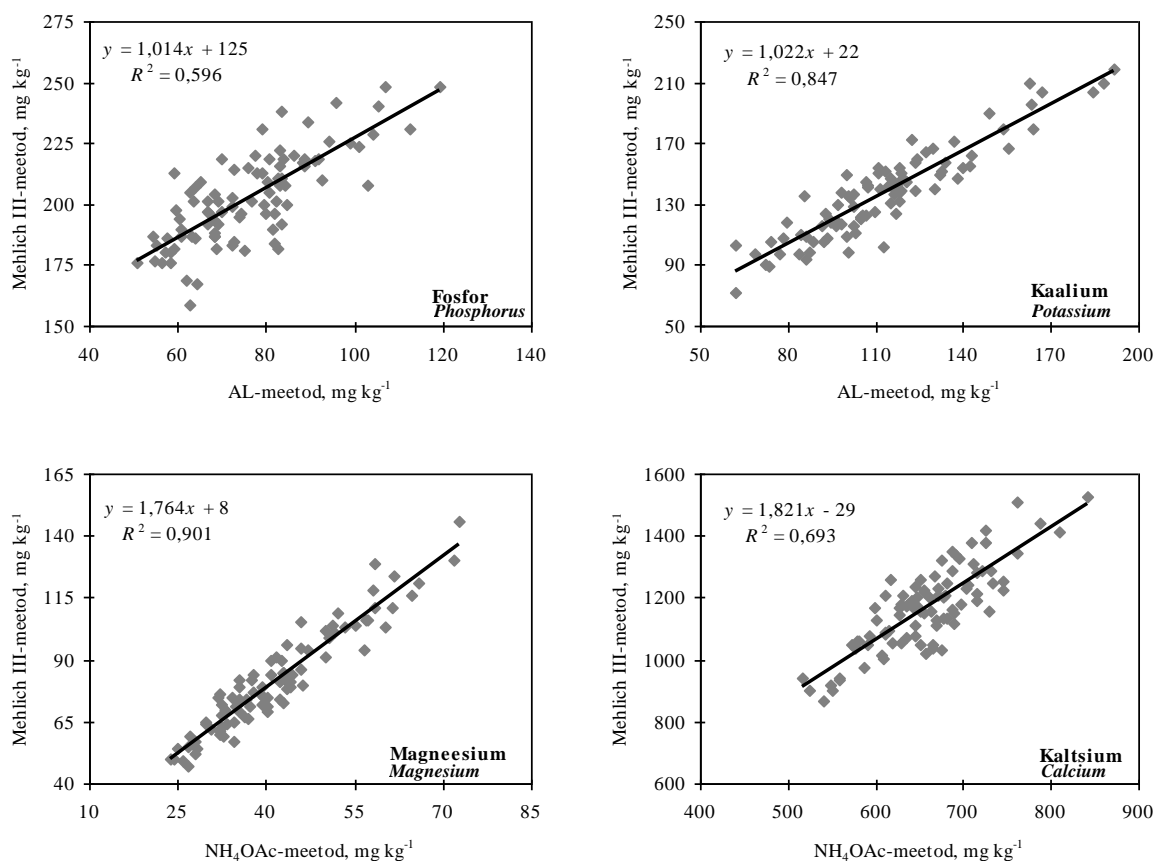
Lisaks eeltoodule arvutasime kõikide analüüsitud mullaproovide ( $n = 105$ ) jaoks erinevatel määramis-meetoditel saadud fosforisisalduse tulemuste vahel koefitsiendi  $P_{Me3} / P_{AL}$  ning jaotasime saadud koefit-siendid gruppidesse vastavalt nendesamade proovide  $Ca_{Me3}$  näitajatele. Selgus huvitav seaduspärasus, et  $P_{Me3}/P_{AL}$  koefitsient oli pöördvõrdelises seoses  $Ca_{Me3}$  näitajatega.  $Ca_{Me3}$  kolme erineva tasemega grupi jaoks olid  $P_{Me3} / P_{AL}$  koefitsiendid vastavalt järgmised:  $< 1100$  mg kg<sup>-1</sup> ( $n = 34$ ) –  $2,96 \pm 0,28$ ;  $1101$ – $1200$  ( $n = 31$ ) –  $2,79 \pm 0,32$ ;  $>1201$  ( $n = 40$ ) –  $2,54 \pm 0,28$ . Need tulemused kinnitavad teiste autorite (Roostalu, 2014; Wünscher jt, 2015) hinnanguid, et mulla kaltsiu-misisaldus võib mõjutada Mehlich 3 ekstraheerimis-lahusest määratud fosforisisalduse näitajaid.

**Tabel 2.** Pearsoni korrelatsioonikordajad Mehlich 3 ja AL-meetodi (P, K) ning Mehlich 3 ja  $NH_4OAc$ -meetodi (Mg, Ca) vahel  
**Table 2.** The Pearson correlation between the Mehlich 3 and the AL-methods (P, K) and between the Mehlich 3 and the  $NH_4OAc$ -methods (Mg, Ca)

Variant / Treatment	Fosfor / Phosphorus	Kaalium / Potassium	Magneesium / Magnesium	Kaltsium / Calcium
ORG (n = 35)	0,604	0,806	0,945	0,908
ORGFYM (n = 35)	0,845	0,896	0,915	0,764
CONFYM (n = 35)	0,815	0,954	0,951	0,794
KÕIK / ALL (n = 105)	0,770	0,922	0,951	0,841

Variandid / Treatments: ORG – orgaaniline, sõnnikuta / organic without manure; ORGFYM – orgaaniline, sõnnikuga / organic with manure; CONFYM – tavaviljelus, sõnniku ja mineraalväetistega / conventional with manure and mineral fertilizers.

Kõik kordajad on usutatavad  $p < 0,01$  / All the correlation coefficients between the methods are significant  $p < 0.01$



**Joonis 2.** Üksikmõõtmiste alusel leitud seosed Mehlich 3 meetodi ja alternatiivsete analüüsimeetodite vahel  
**Figure 2.** Relationships between the Mehlich 3 method and alternative analysis methods on the basis of all individual measurements (meetod = method)

## Järeldused

1. Erinevad viljelusviisid ei avaldanud seitsmeaastase vaatlusperioodi jooksul statistiliselt olulist mõju mulla (0–20 cm) orgaanilise süsiniku sisaldusele. Mulla happesus suurenes statistiliselt usutavalt tavaviljeluse variandis, mille puhul külvikorras kasutati mineraalväetisi.

2. Muldade analüüsimisel Mehlich 3 meetodil ei tuvastatud muutusi mulla fosforisisalduse dünaamikas. Muldadest AL-meetodil ekstraheeritud fosfori sisalduses, tingituna mitme positiivse teguri koosmõjust, ilmnes katseperioodi lõpuaastatel kõikide viljelusviiside puhul tendents suurenemise suunas.

3. Sõnnikuta orgaanilise viljeluse (ORG variant) puhul pärast seitsmeaastast perioodi olid kerge liivsavi lõimisega mullas oluliselt vähenenud nii Mehlich 3 meetodil kui ka AL-meetodil määratud liikuva kaaliumi sisaldused. Külvikorras sõnniku kasutamine (ORGFYM ja CONFYM variantides) tagas mulla kaaliumitaseme püsimise.

4. Liikuva magneesiumi sisaldus sõnnikuta orgaanilise viljelusviisi mullas püsis katseperioodi jooksul praktiliselt muutumatuna. Sõnniku regulaarsel kasutamisel külvikorras avaldus kerge tendents mulla magneesiumisisalduse suurenemise suunas. Mulla liikuva

kaaliumi sisalduse dünaamikas ei ilmnenud seaduspäraseid muutusi.

5. Pearsoni korrelatsioonikordaja Mehlich 3 meetodi ja AL-meetodi vahel oli fosfori puhul madalam ( $r = 0,770$ ,  $p < 0,01$ ) kui kaaliumi puhul ( $r = 0,922$ ,  $p < 0,01$ ). Pearsoni korrelatsioonikordaja Mehlich 3 ja NH<sub>4</sub>OAc meetodite vahel oli magneesiumi puhul kõrgem ( $r = 0,951$ ,  $p < 0,01$ ) kui kaltsiumi puhul ( $r = 0,841$ ,  $p < 0,01$ ).  $P_{Me3} / P_{AL}$  koefitsient oli pöördvõrdelises seoses mulla Ca<sub>Me3</sub> näitajatega.

## Huvide konflikt / Conflict of interests

Autor kinnitab artikliga seotud huvide konflikti puudumist.  
*The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

## Tänuavaldused

Käesolev uurimistöö toimus Põllumajandusministeeriumi tellitud rakendusuuringuprojekti *Maheviljeluse eri viiside ja tavaviljeluse mõju võrdlemine mulla viljakusele ja elustikule ning põllukultuuride saagikusele ja kvaliteedile* raames. Artikli autorid tänavad Liina Edesit ja Miralda Paivelit projekti täitmisel osutatud abi eest ning Mai Oleskit alternatiivsetel meetoditel tehtud mullaanalüüside eest.

### Kasutatud kirjandus

- Andrist-Rangel, Y., Edwards, A.C., Hillier, S., Öborn, I. 2007. Long-term K dynamics in organic and conventional mixed cropping systems as related to management and soil properties. – *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122, 413–426.
- Bakken, A.K., Breland, T.A., Haraldsen, T.K., Aamlid, T.S., Sveinstrup, T.R. 2006. Soil fertility in three cropping systems after conversion from conventional to organic farming. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 56, 81–90.
- Bučienė, A., Šlepetienė, A., Šimanskaitė, D., Svirskienė, A., Butkutė, B. 2003. Changes in soil properties under high- and low-input cropping systems in Lithuania. – *Soil Use and Management*, 19, 291–297.
- Edesi, L., Järvan, M., Noormets, M., Lauringson, E., Adamson, A., Akk, E. 2012. The importance of solid cattle manure application on soil microorganisms in organic and conventional cultivation. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 62, 583–594.
- Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Ref.: *Kungliga Lantbruksstyrelsens Kungörelser M.M., Nr. 1, 1965. Stockholm.*
- Ellmer, F., Baumecker, M. 2005. Static nutrient depletion experiment Thyrow. Results after 65 experimental years. – *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51, 151–161.
- Eriksson, A.K. 2009. Phosphorus in agricultural soils around the Baltic Sea – Comparisons of different laboratory methods as indices for phosphorus leaching to waters. Seminarier och examensarbeten Nr. 64. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Fageria, N.K. 2012. Role of soil organic matter in maintaining sustainability of cropping systems. – *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 2063–2113.
- Gosling, P., Shepherd, M. 2005. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. – *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105, 425–432.
- Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A., Vösa, T. 2014. Soil microbial communities and dehydrogenase activity depending on farming systems. – *Plant, Soil and Environment*, 60, 459–463.
- Kauer, K., Tein, B., Talgre, L., Ereemeev, V., Luik A. 2015. Viljelussüsteemide mõju mulla süsinikuvarule. – *Agronomia 2015. EcoprintAS, Tartu*, 16–21.
- Kulhánek, M., Balík, J., Černý, F., Vašák, F., Shejbalová, Š. 2014. Influence of long-term fertilizer application on changes of the content of Mehlich-3 estimated soil macronutrients. – *Plant, Soil, Environment*, 60, 151–157.
- Körschens, M., Weigel, A., Schulz E. 1998. Turnover of soil organic matter (SOM) and long-term balances. – Tools for evaluating sustainable productivity of soils, *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.*, 161, 409–424.
- Leifeld, J., Fuhrer, J. 2010. Organic farming and soil carbon sequestration: what do we really know about the benefits? – *Ambio*, 39, 585–599.
- Li, X., Chang, S.X., Salifu, K.F. 2014. Soil texture and layering effects on water and salt dynamics in the presence of a water table: a review. – *Environmental Reviews*, 22, 41–50.
- Loide, V., Nöges, M., Rebane, J. 2004. Väetistarbe hindamisest Mehlich 3 väljatõmbest. – *Agraarteadus*, XV (4), 206–215.
- Løes, A-K., Øgaard, A.F. 2003. Concentrations of soil potassium after long-term organic dairy production. – *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1, 14–29.
- Masilionytė, L. Maikštėnienė, S. 2016. The effect of alternative cropping systems on the changes of the main nutritional elements in the soil. – *Zemdirbyste-Agriculture*, 103, 3–10.
- Matula, J. 2010. Differences in available phosphorus evaluated by soil tests in relation to detection by colorimetric and ICP-AES techniques. – *Plant, Soil and Environment*, 56, 297–304.
- Meena, V.S., Maurya, B.R., Verma, J.P. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance K<sup>+</sup> availability in agricultural soils? – *Microbiological Research*, 169, 337–347.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant. – *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 15, 1409–1416.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. 4<sup>th</sup> Ed. Bern/Switzerland, International Potash Institute.
- Methods of soil analysis. 1982. In: *Chemical and microbiological properties. Part 2, 2<sup>nd</sup> Ed.* (eds. A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney). – Madison, Wisconsin USA.
- Monokrousos, N., Papatheodorou, E.M., Diamantopoulos, J.D., Stamou, G.P. 2006. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated field sites. – *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 1282–1289.
- Ottobong, E., Börling, K., Kätterer, T., Mattson, L. 2009. Compatibility of the ammonium lactate (AL) and sodium bicarbonate (Olsen) methods for determining available phosphorus in Swedish soils. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 59, 373–378.
- Parham, J.A., Deng, S.P., Raun, W.R., Johnson, G.V. 2002. Long-term cattle manure application in soil. I. Effect on soil phosphorus levels, microbial biomass C, and dehydrogenase and phosphatase activities. – *Biology and Fertility of Soils*, 35, 328–337.
- Parmar, P., Sindhu, S.S. 2013. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: influence of nutritional and environmental conditions. – *Journal of Microbiology Research*, 3, 25–31.

- Pikuła, D., Rutkowska, A. 2014. Effect of leguminous crop and fertilization on soil organic carbon in 30-years field experiment. – *Plant, Soil, Environment*, 60, 507–511.
- Pospisilova, L., Formanek, P., Liptaj, T., Losak, T., Martensson, A. 2011. Land use effects on carbon quality and soil biological properties in Eutric Cambisol. – *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 61, 661–669.
- Richardson, A.E., Simpson, R.J. 2011. Soil microorganisms mediating phosphorus availability. – *Plant Physiology*, 156, 989–996.
- Roostalu, H. 2014. Muldade väetistarbe meetodid, analüüsitulemuste tõlgendamine ja usaldusväärsus ning kasutamine põllumajandusettevõttes. – Ettekanne 9.03.2014, Tartu. 57 lk. <http://www.slideshare.net/meitjurgens/muldade-vetistarbe-meetodid...> 18.04.2016
- Sánchez de Cima, D., Reintam, E., Tein, B., Ereemeev, V., Luik A. 2015. Soil nutrient evolution during the first rotation in organic and conventional farming systems. – *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46, 2675–2687.
- Scherer, H.W., Metker, D.J., Welp, G. 2011. Effect of long-term organic amendments on chemical and microbial properties of a luvisol. – *Plant, Soil, Environment*, 57, 513–518.
- Schroder, J.L., Zhang, H., Richards, J.R. 2009. Inter-laboratory validation of the Mehlich 3 method as a universal extractant for plant nutrients. – *Journal of AOAC International*, 92, 995–1008.
- Staugaitis, G., Rutkauskienė, R. 2010. Comparison of magnesium determination methods as influenced by soil properties. – *Zemdirbystė/Agriculture*, 97, 105–116.
- Stockdale, E.A., Shepherd, M.A., Fortune, S., Cuttle, S.P. 2002. Soil fertility in organic farming systems – fundamentally different? – *Soil Use and Management*, 18, 301–308.
- Tabatabai, M.A. 1982. Soil enzymes. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2* (eds. A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney). – American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison.
- Tõnutare, T., Rodima, A., Kõlli, R., Krebstein, K., Penu, P., Rebane, J., Künnapas, A. 2015. Makroelementide sisalduse määramisest mullas Mehlich 3 meetodil. – *Agronomia* 2015. Ecoprint AS, Tartu. 219–224.
- Wolinska, A., Stepniewska, Z. 2012. Dehydrogenase activity in the soil environment. In: *Dehydrogenases* (ed. R.A. Canuto), Section 3, Chapter 8. – Rijeka, Croatia.
- Wünscher, R., Unterfrauner, H., Peticzka, R., Zehetner, F. 2015. A comparison of 14 soil phosphorus extraction methods applied to 50 agricultural soils from Central Europe. – *Plant, Soil, Environment*, 61, 86–96.

## Dynamics of plant nutrients in organically and conventionally managed soils extracted by different analyze methods

Malle Järvan, Raivo Vettik  
*Estonian Crop Research Institute,  
 Department of Agrotechnology,  
 Teaduse 4/6, 75501 Saku, Estonia*

### Summary

In last decades organic farming has been expanding due to interests of consumers and agricultural policies. It is believed that organic farming sustains and improves soil fertility parameters, especially organic matter content in the soil. Different analytical methods have been implemented to determine the content of plant-available nutrients in the soil. The comparability of results obtained by means of different extraction methods demands recalculations which reliability depends on the strength of correlative relationships.

During seven-year period the field experiment and different analytical tests were carried out to investigate several problems and research questions. Firstly, does the soil fertility deteriorate when the soil is managed organically without nutrients' input? Secondly, does the application of farmyard cattle manure (FYM) during the crop rotation to sustain the soil fertility status? The third question for this research work rose up relating to the data of soil analyses which were carried out by the Mehlich 3 method and in parallel by alternative methods.

The field experiment was performed in Central Estonia at Olustvere on sandy loamy soil during 2008–2014. In the conditions of five-year crop rotation (red clover, winter rye, potato, oats, barley with undersown clover) the following treatments (farming methods) were established: organic without manure (ORG), organic with solid cattle farmyard manure (ORGFYM) and conventional farming where manure, mineral fertilizers and pesticides were used (CONFYM). The tillage method in the all three treatments was the moldboard ploughing. Clover was ploughed into the soil. Straw and crop residues were not removed from the field.

Every year in September the soil samples (0–20 cm) were taken for chemical analyses from all treatments of all rotation fields. At the Agricultural Research Centre located at Saku, soils were tested for phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg) and calcium (Ca) content according to the Mehlich 3 method. At the Plant Biochemistry Laboratory of the Estonian University of Life Sciences, for available phosphorus ( $P_{AL}$ ) and potassium ( $K_{AL}$ ) the soils were extracted with the ammonium lactate solution (AL-method). The exchangeable magnesium and calcium in the soils were extracted with 1 M ammonium acetate solution at pH 7.0 ( $NH_4OAc$ -method). Organic carbon ( $C_{org}$ ) content in the soil was determined after dry combustion by elementary analyzer.

In our experiment that lasted seven years, for all the treatments no significant changes in the soil  $C_{org}$  content was shown. For the CONFYM treatment the significant ( $p < 0.05$ ) decrease of soil pH occurred over this period. For all the treatments the fluctuations of  $P_{Me3}$  content in the soil were extremely marginal and there revealed no differences between treatments. In the last two years of the experiment, the  $P_{AL}$  contents in the soil showed a lightly increasing tendency which may be explain with several positive factors at this time. The contents of  $K_{Me3}$  and  $K_{AL}$  in the soil were decreasing for the ORG treatment over seven years. The application of

FYM at the rate of  $60 \text{ t ha}^{-1}$  during the 5-year crop rotation sustained the soil fertility status, especially for plant-available K and Mg. Different farming methods revealed no significant changes in the dynamics of  $Ca_{Me3}$  and  $Ca_{AL}$  values in the soil. Comparison of the soil analysis results performed by the Mehlich 3 method with the results obtained by the alternative extraction methods showed that the correlations for P and Ca were weaker than for K and Mg. In addition, it was shown that the  $P_{Me3} / P_{AL}$  quotient was inversely proportional to the  $Ca_{Me3}$  values.

Agraarteadus  
2 \* XXVII \* 2016 65–75



Journal of Agricultural Science  
2 \* XXVII \* 2016 65–75

## EESTI VUTI MUNAJÕUDLUSNÄITAJATE VAHELISTEST SEOSTEST ABOUT CORRELATIONS BETWEEN EGG PRODUCTION TRAITS IN ESTONIAN QUAIL

Aleksander Lember, Triin Visamaa, Mirjam Vallas, Irje Nutt

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

Saabunud: 29.11.16  
Received:  
Aktsepteeritud: 15.12.16  
Accepted:

Avaldatud veebis: 15.12.16  
Published online:

Vastutav autor: Aleksander  
Corresponding author: Lember  
e-mail: [aleksander.lember@emu.ee](mailto:aleksander.lember@emu.ee)

**Keywords:** Estonian Quail, quail live weight, quail egg weight, laying onset, egg laying rate

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2016\\_2\\_lember.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2016_2_lember.pdf)

**ABSTRACT.** Estonian Quail (*Coturnix coturnix japonica*) is the only poultry breed developed in Estonia. The aim of this research was to investigate Estonian Quail production performance traits – annual egg production, live weight and its' dynamics, egg weight, laying onset and correlations between these characteristics. Performance recording data of 108 female and 108 male quails were used. Correlations between production performance traits were calculated on the basis of 74 female quails. 77 females survived up to the end of the trial (13 laying months, 364 days). Both, females and males were divided into two groups – light and heavy – according to their live weight at the age of 30 days. The mean first egg laying age (laying onset) of Estonian quail was 47.0 days, females of lighter group started laying earlier, at the age of 45.9 days and heavier quails' average laying onset was 47.9 days. The average egg weight was 13.85 g, lighter quails laid slightly lighter eggs than heavier quails, 13.76 g and 13.93 g, in light and heavy females, respectively. The average annual egg production was 260.3 in the light female group and 238.0 in the heavy group. The average live weight of adult (at the age of 92 days) female quails was 267 g (variability 176–354 g) and 216 g in males (variability 168–287 g). There were no significant correlations between live weight at 30 days and laying onset, also between egg laying rate and live weight at 30 days. The results showed a negative correlation between the age at laying first egg and annual egg production ( $r = -0.268$ ,  $p < 0.05$ ). Selection of quails according to their egg production in first three laying months would increase the annual egg production as eggs number laid in first 3 months positively correlated with the annual egg production ( $r = 0.472$ ,  $p < 0.001$ ).

© 2016 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2016 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Sissejuhatus

Eesti vutt on ainuke Eestis aretatud põllumajanduslik linnutõug. Erinevate põldvutiteisendite ristamise ja valiku tulemusena loodi aastatel 1977–1987 muna-lihatüübiline omamaine vutitõug, kes on väga hea munajõudlusega ja kehamassilt veidi suurem, kui maailmas kasvatatavad munatüübilised vutid. Eesti vuti aretustöö toimub vastavalt Eesti Linnukasvatajate Seltsi aretus- ja säilitusprogrammile.

Et eesti vuti näol on tegemist ohustatud tõuga, tuleb tegelda ka tõu geneetiliste ressursside säilitamisega. Seega on eesti vuti genofondi säilimine nii vabariikliku kui ka ülemaailmse tähtsusega.

Eesti vuttide tähtsaimaks jõudlusvõime kriteeriumiks on nende munevus. Oluline on saada vutilt munemis-perioodil rohkem mune. Ka vutt "muneb nokast", seega on suure munatoodangu saamiseks vaja neid sööta vastavalt toitainete vajadusele. Munajõudluse (munevuse) uuring kätkeb endas paljude munajõudlusega seotud näitajate – noorvuttide munemahakkamise vanuse, munemise dünaamika munemiskuude lõikes, lindude kehamassi, muna massi ja munade morfoloogilise koostise määramist. Käesolevas töös esitatud andmed on kogutud Eesti Linnukasvatajate Seltsi jõudluskontrollialusest vutifarmist. Et eesti vutt on muna-lihatüübiline, siis määrati ka isas- ja emaslindude

kehamass ning selle dünaamika. Eesti vuti populatsioonis on nii kergemaid (munatüübilisi) kui ka raske- maid (lihatüübilisi) vutte, mistõttu jagati vutid kehamassi alusel kahte omavahel võrreldavasse rühma.

Jõudlusnäitajate vaheliste seoste uurimine on vajalik edukaks aretusprogrammide arendamiseks.

Käesolevas töös uuriti jõudlusnäitajate vaheliste seoste tugevust ja statistilist olulisust ning võrreldi neid teiste autorite töödega. Seoste uurimine aitab mõista ja otsustada, millistel alustel ja millal on kõige otstarbekam linde valida, samuti teha õigeaegseid ja vajalikke otsuseid vuttide prognoositava jõudlusvõime kohta.

## Materjal ja meetodika

### Katsete läbiviimise koht ja aeg

Katsed viidi läbi 2014. ja 2015. aastal Eesti Linnukasvatavate Seltsi jõudluskontrollialuses vutifarmis.

**Tabel 1.** Täisratsiooniline vuttide segajõusööt  
**Table 1.** Laying quail ration

Söödad <i>Feeds</i>	Sööta <i>Feed amount,</i> g	ME, kcal 100g <sup>-1</sup>	Toorproteiin <i>Crude protein,</i> g	Toorrasv <i>Crude fat,</i> g	Toorkiud <i>Crude fibre,</i> g	Ca, g	P, g	Lüsiin <i>Lysine,</i> g	Metioniin <i>Methionine,</i> g	Treoniin <i>Treonine,</i> g
Nisu / <i>Wheat</i>	42	122,2	4,8	0,5	1,47	0,02	0,20	0,16	0,11	0,16
Sojasrott / <i>Soybean meal</i>	29	86,1	12,5	0,1	1,80	0,16	0,20	0,79	0,16	0,48
Oder / <i>Barley</i>	12	32,0	1,4	0,3	0,66	0,01	0,04	0,05	0,02	0,05
Lubjakivi / <i>Limestone</i>	10					3,40				
Premiks / <i>Premix</i>	5	9,3	1,6	0,2	0,01	0,3	0,4	0,06	0,12	0,05
Rapsiõli / <i>Rapeseed oil</i>	1,5	12,8		1,5						
Linaõli / <i>Linseed oil</i>	0,5	4,3		0,5						
Kokku / <i>Total</i>	100	266,8	20,3	3,1	3,94	3,88	0,84	1,06	0,41	0,75
Norm / <i>Requirement</i>		290	22,5		0–4,0	4,1	0,8	1,12	0,47	0,71
Vahe / <i>Difference</i>		-23,3	-2,2	3,1		-0,22	0,04	-0,06	-0,06	0,04

### Katseandmete kogumine

**Munevuse määramine.** Lindude munevuse arvestamisel lähtuti andmete võrreldavuse huvides 4-nädalast (28 päeva) munemiskuust. Katseperioodi pikkuseks oli 13 munemiskuud (364 päeva). Munetud munad registreeriti igapäevaselt lindude munemislehtedel.

**Munade massi määramine.** Jõudluskontrollialuste vuttide mune kaaluti üks kord kalendrikuus. Kaalumine toimus igas kuus kindlal päeval, selleks koguti kolmel järjestikusel päeval munetud munad. Muna mass määrati 0,1 grammi täpsusega.

**Lindude kehamassi määramine.** Kõik katsevutid kaaluti üks kord kalendrikuus, esimene noorvuttide kehamass fikseeriti 30 päeva vanuselt. Esimese kaalu- andmete põhjal jagati katselinnud kahte rühma: kergete emasvuttide kehamass oli 157–181 g, kerged isasvutid kaalusid 142–168 g. Raskete emasvuttide kehamass jäi vahemikku 182–217 g, sama rühma isastel oli see 169–206 g. Viimane kaalumise teostati vuttide 212 päeva vanuselt (7 kuuselt). Linnu kehamass määrati ühegrammise täpsusega.

**Andmete statistiline analüüs.** Kõik kogutud andmed sisestati arvutisse programmi MS Excel, kus teostati ka andmete kirjeldav analüüs. Igakuiselt registreeritud

Katses osalenud märgistatud emas- ja isasvutte peeti nummerdatud individuaalpuurides.

### Vuttide pidamine ja söötmine

Katse alguses oli jõudluskontrollis 216 vutti, neist 108 emast ja 108 isast. Vutid olid paigutatud puuridesse paaridena. Puur oli konstrueeritud selliselt, et munetud munad veeresid puuri eeskülje alt iga puuri ees asuvale munade kogumise restile. Katselindudel oli vaba pääs söödarennile, mis asetses samuti puuri eesküljes. Jootmiseks kasutati nippeljootjaid. Vutte söödeti täisratsioonilise vuttide segajõusöödaga, mille koostis ja toitainete sisaldus on toodud tabelis 1. Vuttide toitainete tarbenormide esitamisel on lähtutud Eestis kasutusel olevatest söötmissnormidest (Tikk, Piirsalu 1997). Valguspäeva pikkuseks oli katses 15 tundi.

munade arvu ja munade massi omavahelisi seoseid ning seoseid munade kogutoodangu, lindude kehamassi ja munemahakkamise vanusega uuriti korrelatsioonanalüüsi abil. Munemahakkamise vanuse, lindude kehamassi ning munade massi vaheliste seoste iseloomustamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonikordajaid, ülejäänud seoste puhul Spearmani korrelatsioonikordajaid. Analüüs viidi läbi statistikapaketi SAS abil, jooniste tegemiseks kasutati programmi MS Excel ja statistikapaketti R.

### Katsetulemused

**Kehamass.** Emas- ja isasvuttide kehamass määrati (kaaluti) novembrist 2014 kuni maini 2015 iga kuu 5. või 6. kuupäeval, kui linnud olid vastavalt 30, 60, 92, 123, 150, 182 ja 212 päeva vanused (vastavalt 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7 kuu vanused).

Emaslindude kehamass 30 päeva vanuselt (algmass) jäi vahemikku 157 kuni 217 grammi. 30 päevase kehamassi alusel jagati emasvutid kahte rühma: kergete vuttide rühm 157–181 g ja raskete vuttide rühm 182–217 g. Tabelis 2 on toodud emasvuttide kehamassi dünaamika erinevate algmassirühmade lõikes.



**Tabel 2.** Emasvuttide kehamass ja selle dünaamika  
**Table 2.** Live weight of female quails and weight dynamics

Emasvutid <i>Females</i>	30 päeva <i>30 days</i>	60 päeva <i>60 days</i>	92 päeva <i>92 days</i>	123 päeva <i>123 days</i>	150 päeva <i>150 days</i>	182 päeva <i>182 days</i>	212 päeva <i>212 days</i>
<b>Kogu valim / Total</b>							
n	108	108	105	103	104	97	93
$\bar{x}$	181,4	256,1	267,6	269,3	274,6	263,9	274,1
min	157	218	198	176	218	212	198
max	217	306	318	324	334	319	354
<b>Kergete vuttide rühm / Light females</b>							
n	50	50	48	47	48	45	44
$\bar{x}$	171,8	243,1	255,1	257,5	263,6	254,8	262,0
min	157	218	223	193	218	212	198
max	181	269	298	301	303	303	313
<b>Raskete vuttide rühm / Heavy females</b>							
n	58	58	57	56	56	52	49
$\bar{x}$	189,8	267,3	278,1	279,3	284,0	271,8	284,9
min	182	229	198	176	232	216	236
max	217	306	318	324	334	319	354

Kõigi uuritud emasvuttide keskmine kehamass 30 päeva vanuselt oli 181,4 g ja vanuses 60 kuni 212 päeva vahemikus 256,1–274,6 g.

Kergete emasvuttide rühmas oli algselt 50 lindu, kellest kaalumisperioodi lõpuks oli järel 44 lindu (säilivus 88,0%). Selles rühmas oli lindude keskmine kehamass 30 päeva vanuselt 171,8 g, linnud saavutasid maksimaalse keskmise kehamassi 150. elupäevaks, mil see oli 263,6 g. Üksiklinnu tasandil oli maksimaalne kehamass 212 päeva vanuses 313 g.

Raskete emasvuttide rühmas oli katseperioodi alguses 58 ja lõpus 49 lindu (säilivus 84,5%). Keskmine kehamass 30 päeva vanuselt oli 189,8 g ja maksimaalne keskmine kehamass 284,9 g (212. elupäeval). Üksiklinnu maksimaalne kehamass oli 354 g ja see fikseeriti samuti linnu 212. elupäeval.

Keskmiselt kaalusid raskete vuttide rühma kuuluvad emasvutid 21,0 g rohkem kui kergete vuttide rühma

emaslinnud. Seejuures suurim erinevus (23,0 g) esines 92. elupäeval ja väikseim (17,0 g) 182. elupäeval.

Keskmine kehamassi juurdekasv ühes kuus oli emasvuttidel 15,4 g, seejuures kergete vuttide rühmas keskmiselt 15,0 g ja raskete vuttide rühmas 15,9 g. Suurim keskmine juurdekasv oli katse esimesel kuul, mil see oli keskmiselt 74,7 g. Mõlemas rühmas toimus katse viiendal kuul kehamassi langus.

Kõigi uuritud isasvuttide keskmine kehamass oli 30 päeva vanuselt 168,2 g ja perioodil 60 kuni 212 päeva vahemikus 198,9–222,2 g. Keskmine kehamassi juurdekasv oli 9,0 g kuus. Isasvutid olid igakuisel kaalumisel keskmiselt 48,7 g kergemad võrreldesi sama vanade emasvuttidega. Väikseim oli kehamassi erinevus 30. elupäeval (13,3 g) ja suurim 92. elupäeval (58,2 g). Tabelis 3 on toodud isasvuttide kehamassi dünaamika sõltuvalt nende algmassist 30 päeva vanuselt.

**Tabel 3.** Isasvuttide kehamass ja selle dünaamika  
**Table 3.** Live weight of males and weight dynamics

Isasvutid <i>Males</i>	30 päeva <i>30 days</i>	60 päeva <i>60 days</i>	92 päeva <i>92 days</i>	123 päeva <i>123 days</i>	150 päeva <i>150 days</i>	182 päeva <i>182 days</i>	212 päeva <i>212 days</i>
<b>Kogu valim / Total</b>							
n	108	108	107	107	105	103	102
$\bar{x}$	168,2	198,9	209,4	212,8	219,0	215,9	222,2
min	142	158	168	172	174	168	177
max	206	250	277	277	280	267	287
<b>Kergete vuttide rühm / Light males</b>							
n	57	57	56	56	56	55	55
$\bar{x}$	159,2	189,4	200,1	204,1	210,7	208,3	214,6
min	142	158	168	172	174	168	177
max	168	216	246	238	244	242	258
<b>Raskete vuttide rühm / Heavy males</b>							
n	51	51	51	51	49	48	47
$\bar{x}$	178,2	209,6	219,5	222,3	228,6	224,5	231,0
min	169	178	183	187	193	188	193
max	206	250	277	277	280	267	287

Kergete isasvuttide rühma kuulusid linnud, kelle kehamass 30. elupäeval oli vahemikus 142–168 g. Katseperioodi alguses oli rühmas 57 ja lõpus 55 lindu, mis moodustab 96,5% katset alustanud lindudest. Lindude keskmine kehamass 30. päeval oli 159,2 g ja edasistel katseperioodil vahemikus 189,4–214,6 g. Suurim keskmine (214,6 g) ja individuaalne kehamass (258 g) saavutati katseperioodi lõpuks ehk 212. elupäevaks.

Raskete isasvuttide keskmine kehamass 30. elupäeval oli 178,2 g (varieeruvus 169–206 g). Vanuses 60–212 päeva oli lindude keskmine kehamass vahemikus 209,6–231,0 g. Suurim keskmine kehamass (231,0 g) ja suurim individuaalne kehamass (287 g) saavutati sarnaselt kergete isasvuttide rühmale katseperioodi lõpuks ehk 212. elupäevaks. Kui katseperioodi alguses oli raskete isasvuttide rühmas 51 lindu, siis katseperioodi lõpuks oli neid järel 47 lindu (säilivus 92,2%).

Kergete ja raskete isasvuttide rühmade võrdlusest ilmnes, et rasked vutid kaalusid kogu katseperioodi vältel keskmiselt 18,2 g rohkem kui kerged vutid. Seejuures oli igakuine keskmiste kehmasside vahe suurem katseperioodi algul, mil keskmiste kehmasside erinevus oli vahemikus 18,2–20,1 g (perioodil november kuni veebruar). Katseperioodi teises pooles (märtsist maini) oli kehmasside erinevus vahemikus 16,3–17,8 g.

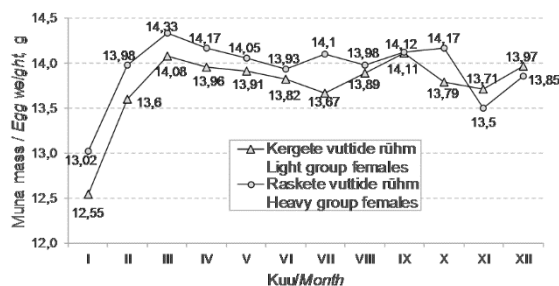
Keskmine juurdekasv ühes kuus oli 9,0 grammi, seejuures 9,2 g kergete vuttide rühmas ja 8,8 g raskete vuttide rühmas. Suurim kehmassi juurdekasv oli katse alguses, mil linnud võtsid kuu ajaga kaalus juurde keskmiselt 30,8 g. Mõlemas rühmas vähenes 5. kuul isasvuttide kehmass.

**Muna mass.** Eesti vuti muna mass oli katses keskmiselt 13,85 g. Kõige väiksem oli muna mass munemisperioodi alguses – keskmiselt 12,81 g. Suurim keskmine muna mass 14,21 g saavutati katse kolmandaks kuuks. Seejuures olid raskete vuttide munad keskmiselt 0,18 g raskemad kui kergete vuttide munad. Katse kahel viimasel kuul oli kergete vuttide rühmas keskmine muna mass suurem kui raskete vuttide rühmas. Tabelis 4 on toodud muna massi dünaamika aastase katseperioodi jooksul.

**Tabel 4.** Muna mass ja selle dünaamika  
**Table 4.** Egg weight and egg weight dynamics

Kuu / Month	Kogu valim Total eggs				Kergete vuttide rühm Eggs of light female group				Raskete vuttide rühm Eggs of heavy female group			
	n	$\bar{x}$	Min	max	n	$\bar{x}$	min	max	n	$\bar{x}$	min	max
Detsember / December	98	12,81	9,05	15,70	44	12,55	10,30	15,70	54	13,02	9,05	15,57
Jaauar / January	103	13,80	11,17	16,73	48	13,60	11,17	15,83	55	13,98	12,40	16,73
Veebruar / February	97	14,21	11,75	16,70	47	14,08	11,75	16,70	50	14,33	12,40	16,45
Märts / March	102	14,08	11,45	24,10	47	13,96	11,45	16,80	55	14,17	11,90	24,10
Aprill / April	89	13,99	11,30	17,10	42	13,91	11,50	17,10	47	14,05	11,30	16,05
Mai / May	86	13,88	10,75	16,10	41	13,82	10,75	15,80	45	13,93	11,40	16,10
Juuni / June	83	13,89	11,30	17,20	40	13,67	11,30	16,30	43	14,10	11,80	17,20
Juuli / July	82	13,94	11,25	16,90	38	13,89	11,95	16,20	44	13,98	11,25	16,90
August / August	81	14,11	11,75	17,15	38	14,11	11,90	16,45	43	14,12	11,75	17,15
September / September	73	13,97	11,47	20,50	37	13,79	11,70	16,10	36	14,17	11,47	20,50
Oktoober / October	70	13,61	10,00	15,75	35	13,71	11,40	15,75	35	13,50	10,00	15,70
November / November	54	13,91	11,15	17,30	25	13,97	12,47	15,83	29	13,85	11,15	17,30

Kergete vuttide keskmine muna mass munemisperioodi alguses oli 12,55 g. Kolmandaks kuuks oli see tõusnud 14,08 grammini. Keskmiselt kõige raskemaid mune saadi kergetelt emasvuttidelt üheksandal kuul (14,11 g). Muna massi dünaamikat illustreerib joonis 1. Kõige kergem muna (10,30 g) muneti esimesel kuul ja kõige raskem muna (17,10 g) viiendal kuul.



**Joonis 1.** Muna massi dünaamika munemisperioodi vältel  
**Figure 1.** Egg weight dynamics during laying period

Raskete vuttide keskmine muna mass munemisperioodi alguses oli 13,02 g. Kolmandaks kuuks tõusis see 14,33 grammini ja saavutas sellega maksimumi. Üheteistkümnendaks kuuks langes keskmine muna mass raskete vuttide rühmas 13,50 grammini ja oli keskmiselt väiksem kui kergete vuttide rühmas. Viimasel munemiskuul olid raskete vuttide munad keskmiselt 0,12 g kergemad kui kergete vuttide munad.

Kõige kergem muna (9,05 g) muneti esimesel kuul ja kõige raskem muna (24,10 g, kaherebuline) neljandal kuul.

Muna mass moodustas keskmiselt 5,4% emasvuti kehmassist. Suhteline muna mass (muna mass/vuti kehmass $\times$ 100) oli suurem kergematel vuttidel.

Kergete vuttide rühmas oli see näitaja keskmiselt 5,6% ja raskete vuttide rühmas 5,3%.

**Munevus, munajõudlus.** Katses kontrolliti vuttide munevust kolmeteistkümnepäevase munemiskuul jooksul (tabel 5). Esimesel kahel 28-päevasel munemiskuul oli katses 108 vutti, viimaseks munemiskuuks langes see arv 77 linnuni (säilivus 71,3%).

Kõige rohkem mune munesid katses olnud linnud teisel 28-päevasel munemiskuul, mil saadi keskmiselt 24,9 muna. Keskmiselt kõige vähem mune muneti 13. ehk katse viimasel munemiskuul, mis oli tingitud sellest, et mõnel emasvutil langes munevus märgatavalt (kolm emasvutti munesid viimasel munemiskuul ainult 2 muna), mis viis alla ka keskmise munevuse näitaja.

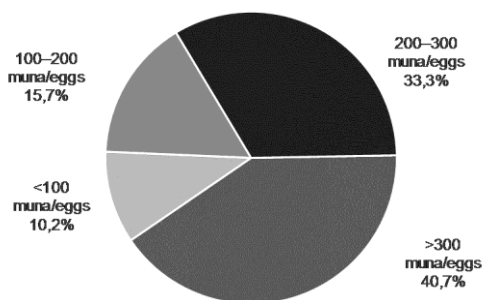
Uuritud vuttide keskmine munevus katseperioodil oli 78,1%. Poolte lindude munevus oli suurem kui 82,6%. Keskmine munevus kergete vuttide rühmas oli 81,9% ja raskete vuttide rühmas 74,8%.

Suurim munevus oli kergete lindude rühmas kolmandal munemiskuul, mil see oli 91,3%, raskete lindude rühma vuttide kõige parem munevus oli teisel munemiskuul – 86,3%.

**Table 5.** Kontrollialuste vuttide munajõudlus munemiskuude lõikes  
**Table 5.** Laying performance of tested quails

Munemiskuu Laying month	Kogu valim Total			Kergete vuttide rühm Light female group			Raskete vuttide rühm Heavy female group		
	n	keskmine munajõudlus average egg number	munevus laying rate, %	n	keskmine munajõudlus average egg number	munevus laying rate, %	n	keskmine munajõudlus average egg number	munevus laying rate, %
I	108	23,2	82,9	50	23,2	82,8	58	23,2	82,8
II	108	24,9	88,9	50	24,8	88,6	58	24,2	86,3
III	104	24,8	88,6	48	25,6	91,3	56	23,8	84,9
IV	104	24,2	86,4	48	24,9	89,0	56	23,5	84,1
V	103	22,5	80,4	47	23,8	84,9	56	21,0	75,0
VI	95	22,8	81,4	45	22,8	81,3	50	21,9	78,1
VII	92	23,6	84,3	43	24,8	88,5	49	21,6	77,3
VIII	89	23,1	82,5	42	23,9	85,5	47	22,3	79,6
IX	88	21,8	77,9	41	22,5	80,5	47	20,7	74,0
X	87	22,3	79,6	40	23,2	82,7	47	20,6	73,6
XI	85	21,0	75,0	40	21,5	76,6	45	18,8	67,1
XII	82	19,9	71,1	40	19,7	70,4	42	18,6	66,4
XIII	77	13,4	47,9	36	13,5	48,3	41	11,3	40,3

77 katse lõpuni kontrollis olnud vuti keskmiseks munatoodanguks saadi 248,3 muna, selle varieeruvus oli väga suur – 8st kuni 352 munani. Alla 100 muna munes 10,2%, 100–200 muna 15,7%, 200–300 muna kolmandik (33,3%) ja üle 300 muna munes 40,7% katsealustest lindudest (joonis 2).

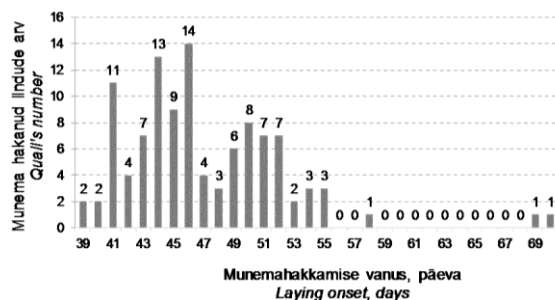


**Joonis 2.** Lindude jagunemine vastavalt munade arvule katseperioodil

**Figure 2.** Egg number of laid eggs in tested quails

Kergete vuttide rühma kuuluvad linnud munesid keskmiselt 260,3 muna ja raskemad vutid aga keskmiselt 238,0 muna.

**Munemahakkamise vanus.** Uuritud eesti vuttide keskmine munemahakkamise vanus oli 47 päeva, varieerudes 39 kuni 70 päevani (joonis 3).



**Joonis 3.** Noorvuttide jagunemine munemahakkamise vanuse alusel

**Figure 3.** Laying onset of young females

Üle poolte emasvuttidest (57,41%) hakkasid munema keskmisest varem. Kergete vuttide rühmas oli keskmine munemahakkamise vanus 45,9 päeva ja raskete vuttide rühmas 47,9 päeva.

Vahemikus 39 kuni 55 päeva hakkas munema 97,22% vuttidest, vaid kolm emasvutti alustasid munemist hiljem, vastavalt 58., 69. ja 70. elupäeval.

### Katsetulemuste analüüs

**Munemahakkamise vanus.** Emasvuttide munemahakkamise keskmine vanus oli katses 47 päeva, sama vanalt hakkasid vutid munema ka Daikwo jt (2014) Nigeerias tehtud uurimuses. Veidi varem (45,2 päevaselt) hakkasid vutid munema Erensayin ja Camci (2003) poolt läbiviidud katses (Türgis), kus linde peeti 24 tunnise valguspäeva tingimustes. Veidi hiljem – keskmiselt 48,6 päevaselt, hakkasid vutid munema Alkan jt (2013) katses suurema kehamassiga lindude rühmas, keda 11 põlvkonna vältel oli valitud kehamassi alusel. Mõne uurija poolt läbiviidud katses on vutid alustanud munemist väga vara, näiteks Narinc jt (2013) andmetel toimus see keskmiselt juba 38,9 päevaselt. Nende katse viidi läbi Türgis juhuslikult aretatud populatsiooniga. Keskmiseks vuttide munemahakkamise vanuseks üle 50 päeva saadi Bahie El-Deen jt (2008) poolt läbiviidud katses liha-munatuubilise ristandpopulatsiooniga, samuti Sakunthala Devi jt (2010) kehamassi järgi selekteeritud populatsioonis ning Alkan jt (2013) väikese kehamassi järgi valitud lindude rühmas.

Käesolevas töös uuritud populatsioonis oli keskmine munemahakkamise vanus kergete vuttide rühmas 45,9 päeva ja raskete vuttide rühmas 47,9 päeva, mis näitab, et kerged vutid hakkasid veidi varem munema kui suurema kehamassiga vutid. Alkan jt (2013) märgivad oma töös, et seleksioon kehamassi alusel võib olla efektiivne, kuid ei ole linearselt seotud suguküpsuse saabumisega. Pikaajaline seleksioon vaid ühe tunnuse alusel võib negatiivselt mõjuda teistele tunnustele.

Tikk jt (2008) andmetel saavad eesti vutid suguküpseks 43 kuni 50 päeva vanuselt ning ka antud katse keskmine tulemus mahub sellesse vahemikku. 2015. aastal varieerus vuttide munemahakkamise vanus

suurel määral – 39 kuni 70 päeva. Munemise algusaeg oli ebaühtlane ja sellist probleemi on eesti vutil kirjeldatud ka varem (Tikk jt 2008). Seejuures enamik uuritud lindudest ehk 97,22% hakkas munema vahemikus 39 kuni 55 päeva. Sarnase tulemuse (35–69 päeva) said Bahie El-Deen jt (2008), kelle Egiptuses uuritud linnukarja oli selekteeritud 17 põlvkonna vältel kehamassi ja munatoodangu alusel. Lähedase tulemuse (munemahakkamise vanus 36–56 päeva) said ka Camci jt (2002), kes uurisid tootmiskarja ja linde ei selekteeritud jõudlustunnuste alusel.

Esimese muna munemisvanus võib suuresti varieeruda kuna seda mõjutavad eeskätt söötmiss- ja pidamistingimused. Selektioon varasema munemisaja suunas võib olla kasulik, et vähendada generatsiooniintervalli, kuid see võib viia suure hulga väikeste munade tootmiseni. Eeltoodu ei pruugi aga olla probleemiks, kui varasema munemisega kaasneb kehamassi suuremine ja sellest tulenevalt muna massi suuremine (Daikwo jt, 2014). Seetõttu on lindude selekteerimisel oluline jälgida mitut tootlikkust (munajõudlusnäitajat) iseloomustavat tunnust.

Suguküpsuse saabumist mõjutab ka valguspäeva pikkus. Suvel saabub suguküpsus varem kui kevadel (Alkan jt, 2013). Pikem valguspäev stimuleerib sugulise küpsuse saabumist, eriti alates 12 tunni pikkusest valguspäevast. Boon jt (2000) väidavad, et lühem valguspäev mitte ei takista sugulise küpsuse saabumist vaid lükkab seda edasi.

**Munajõudlus.** Katses uuritud eesti vutid (77 emasvutti, kes püsisid kontrollis 13 munemiskuud) munesid 364 päeva jooksul keskmiselt 248,3 muna. Daikwo jt (2014) ning Narinc jt (2013) katsetes oli jaapani põldvuttide munevus samas suurusjärgus.

Eesti vuttide keskmine munevus oli antud katses 78,1%. See on kõrgem kui Bulgaarias uuritud vaaravuttidel ja madalam kui mandžuuria vuttidel (Genchev, 2012) ning Egiptuses uuritud munatüübilistel jaapani põldvuttidel (Bahie El-Deen jt, 2008).

Paremini munesid kergete vuttide rühma kuuluvad linnud, nende keskmine munevus oli 7,1% kõrgem võrreldes raskete vuttidega. Kergete vuttide munevus kolmandal munemiskuul oli 91,3%, mis jääb alla Türgis uuritud jaapani põldvuttidele, kes munesid üheksandal munemisnädalal 94%-lise intensiivsusega (Narinc jt, 2013). Bulgaarias uuritud mandžuuria vutid jõudsid 80% munemisintensiivsuseni kolmandal ja vaaravutid kuendal munemisnädalal (Genchev,

Kabakchiev, 2009). Võrreldes mandžuuria- (munalihtüübiline) ja vaaravuttidega (lihtüübiline) saavutasid eesti vutid suure munevuse varem.

Munatoodangut mõjutavad paljud erinevad faktorid. Munemisintensiivsust võivad vähendada lindude ümberpaigutamine, nende sorteerimine, ruumi temperatuurilangus, järsk söödamuutus või tugev müra (Tikk 2003). Samuti mõjuvad munevusele halvasti lindude liiga suur paigutustihedus ja madal suhteline õhuniiskus (Tikk jt, 2008).

**Muna mass.** Antud katses oli eesti vuti muna mass keskmiselt 13,85 g. See oli suurem kui paljudes uuritud vutipopulatsioonides, kus muna mass on varieerunud vahemikus 8,17 kuni 13,57 g (Daikwo jt, 2014; Genchev, 2012). Silva jt (2013) leidsid muna massiks olenevalt liinist 13,86 ja 14,05 grammi, kuid tegu oli lihtüübiliste vuttidega. Suurema kehamassiga vutid munevadki raskemaid mune. Uuritud eesti vuti populatsioonis munes raskete vuttide rühm keskmiselt 0,18 g raskemaid mune kui kergete vuttide rühm. Keskmine muna mass kergete vuttide rühmas oli 13,76 g ja raskete vuttide rühmas 13,93 g. Raskete vuttide rühmas oli muna massi varieeruvus suurem – nii kõige kergem kui ka kõige raskem muna muneti just raskete vuttide rühmas.

Võrreldes 2006. aastaga on eesti vuti keskmine muna mass tõusnud 0,15 grammi võrra. 2006. aastal oli see põhikarjas keskmiselt 13,70 g (Eesti vuti..., 2007) ning 2015. aastal uuritud karjas keskmiselt 13,85 g.

Vastavalt keskmisele muna massile ja keskmisele munade arvule saadi kergelt eesti vutilt 3582,0 g munamassi ja raskelt eesti vutilt 3315,6 g muna massi aastas (364 päevaga). Kuigi raskete vuttide muna mass oli suurem, tootsid kerged vutid rohkem muna massi, sest nad hakkasid varem munema ja neilt saadi rohkem mune.

Muna massi suurt varieeruvust võivad põhjustada erinevused pidamistingimustes, kliimatilistes tingimustes ja geneetilises baasis (Daikwo *et al.*, 2014).

**Vuttide kehamass.** Emaslindude kehamass 30 päeva vanuselt kogu katsealuses rühmas oli keskmiselt 181,4 g (tabel 6). Kergemad emasvutid kaalusid keskmiselt 171,8 g, raskemad 189,8 g. Vastavalt kehamassi juurdekasvule esimesel kuul ja munemahakkamise vanusele on arvutuslik kehamass munemahakkamisel keskmiselt kogu valimis 223,8 g, kergete vuttide rühmas 209,6 g ning raskete vuttide rühmas 236,1 g.

**Tabel 6.** Emasvuttide arvestuslik kehamass munemahakkamisel  
**Table 6.** Estimated live weight of quails at laying onset

Vutirühm <i>Quail group</i>	Vuttide arv <i>Quail number</i>	Munemahakkamise vanus, p <i>Laying onset, days</i>	Kehamass / <i>Live weight, g</i>		
			30 päevaselt <i>at 30 days</i>	60 päevaselt <i>at 60 days</i>	arvutuslikult munemahakkamisel <i>estimated live weight at laying onset</i>
Kogu populatsioon / <i>All females</i>	108	47,0	181,4	256,1	223,8
Kergete vuttide rühm / <i>Light females</i>	50	45,9	171,8	243,1	209,6
Raskete vuttide rühm / <i>Heavy females</i>	58	47,9	189,8	267,3	236,1

Daikwo jt (2014) poolt läbiviidud katses oli samuti, nagu käesolevas uurimuses, vuttide keskmine munema-

hakkamise vanus 47 päeva, kuid emasvutid olid kergemad, nende keskmine kehamass oli 145,7 grammi. Bahie El-Deen jt (2008) andmetel oli kehamass

munemahakkamisel 183,6 g. Alkan jt (2013) uurisid suure kehamassiga lindude rühma (keskmine kehamass 286,6 g) munemahakkamise vanust ja said keskmiseks tulemuseks 48,6 päeva. Camci jt (2002) andmetel oli emasvuttide kehamass munemahakkamisel 244,9 g, seega veidi suurem kui eesti vuttidel. Seega jäi kontrollialuste eesti vuttide kehamass munemahakkamisel kirjanduses mainitud piiridesse.

Täiskasvanud eesti vuti emaslinnu kehamass oli antud katses 212. elupäeval keskmiselt 274,1 g, mis on sarnane tulemus nagu on saanud Genchev (2011), kelle katses kaalusid 7 kuu vanused mandžuuria vutid keskmiselt 273,1 g. Mielenz jt (2006) katses oli 200-päevaste emasvuttide kehamassiks olenevalt liinist keskmiselt 188,0–188,6 grammi, samas kui antud katses saavutati selline kehamass raskete vuttide rühmas juba 30. elupäevaks.

Läbiviidud katses oli täiskasvanud emaslinnu kehamass 92 päeva vanuselt keskmiselt 267,6 g. Lofti jt (2012) andmeil oli 12 nädala vanuste emasvuttide mass juhuslikult aretatud populatsioonis 281 g, mis on sarnane tulemus eesti vuti raskete vuttide rühma kuuluvate isenditega. Sakunthala Devi jt (2010) andmetel oli täiskasvanud emasvuti keskmine kehamass 317,1 g, kuid tegu oli suurema kehamassi suunas valitud populatsiooniga.

2006. aastal uuritud eesti vuti põhikarjaga võrreldes on noore emasvuti kehamass jäänud samaks. Kui tollal oli 42-päevase emasvuti kehamass keskmiselt 215 g, siis 2015. aastal oli samas vanuses keskmise emasvuti kehamass arvutuslikult 211,3 g. Täiskasvanud eesti tõugu emasvutt kaalus 2006. aastal 241 g (Eesti vuti... 2007), 2015. aastal saavutati selline kehamass juba enne 60. elupäeva.

Isasvuttide kehamass 30 päeva vanuses oli antud katses keskmiselt 168,2 g, kergete vuttide rühmas 159,2 g ja raskete vuttide rühmas 178,2 g. Genchevi (2011) andmetel on 35 päeva vanuste isasvuttide keskmine kehamass suurem – 195,1 g. Balcioğlu jt (2005) katses olid sama vanad isaslinnud kergete vuttide liinis 138,6 g, raskete vuttide liinis 194,7 g ning kontrollliinis 146,0 g raskused. Seega jäi uuritud isasvuttide kehamass kirjanduses mainitud piiridesse ning vastavalt muna-liha tüübile ei kaldu äärmustesse. Sakunthala Devi jt (2010) uuritud noortel isasvuttidel oli kehamass 28-päevaselt 172,6 g (eesti vutid kaalusid 30 päevaselt 168,2 g), kuid nende juurdekasv oli suurem, saavutades 140. elupäevaks 296,6 g kehamassi, milleni uuritud eesti vutid ei jõudnud ka 212. elupäevaks (eesti vutid kaalusid keskmiselt 222,2 g). See näitab erinevust muna-lihatüübilise ja lihatüübilise vutipopulatsiooni vahel, eesti vuti juurdekasv ei ole nii suur.

Võrreldes eesti vuti kasvu 2006. aasta andmetega, on isasvuti kehamass jäänud samaks. Kui tollal oli 42-päevaste isasvuttide keskmine kehamass 187 g, siis 2015. a kaalus isasvutt samas vanuses arvutuslikult 180,5 g, mis näitab kerget languse trendi. 2006. a kaalus keskmine täiskasvanud isasvutt 212 g, aastal 2015 saavutati selline mass keskmiselt 123. elupäevaks (Eesti vuti..., 2007).

**Jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid.** Seoseid jõudlusnäitajate vahel uuriti katses munemisperioodi lõpuni püsinud 74 emasvuti andmete põhjal.

Joonis 4 illustreerib seose tugevust esimesest kuni kuuenda munemiskuuni munetud munade arvu, kolmeteistkümne arvestusliku munemiskuu munade koguarvu ja emasvuti algmassi (30 päevaselt) vahel. Mida tugevam on seos, seda intensiivsema värviga see on esitatud (seose väärtus on märgitud skaalal), tärnid värviliste ruutude sees märgivad statistiliselt olulisi ( $p < 0,05$ ) seoseid.

Esimese kuue munemiskuu jooksul munetud munade koguarv oli keskmise tugevusega positiivses korrelatsioonis esimese munemiskuu munade arvuga ( $r = 0,43$ ;  $p < 0,001$ ).

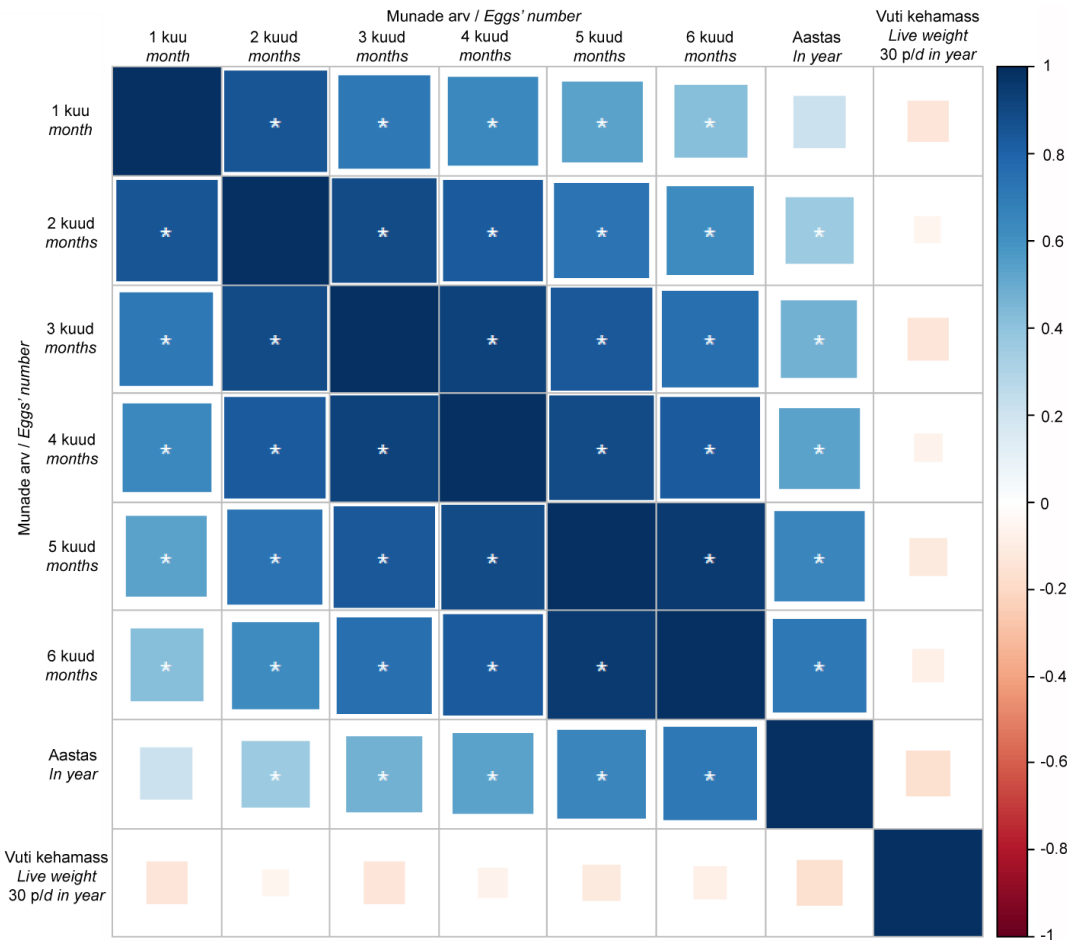
Munade kogutoodangu (kogu munemisperioodi jooksul) ja kahe esimese munemiskuu munade arvu vaheline seos oli nõrk ( $r = 0,37$ ;  $p < 0,01$ ). Mõnevõrra tugevamalt oli seotud munade koguarv esimese kolme kuu munatoodanguga ( $r = 0,47$ ;  $p < 0,001$ ). Vuttide selektsiooni esimese kolme kuu toodangunäitajate alusel soovitasid ka Daikwo jt (2014), nad lisasid, et see suurendab munade kogutoodangut ja lühendab põlvkonnaintervalli.

Vuttide munemahakkamise vanus ja munemisperioodil munetud munade koguarv olid omavahel negatiivses korrelatsioonis ( $r = -0,27$ ;  $p < 0,05$ ). See tähendab, et mida nooremalt hakkasid linnud munema, seda rohkem mune nad munemisperioodil munesid. Sama tulemuse said ka Bahie El-Deen jt (2008), Camci jt (2002) ja Hidalgo jt (2011). Ühesuguse katseperioodi pikkuse korral on varem munema hakanud lindude munemisperiood pikem ja seega munetud munade arv suurem.

Muna masside vahel oli positiivne ( $r = 0,348$  kuni  $r = 0,824$ ;  $p < 0,05$ ) korrelatsioon terve munemisperioodi jooksul. See näitab, et linnud, kellelt saadi suuremaid mune, munesid suure massiga mune kogu munemisperioodi jooksul.

Linde kaaluti igakuiselt 7 kuu jooksul ning kehamasside vahel oli positiivne keskmine kuni tugev ( $r = 0,519$  kuni  $r = 0,919$ ;  $p < 0,001$ ) seos kogu katseperioodi jooksul. See tähendab, et suurema kehamassiga linnud olid raskemad kogu katseperioodi vältel ja kui linde valitakse nooremas eas suurema kehamassi alusel, siis on nad raskemad ka vanemas eas. Samale järeldusele jõudsid ka Sakunthala Devi jt (2010), kes leidsid, et vuttide kehamassi erinevas vanuses mõjutab pleiotroopne efekt ja kehamass vastab hästi selektsioonile.

Emaslinnu kehamass 30 päeva vanuselt oli nõrgalt negatiivses korrelatsioonis kolmanda ( $r = -0,35$ ;  $p < 0,01$ ), viienda ( $r = -0,27$ ;  $p < 0,05$ ), seitsmenda ( $r = -0,33$ ;  $p < 0,01$ ) ja kaheksanda ( $r = -0,29$ ;  $p < 0,05$ ) 28-päevase munemiskuu munade koguarvuga. Seega, mida väiksem oli emasvuti kehamass 30 päeva vanuselt, seda rohkem munes ta mune eelnimetatud munemiskuudel. Samas puudus statistiliselt oluline seos vuti 30 päevase kehamassi ja munevuse vahel ( $r = -0,16$ ;  $p > 0,1$ ).



Märkus: munade arv on summeeritud alates 2. munemiskuust (2 kuud=1.+2. munemiskuu jne); skaalal on seose tugevus, tärnid märgivad olulisi ( $p < 0,05$ ) seoseid. Mida tugevam on seos, seda intensiivsema värviga see on esitatud.

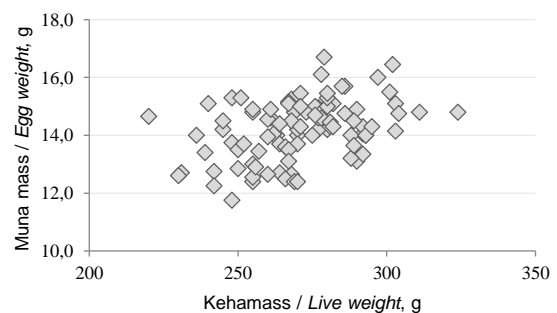
Note: Sum of the number of eggs from the 2nd laying month (2 months= eggs laid in 1st+2nd month etc); asterisks indicate the significance ( $p < 0,05$ ) of correlation. The stronger the correlation the darker the shade on the graph.

**Joonis 4.** Seosed munade arvu ja emasvuti algmassi (30 päeva) vahel  
**Figure 4.** Correlations between eggs' number laid and quails' initial live weight (at 30 days)

Munade koguarvu ja erinevate munemiskuude munade arvu vahel olid statistiliselt olulised seosed alates teisest kuni kolmeteistkümneenda 28-päevase munemiskuuni ( $r = 0,354$  kuni  $r = 0,735$ ;  $p < 0,01$ ). See tähendab, et mida suurem oli munade arv nendel munemiskuudel, seda suurem oli ka munade kogutoodang.

Selgus, et munemahakkamise vanuse ja igakuiselt registreeritud kehamassi vahel oli madal või nullilähedane seos, mis polnud statistiliselt oluline ( $r = -0,04$  kuni  $r = 0,20$ ;  $p > 0,1$ ). Madalat korrelatsiooni suguküpsuse saabumise ja kehamassi vahel täheldasid ka Sezer jt (2006) ja Alkan jt (2013).

Raskemad linnud munesid raskemaid mune, seda näitavad seosed mitme üksiku kuu emasvuti kehamassi ja muna massi vahel ( $r = 0,26$  kuni  $r = 0,48$ ;  $p < 0,05$ ). Muna massi ja kehamassi vahelist seost illustreerib joonis 5, kus on esitatud veebruarikuu andmed, mil vutid olid saavutanud täiskasvanud lindudele omase kehamassi. Muna massi ja kehamassi vahel leidsid keskmise seose Silva jt (2013) ning tugeva seose Lofti jt (2012).



**Joonis 5.** Emasvuttide kehamassi ja muna massi vaheline seos veebruarikuu katseandmete näitel  
**Figure 5.** Correlation between females' quail liveweight and egg weight based on experimental data in February

### Kokkuvõte ja järeldused

Käesolevas töös uuriti eesti vuttide munajõudlusnäitajaid ning nendevahelisi seoseid. Valimiks oli Eesti Linnukasvatajate Seltsi jõudluskontrollialuses farmis individuaalses jõudluskontrollis peetud linnud.

Jõudluskontrollialused vutid jagati 30 päeva vanuselt kehamassi alusel kahte rühma: kergete emasvuttide kehamass oli 157–181 g, rasked emasvutid kaalusid 182–217 g. Sama vanad isasvutid kaalusid kergetes rühmas 142–168 g ja raskemate vuttide rühmas 169–206 g. Täiskasvanud (92 päevased) vuttide kehamass varieerus veelgi rohkem, emasvutid kaalusid 198–318 g ning isasvutid 168–277 g.

Jõudluskontrolli katse kestis 364 päeva, katseandmed on esitatud 13 arvestusliku munemiskuu kohta. Esimesel kahel 28-päevasel munemiskuu oli katses 108 emasvutti, viimaseks munemiskuuks langes emasvuttide arv 77-ni (lindude säilivus 71,3%). Kõige parem munevus oli eesti vuttidel teisel ja kolmandal munemiskuu (vastavalt 88,9 ja 88,6%). Maksimalne munevus (91,3%) registreeriti kergetel vuttidel kolmandal munemiskuu. Raskete vuttide rühma vutid munesid kõige paremini 2. munemiskuu (keskmiselt 24,2 muna, munevus 86,3%). Keskmiseks aastatoodanguks kujunes kergetel vuttidel 260,3 ja rasketel vuttidel 238,0 muna. Kõigi 77 katse lõpuni karjas püsinud emasvuttide keskmisena saadi 248,3 muna. Jõudluskontrollialuste vuttide munatoodangu varieeruvus oli väga suur – 8st kuni 352 munani. Alla 100 muna munes 10,2% lindudest ja üle 300 muna munes 40,7% katsealustest vuttidest.

Jõudluskontrollialuste eesti vuttide keskmine munemahakkamise vanus oli keskmiselt 47,0 päeva. Kergete vutid hakkasid munema veidi varem, keskmiselt 45,9 päeva vanuselt, rasketel vuttidel kulus selleks keskmiselt 47,9 päeva.

Katsevuttide keskmine muna mass oli 13,85 grammi. Kõige väiksem oli muna mass munemisperioodi alguses – keskmiselt 12,81 g. Suurim keskmine muna mass (14,21 g) saavutati katse kolmandaks kuuks. Raskete vuttide munad olid keskmiselt 0,18 g raskemad kui kergete vuttide munad. Kahel viimasel munemiskuu oli kergete vuttide rühma keskmine muna mass suurem kui raskete vuttide rühmas. Kõige kergem muna (9,05 g) muneti katse esimesel kuul ja kõige raskem muna (24,10 g, kaherebuline) neljandal munemiskuu.

Viimase kümne aastaga ei ole eesti vuttide munemahakkamise vanus ja noorlindude kehamass märgatavalt muutunud. Täiskasvanud emasvuttide kehamass on pisut tõusnud.

2015. aastal saadi vuttidelt vähem mune võrreldes 2003. aastaga, kuid tollases katses praagiti ebaproduktiivsed linnud ja madala jõudlusega linde keskmiste jõudlusnäitajate väljatoomisel arvestusse ei võetud. Samas on esimese munemiskuu munevus tõusnud, mis näitab, et suurem munevus saavutatakse kiiremini. Muna mass on 2006. aastaga võrreldes tõusnud 0,15 g võrra ja see on selgitatav ka emasvuttide kehamassi suurenemisega.

Katsetulemuste analüüsil selgus:

1. Emasvuttide munemahakkamise vanuse ja aastase munatoodangu vahel oli negatiivne seos. Varem munema hakanud linnud munesid aastast rohkem mune;
2. Munevuse (aastas munetud munades arvu) ja emasvuti 30 päevase kehamassi vahel puudus seos. 30

päeva vanuse vuti kehamassi alusel ei saa prognoosida aastast munatoodangut;

3. Kerget tüüpi eesti vutid olid paremad munejad kui raskemad (suurema kehamassiga) vutid.

4. Munade aastatoodangu prognoosimiseks sobis paremini esimese kolme kuu munatoodang.

5. Munemahakkamise vanuse ja kogutoodangu vahel oli negatiivne seos. Varem munema hakanud linnud munesid 364 päeva pikkusel munemisperioodil rohkem mune.

6. Vuti munemahakkamise vanuse ja tema kehamassi vahel puudus seos.

#### Huvide konflikt / Conflict of interests

Autor kinnitab artikliga seotud huvide konflikti puudumist.

*The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

#### Kasutatud kirjandus

- Alkan, S., Karsli, T., Karabag, K., Galic, A. 2013. The Effects of Selection and Season on Clutch Traits and Egg Production in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) of Different Lines. – Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1), 71–77.
- Bahie El-Deen, M., El Tahawy, W.S., Attia, Y.A., Meky, M.A. 2008. Inheritance of age at sexual maturity and its relationships with some production traits of Japanese quails. – Egypt. Poult. Sci., 28(4), 1217–1232.
- Balcioglu, M.S., Kızılkaya, K., Yolcu, H.İ., Karabağ, K. 2005. Analysis of growth characteristics in short-term divergently selected Japanese quail. – South African Journal of Animal Science, 35(2), 83–89.
- Boon, P., Visser, G.H., Daan, S. 2000. Effect of photoperiod on body weight gain, and daily energy intake and energy expenditure in Japanese quail (*Coturnix c. Japonica*). – Physiology & Behavior, 70, 249–260.
- Camci, Ö., Erensayin, C., Aktan, S. 2002. Relations between age at sexual maturity and some production characteristics in quails. – Arch. Geflügelk., 66(6), 280–282.
- Daikwo, S.I., Dim, N.I., Momoh, O.M. 2014. Genetic parameters of some Egg Production traits in Japanese quail in a tropical Environment. – IOSR Journal on Agriculture and Veterinary Science, 7(9), 39–42.
- Eesti vuti 20. ja Eesti vutikasvatuse 30. aastapäevale pühendatud konverentsi ettekanded. 2007 (Toim. M. Piirsalu, H. Tikk, V. Tikk). – Tartu, Castanea, 58 lk.
- Erensayin, C., Camci, Ö. 2003. Effect of clutch size on egg production in Japanese quails. – Arch. Geflügelk., 67(1), 38–41.
- Genchev, A. 2011. Egg production potential of Manchurian Golden quail breeders. – Agricultural Science and Technology, 3(2), 78–80.
- Genchev, A. 2012. Comparative investigation of the egg production in two Japanese quail breeds – Pharaoh and Manchurian Golden. – Trakia Journal of Sciences, 10(1), 48–56.

- Genchev, A., Kabakchiev, M. 2009. Egg productivity and egg quality estimation and evaluation of two breeds of Japanese quails (*Coturnix japonica*). – Agricultural Science and Technology, 1, 8–12.
- Hidalgo, A.M., Martins, E.N., Santos, A.L., Quadros, T.C.O., Ton, A.P.S., Teixeira, R. 2011. Genetic characterization of egg weight, egg production and age at first egg in quails. – Revista Brasileira de Zootecnia, 40(1), 95–99.
- Lofti, E., Zerehdaran, S., Azari, M.A. 2012. Estimation of genetic parameters for egg production traits in Japanese quail (*Coturnix cot. japonica*). – Arch. Geflügelk., 2(2), 131–135.
- Mielenz, N., Noor, R.R., Schüller, L. 2006. Estimation of Additive and Non-Additive Genetic Variances of Body Weight, Egg, Weight and Egg Production for Quails (*Coturnix coturnix japonica*) with an Animal Model Analysis. – Arch. Tierz., 49(3), 300–307.
- Narinc, D., Karaman, E., Aksoy, T., Firat, M.Z. 2013. Investigation of nonlinear models to describe long-term egg production in Japanese quail. – Poultry Science, 92, 1676–1682.
- Sakunthala Devi, K., Ramesh Gupta, B., Gnana Prakash, M., Qudratullah, S., Rajasekhar Reddy, A. 2010. Genetic studies on growth and production traits in two strains of Japanese quails. – Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences, 6(5), 223–230.
- Sezer, M., Berberoglu, E., Ulutas, Z. 2006. Genetic association between sexual maturity and weekly live-weights in laying-type Japanese quail. – South African Journal of Animal Science, 36(2), 142–148.
- Silva, L.P., Ribeiro, J.C., Crispim, A.C., Silva, F.G., Bonafe, C.M., Silva, F.F., Torres, R.A. 2013. Genetic parameters of body weight and egg traits in meat-type quail. – Livestock Science, 153, 27–32.
- Tikk, H., Piirsalu, M. 1997. Põllumajanduslindudele soovitatavad söötmissnormid Eestis. – Tartu, Eesti Linnukasvatajate Selts, 90 lk.
- Tikk, H., Tikk, V., Piirsalu, M. 2008. Linnukasvatus II: Eestis vähelevinud põllumajanduslinnud. – Tartu, Tartumaa Trükikoda, 183 lk.
- Tikk, V. 2003. Vutikasvatus. – Tartu, Guttenberg, 84 lk.

### About correlations between egg production traits in Estonian Quail

Aleksander Lember, Triin Visamaa, Mirjam Vallas, Irje Nutt  
 Estonian University of Life Sciences,  
 Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,  
 F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia

### Summary

The aim of this research was to investigate Estonian Quail (*Coturnix coturnix japonica*) production performance traits and their correlations. 108 male and 108 female birds were caged individually for performance recording.

Every day the eggs laid were recorded, every month the eggs of three consecutive days were weighed and

an average egg weight was calculated, quails were weighed at the age of 30, 60, 92, 150, 182 and 212 days. All data presented are calculated on the basis of estimated 28 days laying month, total laying period lasted 13 laying months (364 days). Estonian quails were divided into two groups – light and heavy groups according to their live weight at the age of 30 days. Light group quails' live weight at the age of 30 days was 157–181 g and 142–168 g, for females and males, respectively. Heavy group females weighed 182–217 g and males 169–206 g.

An average annual egg production of tested quails survived up to the end of the 364 days lasted laying period (77 females) was 248.3. Annual egg production in light group females was an average 260.3 and females of heavy group produced an average 238.0 eggs during laying period.

Estonian quails from the light live weight group had egg production over 80% from first to tenth production month and maximum laying rate was on the second laying month – 91.3%. The highest laying rate in heavy group females was also in the second laying month (86.3 %).

An average egg weight of tested quails was 13.85 g. Smallest eggs were laid in the first laying month – average weight was 12.81 g. The heaviest eggs, 14.21 g, were laid in the third laying month. Average egg weight of heavy live weight females group was bigger by 0.18 g.

The average laying onset (age at laying the 1<sup>st</sup> egg) was 47.0 days. Females of light live weight group started laying earlier – the average laying onset was 45.9 days. Heavier females started to lay later, their average laying onset was 47.9 days. Age at laying 1<sup>st</sup> egg was very variable – from 39 to 70 days.

The correlation between the egg production in the 1<sup>st</sup> laying month and egg production in first 6 laying months was  $r=0.428$ ,  $p<0.001$ . For prediction of quail annual egg production can be used the egg production in her first three laying months – the correlation between the number of eggs laid in three first laying months and annual egg production was  $r=0.47$ ,  $p<0.001$ .

Statistically significant correlation between eggs laid per month and annual egg production was obtained from the 2<sup>nd</sup> laying month up to 13<sup>th</sup> laying month ( $r=0.354\dots0.735$ ,  $p<0.01$ ).

Laying onset (age at first egg laid) was slightly negatively correlated with the annual egg production ( $r=-0.27$ ,  $p<0.05$ ). Live weight of female quail at the age of 30 days did not affect the annual egg production ( $r=-0.16$ ,  $p>0.1$ ). Egg weight was correlated with the quail live weight ( $r=0.26\dots0.48$ ,  $p<0.05$ ).

The average egg weight of Estonian Quail is bigger than in most other authors' studies, except of heavy meat-type quails as heavier quails produce eggs of bigger weight.

The mean first egg laying age and body weight of younger birds was similar to previous studies on Estonian Quail. The weight of adult females has



increased over the years. The egg laying rate decreased compared with the data from 2003, when unproductive birds were eliminated after the first production month. Egg production in the first production month was higher in 2015, indicating that birds achieved high production level earlier. The mean egg weight increased from 13.7 g in 2006 to 13.85 g in 2015, which was connected with the body weight increase in adult females.

The main results and conclusions could be summarized in general following points:

1. The light live weight females started laying earlier than the heavier quails.
2. Smaller birds (light group) produced annually more eggs, their maximum laying rate in the third laying month was over 90%.
3. First three months' egg production can be used to predict total annual egg production.
4. There was no significant correlation between the body weight and the laying onset.
5. There was a significant negative correlation between the laying onset and total annual egg

production, indicating that birds, who started laying earlier had higher total egg production in a 364 d production period.

6. There was no significant correlation between the egg laying rate and body weight at 30 days.

The results showed that Estonian Quail is well suitable for egg production, especially birds with the lower live weight. Quails should be selected towards egg production according the production performance at least three first laying months. The egg laying rate in the light body weight group was better but the body weight at 30 days was not suitable for the egg productivity selection. Birds with a low egg production should be eliminated from Estonian Quail breeding. Further studies to investigate heritability of egg production traits and possibility of increasing Estonian Quail body weight without the decrease in egg production will be needed.

Agraarteadus  
2 \* XXVII \* 2016 76–82



Journal of Agricultural Science  
2 \* XXVII \* 2016 76–82

## Ülevaade: SIGADE AAFRIKA KATK (*Pestis Africana Suum*)

### Review: AFRICAN SWINE FEVER (*Pestis Africana Suum*)

Imbi Nurmoja<sup>1,2</sup>, Maarja Kristian<sup>3</sup>, Arvo Viltrop<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, Fr. R. Kreutzwaldi 62, Tartu 51014

<sup>2</sup>Veterinaar- ja Toidulaboratoorium, Fr. R. Kreutzwaldi 30, Tartu 51006

<sup>3</sup>Veterinaar- ja Toiduamet, Väike-Paala 3, Tallinn 11415

Saabunud: 23.05.16  
Received:  
Aktsepteeritud: 22.10.16  
Accepted:  
  
Avaldatud veebis: 02.11.16  
Published online:  
  
Vastutav autor: Imbi  
Corresponding author: Nurmoja  
e-mail: [imbi.nurmoja@vetlab.ee](mailto:imbi.nurmoja@vetlab.ee)

**Keywords:** African swine fever, spread, epidemiology, virus, diagnosis

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2016\\_2\\_nurmoja.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2016_2_nurmoja.pdf)

**ABSTRACT.** African swine fever (ASF) is one of the most devastating diseases that affect domestic pig and wild boar. The causative agent of ASF is African swine fever virus (ASFV) that is the sole member of the genus *Asfivirus* and the family *Asfarviridae*. The virus is a large icosahedral double-stranded DNA virus in length 170–193 kb depending on the isolate. Both clinical signs and pathological changes may vary considerably depending on strain virulence, virus dose and host factors. Epidemiology of ASF is very complex especially in Africa and Southern Europe, where soft tick and wild pig species are involved to the transmission cycles. In Eastern Europe ASF was first diagnosed in Georgia in April 2007, after what it spread fast to several neighbouring countries in Transcaucasia region and the Russian Federation, where it is still circulating and is now endemic. In 2012, ASFV was reported in Ukraine, in 2013 in Belarus and in 2014, in European Union countries, including Poland, Lithuania, Latvia and Estonia. The spread of the virus among wild boar in Estonia in period from September 2014 to March 2016 has been comprehensive including 12 counties out of 15. During the same period in total 18 outbreaks has been occurred in domestic pigs. For ASF no vaccine or treatment is available, therefore control of the disease based on early warning, early detection, effective control surveillance programs and stamping out in case of the outbreak. Currently is ASF a major threat to the pig industry in Europe.

© 2016 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2016 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sigade Aafrika katk (SAK) on sigade klassikalise katku kõrval üks kõige olulisem ja laastavam sigade nakkushaigus maailmas. Euroopas haigestuvad SAK nii kodusead kui Euroopa metssead sõltumata vanusest (Blome jt, 2012). Haigus on teatamiskohustuslik ning toob kaasa kohesed piirangud nii elussigade pidamisel kui sealihatoodetega kauplemisele.

#### Haiguse ajalugu

Sigade Aafrika katku kirjeldati esmakordselt 1921. aastal Keenias (Sanchez-Vizcaino jt, 2015), kust see levis kiiresti edasi teistesse Aafrika riikidesse. Esmakordselt leiti SAK väljaspool Aafrikat 1957. aastal Portugalis, kuhu see jõudis viirusega nakatunud toidujäätmetega, mida söödeti kodusigadele. Pärast seda puhangut, mis õnnestus kiiresti kontrolli alla saada, toimus nakkuse uus sissetung piirkonda 1960. aastal. Sedapuhku levis viirus kogu Iberia poolsaarel ning selle

tõrjumiseks kulus enam kui 30 aastat (Sanchez-Vizcaino jt, 2015). Aastatel 1960–1995 levis SAK viirus (SAKV) lisaks Hispaaniale sporaadiliselt ka teistesse Euroopa riikidesse (sh Holland, Belgia, Itaalia, Malta) ning Ameerikasse (sh Brasiilia, Dominikaani Vabariik, Kuuba, Haiiti). Rangete tõrjemeetmete rakendamisega suudeti SAK tõrjuda kõigist eelpool mainitud riikidest välja arvatud Itaalias Sardiinia saarelt, kus viirus tsirkuleerib alates 1978. aastast tänaseni (Costard jt, 2013; Sanchez-Vizcaino, Arias, 2012).

Ajavahelikul 1995–2007 toimus SAKV laialdane levik Aafrikas, haarates mitmed Lääne-Aafrika riigid ning mõned saared, mis olid varasemalt haigusvabad. Just see, koos seakasvatuse intensiivistumise, globaliseerumise ning viirust latentsest ilma kliiniliste sümptomiteta kandvate sigade olemasoluga, võisid olla osalisteks teguriteks SAK viiruse levimisele Ida-Euroopasse (Sanchez-Vizcaino jt, 2013).

## Viiruse levik ning selle põhjused

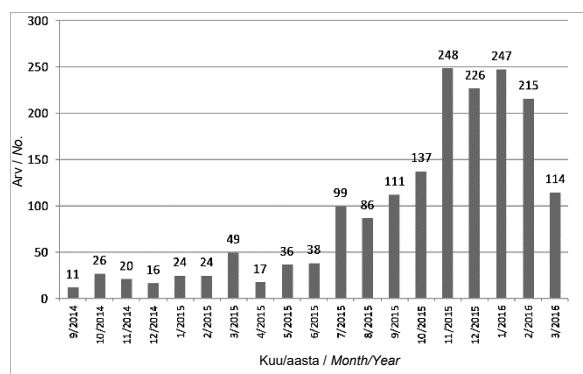
2007. aasta juunis teavitati OIE (Maailma Loomarterivise Organisatsioon) SAK viiruse leiust Gruusias, kuhu see tõenäoliselt jõudis Ida-Aafrikast või Madagaskarilt saabunud laevalt pärinevate viirusega saastunud toidujäätmetega. Kuna sealses piirkonnas peetakse kodusigu traditsiooniliselt väljas, kus neil on võimalik suhteliselt vabalt liikuda ning jäätmeid süüa, jõudis viirusega nakatunud sööt vabalt peetavate kodusigadeni. Viiruse edasine levik Gruusias toimus nii põhja kui ida suunal ning veel samal aastal raporteeriti SAKV leidudest Armeenias ja Vene Föderatsioonis ning 2008. a. alguses Aserbaidžaanis (Beltran-Alcrudo jt, 2008). SAKV levik piirkonnas ning Vene Föderatsiooni lõunaosas jätkus 2008–2010. aastatel. Sel perioodil teatati üksikutest sporaadilistest haiguspuhangutest ka Vene Föderatsiooni teistes piirkondades, kuid endeemseks oli haigus muutunud Lõuna-Venemaa teatavatel aladel Põhja-Kaukaasia piirkonnas (Gogin jt, 2013; Sanchez-Vizcaino jt, 2013). 2011. aastal muutus SAKV alane olukord oluliselt, kuna toimus viiruse kiire ja laialdane levik Vene Föderatsiooni Euroopa osas Kesk-Venemaa suunal (Oganesyan jt, 2013). Lisaks põhja suunale intensiivistus neil aastatel SAKV viiruse levik lääne suunal, lähenedes kindlalt Euroopa Liidu idapiirile, sh Eestile. 2012. aasta juulis teatati SAKV viiruse diagnoosimisest Ukrainas ning 2013. aasta juunis Valgevenes. Euroopa Liidu riikidest jõudis SAKV esimesena 2014. aasta jaanuaris Leetu. 2014. aasta veebruaris diagnoositi SAKV Poolas ning sama aasta juunis Lätis (OIE WAHID). Nii Leedus, Poolas kui Lätis diagnoositi SAKV esmalt metssigadel, kusjuures kõigis neis riikides olid esmased SAKV leiud Valgevene piiril või selle lähistel (Callardo jt, 2014; Serzants M, 2014). Kuigi esimesed SAKV leiud Lätis diagnoositi ca 250 km Eesti piirist Kagu-Lätis, siis juba juulis leiti SAKV Põhja-Lätis Valka piirkonnas nii kodu- kui metssigadel (OIE WAHID, 2016; Serzants M, 2014).

Esimene SAKV nakatunud metssiga Eestis leiti 2. septembril 2014. aastal Valgamaalt Läti piirist 6 km kaugusel (Nurmoja, Kristian, 2014). Esimene SAKV diagnoos kinnitati Veterinaar- ja Toiduameti (VTA) poolt 8. septembril 2014, pärast Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi (VTL) tulemuste kinnitamist Euroopa Liidu referentlaboratooriumis (EURL) Madridis. 2014. a jätkus SAKV levik Eesti metssigade populatsioonis. Lisaks Valga maakonnale leiti nakatunud loomi Viljandi ja Võru maakondades. Lõuna-Eesti kõrval diagnoositi SAKV ka Ida-Virumaal, kus 14. septembril hukati inimpelguset ja veidralt käitunud metssiga, kellel samuti leiti SAKV viirus (Nurmoja, Kristian, 2014). Kokku tuvastati 2014. a SAKV 73 surnuna leitud või kütitud metssigal. Kodusigadel haigust 2014. aastal ei diagnoositud.

2015. aastal viiruse levik Eesti metssigade populatsioonis jätkus. Kui aasta esimesel poolel piirdus viiruse levik varem taudistunud maakondadega, kus täheldati taudistunud alade mõningast laienemist, mida võis käsitleda viiruse loomuliku levikuna, siis kiire ja

drastiline muutus toimus suvel. SAKV nakatunud metssigu leiti järjest uutelt aladelt Tartu, Pärnu, Järva, Lääne-Viru, Jõgeva, Põlva ja Rapla maakondades. 2015. a lõpuks oli SAKV metssigadel diagnoositud 11-s maakonnas 15-st, kusjuures SAKV vabad olid vaid Harju, Lääne, Saare ja Hiiu maakonnad. Kokku diagnoositi SAKV 2015. a 1095 metssigal, kellest 678 olid surnuna leitud, 409 kütitud ning 8 hukatud. Lisaks metssigadele diagnoositi SAKV 18 kodusigade farmis seitsmes maakonnas: Valga, Viljandi, Võru, Tartu, Lääne-Viru, Jõgeva ja Järvamaal. Kõik SAKV-i puhangud kodusigadel diagnoositi kaheksa nädala jooksul alates juuli keskpaigast kuni septembri keskpaigani.

2016. a (kuni 31. märts) on SAKV levik metssigade populatsioonis jätkunud. Varem taudistunud maakondade kõrval on viirust leitud Lõuna-Harjumaal. Kokku on SAKV-i diagnoositud 576 metssigal, kellest 267 on surnuna leitud, 308 kütitud ning 1 hukatud. Kodusigadel 2016. a haigust diagnoositud ei ole. Kokku on Eestis ajavahemikul 8. september 2014 kuni 31. märts 2016 diagnoositud SAKV-i 1744 metssigal (joonis 1).



**Joonis 1.** Sigade Aafrika katku viirusega nakatunud metssigade arv ajavahemikul 02.09.2014–31.03.2016

**Figure 1.** The number of wild boars infected with African swine fever virus in the period of 02.09.2014–31.03.2016

Maailmas on SAKV viiruse levikul uutele aladele olnud keskne roll inimtegevusel. Sageli on see toimunud nakatunud sealiha ja sealihatoodete vahendusel. Vene Föderatsiooni teadlaste hinnangul (Gogin jt, 2013) võivad SAKV laialdase leviku taga olla peamiselt majanduslikud ja sotsiaal-kultuurilised põhjused nagu loomade ning sealiha ja sealihatoodete kontrollimatu liikumine, haigete loomade varjamine, toidu- ning tapajäätmete söötmine sigadele ning viirusega saastunud sööda kasutamine. Kusjuures nakatunud sealiha ja sealihatoodete illegaalne import on toimunud nii kasumi teenimise eesmärgil kui isiklikuks tarbimiseks mõeldud liha ja toodete kaudu. Põhjuste loetelu selgitab ilmekalt, miks SAKV tõrje Vene Föderatsioonis ning teistes sama piirkonna riikides ebaõnnestus ning viiruse levikut uutele aladele, sh Baltimaadesse ei suudetud pidurdada (Gogin jt, 2013; Sanchez-Vizcaino jt, 2013).

Balti riikides, ennekõike Lätis ja Eestis, on senise kogemuse põhjal SAKV tõrje vähese efektiivsuse

peamine põhjus olnud metssigade kõrge arvukus, nende loomulik liikumine ja elutegevus. Siiski, ei põhjusta see inimese abita viiruse levikut aladele, mis on senistelt nakkuse levialalt kaugel. Taolisi ilmselt inimtegevusest tulenevaid viiruse "hüppeid" on raporteeritud nii Eestis, Lätis, kui Leedus (OIE WAHID, 2016). Kodusigade farmides on haiguspuhanguid põhjustanud erinevad tegurid, mis riigiti samuti mõnevõrra varieeruvad. Ühise ja enam levinud põhjusena võib siiski välja tuua puudused bioturvalisuse nõuete täitmisel (Olševskis jt, 2016; Viltrop, 2016)

### Haigustekitaja

Sigade Aafrika katku põhjustab *Asfarviridae* sugukonna *Asfivirus* perekonda kuuluv DNA viirus. Lipiidkestaga ümbritsetud sigade Aafrika katku viirus (SAKV) on 175–215 nm diameetrilise läbimõõduga suur, ikoosaeetrilise sümmeetriaga viirus. Viiruse genoom on lineaarne kaheahelaline DNA molekul, mis sõltuvalt isolaadist on pikkusega vahemikus 170 kuni 193 kb (Dixon jt, 2013), millest 125 kb on stabiilne keskosa ning ülejäänud moodustavad varieeruvad otsad (OIE, 2013). Viirus sisaldab üle 50 struktuurse proteiini ning indutseerib enam kui 150 proteiini (Salas, Andres, 2013), millest paljud on kõrge immunogeensusega. Seetõttu põhjustab nakkus kauakestvat tugevat humoraalset immuunvastust. Siiski ei ole tekkivad antikehad suutelised viirust efektiivselt neutraliseerima (Nielan jt, 2004) ning serotüpeerimine ei ole võimalik. Viiruse täpne molekulaarne iseloomustamine toimub geeni 646L varieeruva piirkonna (p72) nukleotiidide järjestuse põhjal, mis võimaldab jagada viirustüved 22 genotüübiks (Boshoff jt, 2007). Erinevate viiruse tüvede täpsem fülogeneetiline analüüs on võimalik viiruse teisi geene (E183L (p54), B602L, KP86R, I196L) ja geenidevahelisi piirkondi (J286L, BtSj, 173R/I132R, 178R/I215L) analüüsides (Gallardo jt, 2014; Malogolovkin jt, 2012).

Viiruse kõik 22 genotüüpi esinevad praegusel ajal Aafrika erinevates piirkondades. SAKV genotüüp I on ajalooliselt maailmas kõige laialdasemalt levinud, olles põhjustanud haiguspuhanguid nii Aafrikas, Euroopas, kui Ameerikas. Itaalias, Sardiinia saarel praegu tsirkuleeriv viirus on samuti genotüüp I. Praegu olemasoleva molekulaarse info põhjal kuulub kogu Ida-Euroopas tsirkuleeriv SAKV genotüüp II, mille levik sai alguse 2007. a Gruusiast, kusjuures nii Eestist, Lätist, Leedust kui Poolast isoleeritud viirustüved on hinnatud identseteks Valgevenest ja Ukrainast pärinevate tüvedega (Callardo jt 2014; Malogolovkin jt, 2012, EURL raport, 2016). Kliinilistes katsetes on tuvastatud, et SAKV genotüüp II on väga kõrge virulentsusega nii kodu- kui metssigadele, põhjustades nakatatud loomade kuni 100% suremust (Gabriel jt, 2011; Blome jt, 2012; Guinat jt, 2014; Gallardo jt, 2015).

SAKV on väga vastupidav, ta säilib nakkusvõimelisena pikka aega veres, roojas, korjustes ja pinnases, erinevatel pindadel ning toiduainetes. Veres säilib viirus sõltuvalt temperatuurist erinevalt, +4 °C juures

18 kuud, lagunevas veres kuni 105 päeva. Väljaheidetes inaktiveerub viirus 160 päevaga, pinnases 190 päevaga ning korjustes 2,5 kuuga. Nakatunud sigade lihas ja organites säilib viirus sõltuvalt keskkonna tingimustest kuni kuus kuud, liha külmutamisel võib see aeg pikeneda kuni kolme aastani. Soolatud, suitsutatud ja teistes vähese kuumtöötlemisega lihatoodetes säilib viirus sõltuvalt tootest ning tootmise tehnoloogiast kuni aasta. Lihas hävitab viiruse kuumtöötlemine 70 °C juures vähemalt 30 minutit (EFSA, 2014). Füüsikaliste ja keemiliste mõjutuste suhtes on viirus samuti väga resistentne, taludes hästi nii madalaid kui kõrgeid temperatuure ning pH kõikumisi suures ulatuses. Viirus jääb eluvõimeliseks väliskeskkonnas pH vahemikus 3,9–11,5 ning nakatunud organites ja laipades seitsme päeva jooksul pH juures, mis on madalam kui 3 või kõrgem kui 12 (OIE, 2013).

### Epidemioloogia

Kodusead (*Sus scrofa domestica*) on ainuke koduloomaliik, kes haigestub sigade Aafrika katku viirusega, sarnase kliinilise kulu ning suremusega kulgeb haigus ka Euroopa metssigadel (*Sus scrofa scrofa*). Erinev olukord Aafrikas, kus tüügassiga (*Phacochoerus aethiopicus*) on viiruse looduslik reservuaar ning haigusele resistentne. Tüügassad on enamasti viiruse asümptomaatilised kandjad, kellel vireemia ja viiruse paljunemine organismis toimub nakatunud puukide hammustuse tagajärjel, mille järgselt persisteerib viirus edasi lümfisõlmedes. Teiste Aafrikas elavate metsikute sigade nagu jõesiga (*Potamochoerus porcus*), laanesiga (*Hylochoerus meinertzhageni*) jt, roll SAK-i epidemioloogias vajab täiendavat selgitamist (Costard jt, 2013).

SAK epidemioloogia on väga kompleksne tänu erinevatele ülekande mehhanismidele. Viiruse ülekande toimub erinevaid teid kaudu, haarates sõltuvalt piirkonnast kodusigu, metssigu, erinevaid Aafrika metssigu ning *Ornithodoros* perekonna pehmeid puuke (Costard jt, 2013). Piirkondades Aafrikas ja Lõuna-Euroopas (Hispaania), kus *Ornithodoros* perekonna puugid esinevad, on neil sõltuvalt liigist oluline roll nii viiruse reservuaari kui vektorina. Lisaks viiruse otsesele ülekandele kodusealt koduseale, metssealt koduseale, aga ka puugilt kodu- või metsseale, on viiruse ülekandes oluline roll ka kaudsetel teguritel nagu viirusega saastunud söötaedel, sõidukitel sh loomade-, sööda- ja jäätmeveokid, inimestel, töövahenditel jm (Costard jt, 2013; Guinat jt, 2016). Viiruse piirkondlike ülekandemehhanismide mõistmine on väga oluline, kuna ainult selliselt on võimalik luua efektiivseid tõrjeprogramme.

SAKV põhjustab vastuvõtlikus karjas kuni 100% haigestumist ning sõltuvalt viirustüve virulentsusest, doosist, peremehst ning nakatumise viisist suremust vahemikus 0–100% (Costard jt, 2013). Viiruse ülekande fekaal-oraalsel teel ei ole väga efektiivne, mistõttu selle levimine seakarjas ei ole alguses ka väga kiire. Seega võib haiguse avastamisel koduseakarjas

olla nakatunud suhteliselt väike arv isendeid vaid ühes lauda osas. Nakatunute arvu ja keskkonnasaaste suurenemisega viiruse levik karjas järkjärgult kiireneb.

Haigus kulg võib olla nii üliäge, äge, alaäge, krooniline kui ka latentne. Haiguse inkubatsiooni periood on tavaliselt 4–19 päeva, ägedatel juhtudel ka vähem (OIE, 2012 Manual). Vireemia staadium algab tavaliselt 4–8 päeva pärast haigustekitajaga kokku puutumist ning tänu neutraliseerivate antikehade puudumisele võib kesta nädalaid või isegi kuid (Straw jt, 2006). Uuemate uuringute tulemusel (Blome jt, 2013) on selgunud, et esmase vireemia staadium võib alata juba 8 tundi pärast viirusega kokkupuudet, teisene vireemia on tuvastatav 15–24 tundi pärast nakatumist ning 30 tundi hiljem on viirus leitav kõigist nakatunud looma organistest. Sageli hakkab nakatunud loom viirust eritama enne kliiniliste tunnuste ilmnemist. Kliiniliselt haige loom eritab viirust suurel hulgal kõigi keha sekreetide ning ekskreetidega nagu sülg, roe, uriin, nõre silmadest, ninast, suguelunditest aga ka veritsus haavadest (Sanchez-Vizcaino, Arias, 2012). Vaatamata nakatumisele kõrge virulentsusega viirustüvega osad haigestunud sead (kuni 10%) tervenevad. Kuigi neil kujunevad välja antikehad, võivad nad paralleelselt jääda pikaks ajaks viiruse kandjateks ja levitajateks (Costard jt, 2013; OIE, 2012), ka ei ole nad kaitstud uue nakatumise eest. Sellised loomad võivad omada olulist rolli haigustekitaja püsimises seapopulatsioonides. Samas uuringute komplitseerituse ning kulukuse tõttu on teavet nende kohta seni vähene.

### Kliiniline diagnoos

Sigade Aafrika katk võib kulgeda väga erineva kliinilise pildi ning patoloogiliste leidudega sõltuvalt viiruse virulentsusest, viiruse doosist ja ülekande viisist ning vastuvõtliku looma seisundist (Sanchez-Vizcaino jt, 2015). Kõrge virulentsusega viirustüved põhjustavad enamasti haiguse üliägedat või ägedat kulgu. Haiguse üliägedat kulu esineb harva, sellisel juhul surevad loomad enamasti enne kui neil jõuavad kliinilised tunnused ilmneda. Haiguse ägedat kulgu iseloomustavad erinevad kliinilised tunnused nagu kõrgenenud kehatemperatuur 40,5–42 °C, isutus, loidus ning kopsutursest tingitud pindmine ja kiirenenud hingamine. Valgetel seatõugudel võib täheldada kõrvade, saba, jäsemete distaalsete osade ning kubeme piirkonna naha tsüanoosi. Mõnedel juhtudel on täheldatud oksendamist, kõhulahtisust ning eritisi silmadest või ninast, tiinetel emistel ka aborte. Kõrgest palavikust tingitud abordid võivad mõnedel juhtudel olla haiguse esmaseks tunnuseks. 24–48 tundi enne surma võivad esineda koordinatsiooni häireid või muud neuroloogilised nähud. Haiguse ägeda kulu korral sureb 90–100% nakatunud loomadest enamasti 6–13 päeva jooksul pärast nakatumist (Sanchez-Vizcaino jt, 2015; OIE, 2013).

Haiguse alaägedat kulgu põhjustavad mõõduka virulentsusega viirustüved. Kliinilised tunnused, mis esinevad on samad, mis haiguse ägeda kulu korral, kuid

vähem ilmekad. Kehatemperatuuri tõus võib olla väiksem või puududa sootuks, sageli täheldatakse loomadel vaid isutust ning loidust, tiinetel emistel ka aborte. Haigestumise kestvus võib olla 5–30 päeva, loomad surevad enamasti 7–20 päeva jooksul, ellujääjad paranevad 3–4 nädala jooksul. Suremus varieerub suurel määral vahemikus 30–70% (Sanchez-Vizcaino jt, 2015). Kuna haigestumus on väike ning kliinilised tunnused ebaselged on suur tõenäosus haigust mitte ära tunda.

Haiguse kroonilist vormi põhjustavad madala virulentsusega viirustüved, mida on leitud Hispaanias ja Portugalis. Selle vormi puhul võivad esineda väga erinevad kliinilised tunnused nagu kasvu peetus, kõhetumine, perioodiline kehatemperatuuri tõus ning hingamisraskused. Teatavatel juhtudel võib täheldada naha nekroosi ja haavandeid, aga ka liigesepõletikke ning -turseid. Kroonilise vormi puhul areneb haigus enamasti aeglaselt ning suremus loomade seas on väike või puudub üldse. Haiguse latentset vormi põevad peamiselt viiruse looduslikuks reservuaariks olevad sead Aafrikas (Sanchez-Vizcaino jt, 2015).

Eriti haiguse algstaadiumis, kui haigestunud või surnud loomade arv on väike ning avaldunud kliinilised tunnused vähespetsiifilised, on vajalik SAK eristada teistest sigadel esinevatest hemorraagilistest haigustest. Diferentsiaaldiagnostiliselt tuleb SAK eristada sigade klassikalisest katkust ning teistest sarnase kuluga nakkushaigustest nagu punataud, salmonelloos, listerioos, pastõrelloos, PRRS, Aujezki haigus ja mitmed teised. Neile lisanduvad veel mittenakkuslikud haiguspõhjused nagu sööda- ja raskemetallide mürgistused jmt. Siiski tuleb kõrge SAK riskiga piirkondades iga surnud loom, kellel esines palavik, uurida laboratoorselt SAKV suhtes (Sanchez-Vizcaino jt, 2015).

Patoloogilis-anatoomilised muutused on SAK korral sarnased sigade klassikalise katku puhul esinevate muutustega. Korjuse välisel vaatlusel täheldatakse keha erinevates piirkondades naha tsüanoosi, rinna- ja kõhuõõnes on eksudaati, seroos- ja limaskestadel ning siseorganitel verevalumeid. Haiguse ägeda kulu korral on lümfisõlmed hemorraagilised kogu kehas, põrn võib olla kordi suurenenud, turses ja liigverene. Siseorganid nagu maks, magu, kopsud, neerud, epikard ja pleura võivad olla turses ja liigveresed, turseid võib esineda ka nahaaluses sidekoos. Neerukoos kihnu all esinevad täpjad verevalumid. Haiguse alaägeda ja kroonilise kulu korral on patoloogilised tunnused vähem ilmekad ning sõltuvad haiguse kliinilisest kulust.

### Diagnoosimine

Sigade Aafrika katku varane kliiniline diagnoosimine on keeruline, kuna haiguse äge vorm kulgeb nii kodu- kui metssigadel enamasti mitespetsiifiliste sümptomitega. Isegi kui haigus kulgeb klassikaliste hemorraagia sümptomitega, on diagnoosi kinnitamiseks vajalikud laboratoorsed uuringud. SAK korrektne diagnoos peab sisaldama nii viroloogilist kui seroloogilist uuringut, et saada haiguse staatuse kohta terviklik

ülevaade (Sanchez-Vizcaino, Mur, 2013). SAK laboratoorseks diagnoosimiseks kasutatakse erinevaid diagnostilisi meetodeid, mis võimaldavad haigustekitaja kiiret ning usaldusväärset tuvastamist. Laboratoorne diagnoos põhineb SAKV spetsiifilise antigeeni või DNA ning antikehade määramisel (OIE, 2012; Sánchez-Vizcaino, Mur, 2013). OIE diagnoosimise käsiraamat soovib viiruse diagnoosimiseks kasutada viiruse isoleerimist, fluorestseeruvate antikehade testi (FAT) või viiruse DNA määramist reaallaja või konventsionaalse PCR meetodil (OIE, 2012). EL laborites on enim kasutusel reaallaja PCR meetodika, mille viimastel aastatel juurutatud uued protokollid tagavad meetodi väga kõrge tundlikkuse ja spetsiifilisuse (Gallardo jt, 2015). Kuigi loomade suremus SAK kõrge virulentsusega viirustüvedega nakatumisel on suur, tagab just testi kõrge tundlikkus nakkuse üleelanud loomade efektiivse tuvastamise.

Sigade Aafrika katku viiruse vastased antikehad kujunevad üldjuhul välja 7–10 päeva jooksul ning püsivad pikka aega (OIE, 2012). Nende tuvastamisel on haiguse diagnostikas oluline roll, kuna vaktsiini puudumise tõttu, viitab antikehade esinemine alati kokkupuutele viirusega. Haiguse üliägeda ja ägeda kulu korral surevad loomad enamasti enne, kui neil jõuavad antikehad välja kujuneda. Antikehade leidmine aitab tuvastada loomi, kellel haigus on kulgenud alaeledalt või krooniliselt või kes on ägeda haigestumise üle elanud. Selliste loomade leidmine on väga oluline, kuna nad võivad olla viiruse latentseks kandjaks. OIE diagnostiline käsiraamat (2012) soovib antikehade tuvastamiseks skriiningtestina kasutada kommertsiaalset ELISA meetodit ning kinnitavate testidena immuunoblot (IB) või immuunoperoksüdaas (IPT) testi.

### Ennetamine ja tõrje

Haigete loomade ravimine on keelatud. Kuna haiguse vastu puudub vaktsiin, siis sõltub SAK tõrje edukus rakendatavate tõrjemeetmete nagu varane teavitamine, varane diagnoosimine, bioturvalisuse nõuete range täitmine ning kõigi sigade hukkamine taudipunktis jmt, tõhususest. Kuna tegemist on haigusega, mis esineb laialdaselt ka metssea populatsioonis, sõltub tõrje edukus olulisel määral ka koostööst jahindusorganisatsioonide ning keskkonnateenistustega.

### Kokkuvõtteks

Sigade Aafrika katk on muutunud endeemiliseks suurtel aladel Ida-Euroopas, sealhulgas Eestis. Selle peamiseks põhjuseks on haiguse esinemine metssigade populatsioonis, millega kaasneb inimtegevusest tulenevate tegurite ettearvamatus. Lisaks mõjutavad eriti väikeriike naaberriikides rakendatavad või ka mitte rakendatavad tõrjetegevused, kuna see võib põhjustada uue nakkuse sissetoomist piirkonda. Need on ainult mõned põhjustest, miks haiguse tõrje ning haigusvaba piirkonna staatuse taastamine on komplitseeritud ning enamikel juhtudel nõuab aastaid või isegi aastakümneid.

### Huvide konflikt / Conflict of interests

Autor kinnitab artikliga seotud huvide konflikti puudumist.

*The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

### Kasutatud kirjandus

- Beltran-Alcrudo, D., Lubroth, J., Depner, K., De la Roque, S. 2008. African Swine Fever in Caucasus. – EMPRES Watch. FAO, Rome, 1–8.
- Blome, S., Gabriel, C., Beer, M. 2013. Pathogenesis of African swine fever in domestic pigs and European wild boar. – *Virus Res* 173, 122–130.
- Blome, S., Gabriel, G., Dietze, K., Breithaupt, A., Beer, M. 2012. High virulence of African swine fever virus caucasus isolate in European wild boars of all ages. – *Emerg Infect Dis.* 18, 708.
- Boshoff, C.I., Bastos, A.D., Gerber, L.J., Vosloo, W. 2007. Genetic characterisation of African swine fever viruses from outbreaks in southern Africa (1973–1999). – *Vet. Microb.* 121, 45–55.
- Costard, S., Mur, L., Lubroch, J., Sanchez-Vizcaino, J.M., Pfeiffer, D.U. 2013. Epidemiology of African swine fever. – *Virus Res.* 173, 191–197.
- Dixon, L.K., Chapman, D.A.G., Netherton, C.L., Upton, C. 2013. African swine fever virus replication and genomics. – *Virus res.* 173, 3–14.
- Gabriel, C., Blome, S., Malogolovkin, A., Parilov, S., Kolbasov, D., Treifke, J.P., Beer, M. 2011. Characterization of African swine fever virus Caucasus isolate in European wild boars. – *Emerg. Inf. Dis.*, 17(12), 2342–2345.
- Gallardo, C., Soler, A., Nieto, R., Cano, C., Pelayo, V., Sanchez, M.A. *et al.* 2015. Experimental infection of domestic pigs with African swine fever virus Lithuania 2014 genotype II field isolate. – *Transb. and Emerg. Dis.*, 1–5
- Gallardo, C., Fernandez-Pinero, J., Pelayo, V., Gazaev, I., Markowska-Daniel, I., Pridotkas, G. *et al.* 2014. Genetic variation among African swine fever genotype II virus, Eastern and Central Europe. – *Emerging Infectious Diseases*, 20(9), 1544–1547.
- Gogin, A., Gerasimov, V., Malogolovkin, A., Kolbasov, D. 2013. African swine fever in the North Caucasus region and the Russian Federation in years 2007–2012. – *Virus Res.*, 173, 198–203.
- Guinat, C., Gogin, A., Blome, S., Keil, G., Pollin, R., Pfeiffer, D.U., Dixon, L. 2016. Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions. – *Veterinary Record*, 2016 March, 262–267.
- Guinat, C., Reis, A.L., Netherton, C.L., Goatley, L., Pfeiffer, D.U., Dixon, L. 2014. Dynamics of African swine fever virus shedding and excretion in domestic pigs infected by intramuscular inoculation and contact transmission. – *Vet. Res.* 45, 93.
- EFSA-Panel: Scientific opinion on African swine fever. 2014. – *EFSA J*, 12, 3628.

- EURL for ASF (CISA-INIA). African swine fever diagnosis and molecular characterisation. – Report No 120. 11.02.2016.
- EURL for ASF (CISA-INIA). African swine fever diagnosis and molecular characterisation. – Report No 1 092. 18.09.2014.
- Malogolovkin, A., Yelsukova, A., Gallardo, C., Tsybanov, S., Kolbasov, D. 2012. Molecular characterisation of African swine fever virus isolates originating from outbreaks in the Russian Federation between 2007 and 2011. – *Vet. Microb.* 158, 415–419.
- Nielan, J.G., Zsak, L., Lu, Z., Burrage, T.G., Kutish, G.F., Rock, D.L. 2004. Neutralizing antibodies to African swine fever virus proteins p30, p54 and p72 are not sufficient for antibody-mediated protection. – *Virology*, 319, 337–342.
- Nurmoja, I., Kristian, M. 2014. Sigade Aafrika katku levik ning raskused selle ennetamisel ja tõrjel Ida-Euroopas aastatel 2007–2014. – *Eesti Loomaarstlik Ringvaade*, 2, 10–14.
- Oganesyan, A.S., Petrova, O.N., Korennoy, F.I., Bardina, N.S., Gogin, A.E., Dudnikov, S.A. 2013. African swine fever in the Russian Federation: Spatio-temporal analysis and epidemiological overview. – *Virus Res.* 173, 204–2011.
- Olšovskis, E., Guberti, V., Seržants, M., Westergaard, J., Callardo, G., Rodze, I., Depner, K. 2016. African swine fever virus introduction into the EU in 2014: Experience of Latvia. – *Res. in Vet. Science*, 105, 28–30.
- OIE Technical Disease Card. African swine fever, updated Apr 2013. Available at: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal\\_Health\\_in\\_the\\_World/docs/pdf/Disease\\_cards/AFRICAN\\_SWINE\\_FEVE\\_R.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/Disease_cards/AFRICAN_SWINE_FEVE_R.pdf)
- OIE Terrestrial Manual. Chapter 2.8.1 African swine fever, adopted May 2012. Available at: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.08.01\\_ASF.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.08.01_ASF.pdf)
- OIE (World Organization for Animal Health) WAHID database. Disease Information. Available at: [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Diseas\\_einformation/disease](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseas_einformation/disease) (12.02.2016).
- Salas, M.L., Andreas, G. 2013. African swine fever virus morphogenesis. – *Virus Res.* 173, 29–41.
- Sanchez-Vizcaino, J.M., Mur, L., Gomez-Villamandos, J.C., Carraso, L. 2015. An update on the epidemiology and pathology of African swine fever. – *J. Comp. Path.*, 152, 9–21.
- Sanchez-Vizcaino, J.M., Mur, L., Martinez-Lopez, B. 2013. African swine fever (ASF): Five years around Europe. – *Vet. Microb.*, 165, 45–50.
- Sanchez-Vizcaino, J.M., Mur, L. 2013. African swine fever diagnosis update. – *Dev. Biol.*, 135, 159–165.
- Sanchez-Vizcaino, J.M., Arias, M. 2012. African swine fever. In: *Diseases of swine*, 10<sup>th</sup> Ed. (eds. J.J. Zimmerman, L.A. Karriker, A. Ramirez, K.J. Schwartz, G.W. Stevenson). John Wiley&Sons, pp. 396–404.
- Seržants, M. African swine fever in Latvia. SCoFCAH meeting 11.09.2014 presentation. [http://ec.europa.eu/food/animals/docs/reg-com\\_ahw\\_20140911\\_pres\\_asf\\_latvia.pdf](http://ec.europa.eu/food/animals/docs/reg-com_ahw_20140911_pres_asf_latvia.pdf)
- Viltrop, A. Sigade Aafrika katku 2015. aasta puhangute epidemioloogilise uuringu tulemustest. – Konverentsi "Terve loom ja tervislik toit 2016" ettekanne. 02.03.2016

### Review: African swine fever (*Pestis Africana Suum*)

Imbi Nurmoja<sup>1,2</sup>, Maarja Kristian<sup>3</sup>, Arvo Viltrop<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Estonian University of Life Sciences,  
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,  
Fr. R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia*

<sup>2</sup>*Veterinary and Food Laboratory,  
Fr. R. Kreutzwaldi 30, 51006 Tartu, Estonia*

<sup>3</sup>*Veterinary and Food Board,  
Väike-Paala 3, 11415 Tallinn, Estonia*

### Summary

African swine fever (ASF) is a devastating and complex disease of swine, caused by a double-stranded DNA virus belonging to the *Asfivirus* genus, *Asfarviridae* family. The presence of the ASF leads to immediate restrictions of the pig and pork trade and must be notified to the World Organization for Animal Health (OIE) and European Commission. Since there is no vaccine available, the control of the disease based on early warning, rapid laboratory diagnosis and following strict biosecurity measures. In Europe, ASF affects domestic (*Sus scrofa domestica*) and European wild boar (*Sus scrofa scrofa*) equally, in all age categories. ASFV causes up to 100% morbidity in previously unexposed pig herds with mortality varying between 0 to 100 % depending on the strain of the virus, the dose, the host and the route of exposure to the virus. In both domestic pigs and wild boar, clinical signs of ASF vary considerably. However, in most cases, the clinical symptoms observed have been nonspecific, therefore laboratory confirmation is needed in all cases. The ASFV strain currently circulating in Eastern Europe, including the Caucasian countries, the Russian Federation, Ukraine, Belarus, Poland and the Baltic countries, is highly virulent and belongs to the p72 genotype II, which has been circulating in Eastern European countries since the introduction of the virus into Georgia in 2007.

In Eastern Europe, where up to now there is no evidence of tick-borne transmission, ASFV can be transmitted by direct contact, between pigs and between wild boars or by indirect contact, through ASFV contaminated fomites (vehicles, premises, clothes etc.) or swill feeding. Virus shedding by the infected pigs occurs in all excretions and secretions. ASFV is a highly stable virus. In a suitable protein environment, ASFV is stable over a wide range of temperatures and pH values. Purification does not necessarily inactivate the virus, which may remain viable in faeces for at least 11 days, in bone marrow for a month and in decomposed serum for 15 weeks.

Sunlight and drying inactivate the virus rapidly. In products made of infected meat the virus has been shown to survive, depending on the product, for up to one year.

ASF is present in several African countries and Sardinia. In Eastern Europe, ASF virus was the first recorded in 1977, in the former Soviet Union and the virus was re-introduced to the region in 2007. After first being reported in Georgia in 2007, it spread fast to several neighbouring countries in the North Caucasus region and the Russian Federation, where it is still circulating and is now endemic. In 2012, ASFV was reported in Ukraine, in 2013 in Belarus and in 2014, in Poland, Lithuania, Latvia and Estonia. The first case of ASF in Estonia was diagnosed in September 2014, 6 km from the Latvian border. In total, in 2014, 73 ASFV-positive wild boars were found in four different counties out of 15. Three of these counties are located in the southern part of the country, and one is in north-eastern Estonia. In 2015, 1095 ASFV positive wild boar

have been found and 18 domestic pig outbreaks have been confirmed. In 2016, so far (31<sup>st</sup> of March), 576 ASFV positive wild boar have been found.

Accurate ASF diagnosis based on the laboratory diagnosis, since reveal of unspecific clinical signs and pathological lesions. A correct ASF diagnosis should base on virological and serological detection, especially in areas where the disease is occurring. At the present time, for virological detection most widely used technique is a polymerase chain reaction (PCR). As the gold standard are still in use virus isolation and haemadsorption tests. The most commonly used serological test is enzyme linked immunosorbent assay (ELISA), since it can be widely used for screening purposes. For confirmation immunoblotting and immunoperoxidase tests are available. The role of antibody detection is important in eradication and control programmes in infected areas, as no vaccine is available and therefore the presence of ASF antibodies implies always previous infection.





## BINARY PROBIT ESTIMATION OF FACTORS AFFECTING PESTICIDE ADOPTION FOR THE CONTROL OF YAM TUBER BEETLES IN DELTA STATE, NIGERIA

Odjuvwuederhie E. Inoni<sup>1</sup>, Francis O. Tobih<sup>2</sup>, David E. Idoge<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Economics & Extension, Delta State University, Abraka, Delta State, Nigeria

<sup>2</sup> Department of Agronomy, Delta State University, Abraka, Delta State, Nigeria

Saabunud: 07.07.16  
Received:  
Aktsepteeritud: 09.12.16  
Accepted:

Avaldatud veebis: 12.12.16  
Published online:

Vastutav autor: Odjuvwuederhie E. Inoni  
Corresponding author:  
e-mail: inoniemma@gmail.com

**Keywords:** yam tuber beetles, pesticide technology adoption, socio-economic factors, smallholder farmers, Delta State, Nigeria

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2016\\_2\\_inoni.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2016_2_inoni.pdf)

**ABSTRACT.** Yam is a major staple food crop with significant impact on the food security, income generation and employment creation for the various participants in the yam value-chain in Nigeria. However, pest infestation by yam beetles poses serious production constraint to farmers resulting in over 50% of yield losses. Many farmers have adopted the use of pesticides such as chlorpyrifos, pirimiphos-methyl and deltamethrin to control yam beetles and boost output. Therefore, this study was conducted to examine factors that affect pesticide adoption for control of yam beetles in Oshimili Area of Delta State, Nigeria. Data were obtained from a cross-section of 159 yam farmers including 79 adopters and 80 non-adopters of pesticides, drawn from 6 communities with the aid of questionnaire. t-test and binary probit were employed to analyse the data. The choice of the probit model is due to the qualitative nature of the dependent variable (pesticide adoption). Results of t-test revealed that significant ( $p < 0.01$ ) differences existed in age, years of formal education, number of adults per household, farm income and farm size between adopters and non-adopters. The probit model had a good fit with significant LR ratio, 106.67 ( $p < 0.001$ ); a McFadden  $R^2$  of 0.48 with 84.9% of cases correctly predicted. The results also showed that age, years of education, adults per household, farming experience, farm income, access to credit, extension contact as well as training on pesticide application all had significant influence on adoption decision. While the impact of age on the probability of technology adoption was negative, all other variables exerted positive effects. The authors recommended that improved access to farm credit, efficient and effective extension service delivery system and on-farm training on pesticide handling and application be intensified to reduce beetles attack, boost yam yield and improve food security of farming households.

© 2016 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2016 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Introduction

Yam, a stem tuber and annual plants commonly grown in Nigeria and other parts of the world, particularly in West Africa, is a major staple food for over 60 million people in the growing regions popularly referred to as "yam zone" of West Africa (IITA, 1988). Besides, it is a major source of carbohydrate intake for majority of the populations in the producing regions (O'Hair, 1990).

Nigeria has been the largest producer of yam since the 1990's with an all-time high output of 37.1 million metric tonnes in 2011 (FAO, 2011). Although national

output of the crop has been growing steadily since the beginning of the millennium reaching an average annual growth rate of 5.42% between 2001 and 2006. A drastic fall in production levels between 2007 and 2010 reduced mean annual growth rates to -6.28% (Table 1). In spite of the important role of yam in the socio-economic lives of farmers and those engaged in processing and marketing of the crop, yam production is faced with a number of constraints, particularly the devastating attack of yam tuber beetles with average annual yield losses estimated at over 25% (Arene, 1987; Nweke *et al.*, 1991); over 45% (Tobih, 2014).

**Table 1.** Yam Production in Nigeria and Rest of the World (metric tonnes)

Year	Nigeria	Africa	World	Nigeria's production as % of world output	National annual growth rate (%)
1997	23,972,000	34,127,121	35,529,509	67.3	–
1998	24,768,000	35,645,883	37,067,264	66.8	3.2
1999	25,873,000	37,451,888	38,953,415	66.4	4.3
2000	26,201,000	38,009,739	39,568,980	66.2	1.3
2001	26,232,000	38,401,524	40,007,979	65.6	0.12
2002	27,911,000	40,579,260	42,195,571	66.1	6.0
2003	29,697,000	42,587,640	44,258,102	67.1	6.0
2004	31,776,000	45,204,790	46,935,878	67.7	6.5
2005	34,000,000	47,314,591	49,066,755	69.3	6.5
2006	36,720,000	49,723,354	51,487,245	71.3	7.4
2007	31,136,000	45,873,013	47,742,219	65.2	-17.9
2008	35,017,000	51,085,661	53,077,843	66.0	11.1
2009	29,092,000	45,700,985	47,704,248	61.0	-20.4
2010	34,162,060	46,382,047	48,701,460	59.9	2.1
2011	37,115,510	54,869,955	57,112,941	65.0	17.3

Source: Computed from FAOSTAT (1996–2011)  
FAO (2011): FAO Statistics Division. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

According to Tobih (2011, 2014), the major constraint to yam production in Nigeria is devastating attack on yam tubers, by yam beetles, *Heteroligus* and *Prinoryctes* species. Species of *Heteroligus* reportedly found in the southern parts of Nigeria include; lesser yam beetle *Heteroligus appius* and greater yam tuber beetle, *Heteroligus meles*, is a very serious insect pest of yam in river-rine areas, particularly in the forest zones up to the savannah regions along the Benue–Niger rivers and tributaries (McNamara, Acholo, 1995). Adult beetles feed on tubers making large semi-hemi and hemispherical holes 1–2 cm on the tuber prior to harvest resulting in reduced output, low market value, and a predisposition to fungal and bacteria attacks during storage (Tobih *et al.*, 2007).

Yam farmers in Oshimili area of Delta State, Nigeria have suffered severe economic losses on their farm investments over the past three decades as a result of yam beetles attack causing over 50% of yield loss (Tobih, 2014). This is due to the fact that farmers in the area have relied on the use of cultural methods such as delay in planting dates, mulching and wood ash as measures to control the attack of yam beetles on their crops. Although a recent study showed that the use of *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Ocimum viride* (mosquito plant) leaves as organic mulch showed significant reduction of beetle damage on yam tubers in the study area Tobih (2011), the details of such innovation as well as its cost implications are yet to be disseminated to farmers. Therefore the most effective control measure of yam tuber beetles is the application of pesticides such as pirimiphos-methyl, deltamethrin and chlorpyrifos (Tobih *et al.*, 2007; Tobih, 2014), which a number of farmers have currently adopted.

The process of agricultural growth and development in developing countries entails the adoption of new techniques and innovations to boost yield, improve farmers income and guarantee household food security. Adoption is an outcome of a decision to accept and

utilise a given innovation. It is a mental process an individual passes from first hearing about an innovation to finally utilizing the technology (Rogers, 2003). However, Feder *et al.* (1985) defined adoption as the degree of use of a new technology in the long-run when the farmer has full information about the new technology and its potential. According to Fernandez-Cornejo *et al.* (1994) the adoption of a new technology by farmers is a choice between two alternatives; in this case of yam farmers the traditional technology (use of mulch, wood ash, delayed planting dates) and the new technology (pesticide application). It is assumed that rational farmers' objective is to maximize utility. Thus, a new technology will likely be adopted if its perceived utility is expected to be higher than the utility of the old technology. Potential benefits from the adoption of new techniques and innovations include increased output, increased profitability and food security of the household.

A number of factors have been shown in the literature to determine the adoption of different agricultural innovations and technologies. They include demographic factors (age, education and religion), economic factors (occupation, income) and farm-specific variables (farm size, type of enterprise), institutional factors and the characteristics of the technology itself (Asfaw *et al.*, 2012; Mwangi, Kariuki, 2015). In a study of adoption of integrated pest management techniques (IPM) by vegetable growers in three states in the United States, Fernandez-Cornejo *et al.* (1994) applied a logit model and found farm size, operator labour and family labour to have a positive and significant effect on the probability to adopt the specified technology. In another study of adoption of IPM technology among grape growers in the United States, Fernandez-Cornejo (1998) using a probit model found off-farm work (a proxy for shortage of labour) and farmer experience to exert a negative impact on IPM adoption. This is so because labour availability, particularly the farmer's time, is very crucial to successful application of the IPM technology. The negative effects of experience may be attributed to the correlation of experience with age as older farmers are more reluctant to accept new techniques and innovation. Farmer education was positively correlated with adoption as well as farm size thereby corroborating the results of other studies that the larger the farm size the higher the likelihood of farmers to adopt innovations (Fernandez-Cornejo, 1998).

Other studies on factors influencing the adoption of IPM technology included the work of Samiee *et al.*, (2009) in Iran where extension contact was found to be correlated with adoption, while awareness of IPM technology had a positive and significant influence on farmers eventual use of the technology. Ghimire and Kafle (2014) in a study on integrated pest management practice and its adoption determinants among apple farmers in Mustang district of Nepal, analysed eight socio-economic factors that affect adoption of IPM technology with a sample of 40 farmers. Using a probit model, they found that training and membership in

farmers group had positive and significant effects, while the impact of farmers age was negative. The authors recommended that for higher adoption and dissemination of IPM techniques, there is need to improve extension service delivery system.

Adejumo *et al.* (2014) conducted a study on factors influencing choice of pesticides used by grain farmers in Southwest Nigeria. Applying a probit model on a sample of 192 farmers, the results showed that education, farming experience and price of grains were positive and significant factors that influenced the choice of pesticides used by the farmers while age of household head exerted negative influence. Furthermore, Obayelu *et al.* (2016) reported that age of farmer also had a negative influence on adoption of pesticide technology among smallholder farmers in Nigeria while the effects of farm income and farm size were positive as they significantly increase the probability of pesticide use.

Nkamleu and Adesina. (2000) examined the effects of socio-economic factors on the probability of using chemical fertilizers and chemical pesticides in peri-urban low land agricultural systems in the Cameroon. Applying a bivariate probit model, the results indicated that female farmers have a lower likelihood of using chemical pesticides while farmers with extension contact have a higher probability of adoption. Also, in a study of pesticide use and risk perception among farmers in the cotton belt of Punjab, Pakistan, Khan *et al.* (2015) found that IPM training, education level, and toxicity class of the pesticide were significantly associated with the probability of pesticide overuse by farmers. While the probability of overuse decreased significantly with greater IPM training, a high level of education tended to increase the likelihood of pesticide overuse among cotton farmers. In a study of grower adoption of an integrated pest management package for management of mango-infesting fruit flies in Kenya, Korir *et al.* (2015) reported that education and training on IPM technology were the significant factors that determined the adoption of chosen technology with positive influence on farmers adoption decision.

Although a number of studies have analysed the effect of farmers' socio-economic factors on adoption of IPM

technology in Nigeria, studies that have examined the determinants of farm-level pesticide use for the control of yam beetles in Delta State, Nigeria are rare if not non-existent. Therefore, the objective of this study was to examine factors that influence the adoption of pesticide for the control of yam tuber beetles in Oshimili area of Delta State. The results of this study will be useful to policy makers, researchers and extension workers to design a strategy for pesticide technology dissemination and use, in order to boost yam production and improve income of yam farmers in communities in the Upper Niger Delta area.

## Materials and Methods

### Area of study and Sampling Procedure

The location of study is Oshimili area in Nigeria. The area comprised of two local government areas (LGAs); Oshimili North, and Oshimili South, which in addition to seven other LGAs (Aniocha North, Aniocha South, Ika Northeast, Ika South, Ndokwa East, Ndokwa West, and Ukwuani ), make up the Delta North Agricultural Zone (Figure 1). It is one of the major food crops production belt in Delta State, Nigeria. Farming is the primary occupation of the people and yam is the second major food crop, after cassava, cultivated in the area. Yam beetles infestation is however endemic in the area with an attack rate of 41–45% (Tobih *et al.*, 2007).

Data for the study were collected as primary data from a cross-section of yam farmers using structured questionnaire/interview schedule that were conducted by the researchers, with the assistance of enumerators that were fluent in both English language and Igbo, the local dialect of the people.

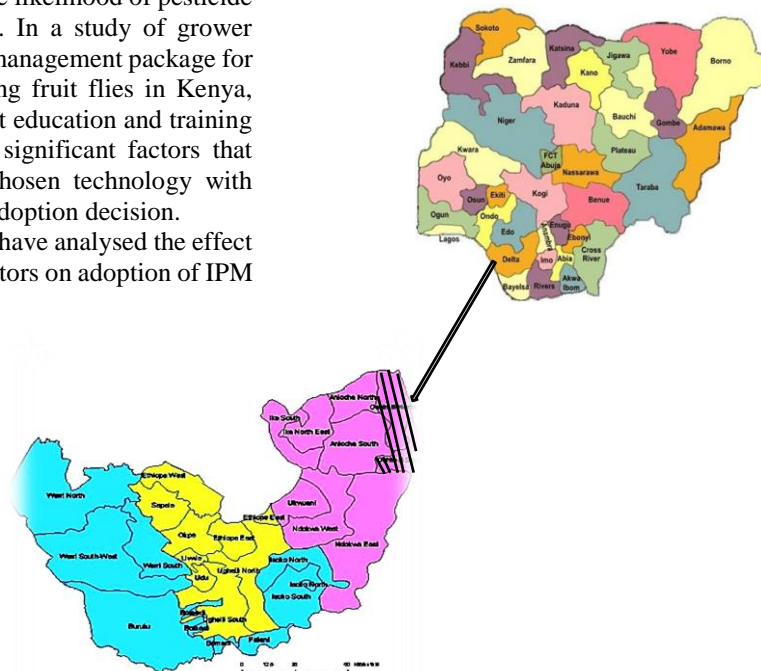


Figure 1. Map of Delta State, Nigeria, showing the study area, shaded

A two-stage sampling procedure was adopted to draw samples for the study. At the first stage, three (3) communities each were drawn out of six (6) major yam producing communities in the two Local Government Areas (LGAs) that comprised the study area, using simple random sampling technique. Secondly, 30 farmers were randomly selected from the six (6) communities, to give a total sample size of 180 respondents for the study. The six (6) communities chosen are Ugbolu, Ebu, Illah, Oko-Anallah, Oko-Igbele, and Oko-Amakom. Data collected included socio-economic characteristics of the farmers, production data, extent of yam beetles infestation and damage to yam tubers. However due to inadequate information supplied by some respondents, 21 questionnaires were discarded and data analysis was based on the response of 159 farmers. The survey was conducted between January and April, 2015.

### Probit Model for Pesticide Adoption

The conceptual framework of the analytical model employed in this study is similar to the model that Fernandez-Cornejo (1998) used to estimate, adoption of IPM technology among grape growers in the United States, as well as that of Ghimire and Kafle (2014) in a study on 'integrated pest management practice and its adoption determinants among apple farmers in Mustang district of Nepal'. The model assumes that farmers decisions whether or not to adopt pesticide for the control of yam tuber beetles depends on unobservable utility index (or a latent variable) that is determined by farmer-specific factors such as age, sex, household head's, education; access to extension services and credit; membership in an agricultural association). Studies on adoption of agricultural innovations have applied limited dependent variable models such as the probit or logit function. These distributions are very similar to each other and in most cases their applications have given similar results (Maddala, 1986). In this study, the probit model is used to analyze farmers' adoption decision because it is an appropriate econometric model for the binary dependent variable as the error term is assumed to be normally distributed (Greene, 2008; Gujarati and Porter, 2009; Wooldridge, 2009).

The probit model of pesticide adoption for the control of yam beetles is derived from an underlying latent variable model, which is expressed as:

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_{ij}X_{ij} + e_i, \quad (\text{Eq. 1})$$

where  $Y_i^*$  – an underlying index reflecting the difference between the utility of adopting and not adopting pesticide control of yam beetles;  
 $\beta_0$  – the intercept;  
 $\beta_{ij}$  – is a vector of parameters to be estimated;  
 $X_{ij}$  – are independent variables which explain pesticide adoption of yam beetles control;  
 $e_i$  – that is independent of  $X_j$  and is symmetrically distributed about zero.

Given the assumptions from the latent variable model, the model for a farmer's adoption of pesticide for the control of yam tuber beetles is derived as:

$$P(Y_i^* = 1 | x) = F(\beta_0 + \beta_{ij}X_{ij}), \quad (\text{Eq. 2})$$

where  $F$  – a cumulative distribution function, the function that ensures the likelihood of adopting pesticide control of yam beetles, and it lies strictly between zero and one.

Therefore, a farmer adopts pesticide control if  $Y_i^* > 0$ , and otherwise, if  $Y_i^* \leq 0$ . Therefore, the model to estimate the probability of observing a farmer adopting the pesticide technology can be explicitly stated as:

$$P(Y_i^* = 1 | x) = F(\beta X) = \int_{-\infty}^{\beta X} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-z^2/2) dz \quad (\text{Eq. 3})$$

where  $P$  – the probability that the  $i$ th farmer used pesticides and 0 otherwise;  
 $X$  – the  $K$  by 1 vector of the independent variables;  
 $z$  – the standard normal variable, *i.e.*;  
 $Z$  –  $\sim N(0, \sigma^2)$ ;  
 $\beta$  – the  $K$  by 1 vector of the coefficients to be estimated;  
 $F(\beta X)$  – the cumulative distribution function of the standard normal distribution which is the integral of the probability density function.

The parameter estimates were obtained by maximum likelihood estimation (MLE) procedure using LIMDEP 7.0 econometric software (Greene, 1998). The descriptive statistics of variables that determine farmers' adoption decision are shown in Table 2.

Regression analyses usually aimed at estimating the marginal effects of an independent variable on the dependent variable, while holding the effects of other independent variables constant. But in the probit model, parameter estimates cannot be interpreted as marginal effects. Therefore, the marginal effect of an independent variable is obtained by calculating the derivative of the outcome probability with respect to an independent variable. The marginal effect associated with a continuous explanatory variable  $X_k$  on the probability  $P(Y_i = 1 | X)$ , holding the other variables constant, can be derived as follows:

$$\frac{\partial P_i}{\partial X_{ik}} = \phi(X_i' \beta) \beta_k \quad (\text{Eq. 4})$$

where  $\phi$  = Cumulative distribution function for the standard normal random variable;  
 $\beta_k$  = Coefficient of  $k^{\text{th}}$  explanatory variable.  
 $(X_i' \beta)$  = product of the  $k$  by 1 vector of the coefficients to be estimated, and transpose of a row vector of values of  $k$  regressors for the  $i$ -th yam farmer;  
 $\partial P_i / \partial X_{ik}$  = partial derivative of probability of adoption of pesticide with respect to specified explanatory variable.

Maddala (1986, 1992) and Greene (2008) showed detailed mathematical derivation of the normal probability distribution of the error term of the probit model.

**Table 2.** Description and Summary Statistics of Variables for the Adoption Model

Variable	Variable description	Mean (Mode)	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PESTADOP	1 if the farmer is using pesticides, 0 otherwise	(0)	0.50	0	1
AGE	Age of the farmer in years	51.63	10.37	27	71
SEX	Sex of catfish farmer (1 if male, 0 otherwise)	(1)	0.50	0	1
MRLSTA	Marital status (1 if married, 0 otherwise)	(1)	0.46	0	1
YRSEDU	Years of formal education of the farmer	7.44	4.80	0	16
ADHHLD	Number of adults in farmer's household	2.9524	0.94	2	6
FRMEXP	Farming experience (years)	12.37	6.27	3	30
FARMINC	Farm income in (N,=)	44,079.77	17,991.33	14,376.80	84,031.68
FARMSZE	Land area cultivated with yam (hectare)	0.4118	0.12	0.18	0.74
CRDTACES	Access to credit; 1 if the farmer had access, 0 otherwise	(0)	0.50	0	0
EXTNACES	Access to yam production information; 1 = yes, 0 otherwise	(1)	0.50	1	1
TRNPEST	Training on pest control; 1 if farmer had training, 0 otherwise	(0)	0.49	0	1

Source: Computed from survey data, 2015

## Results and Discussion

### Socio-economic Characteristics of Respondents

The results of the distribution of the socio-economic characteristics of yam farmers are presented in Table 3. Majority of the yam farmers are male (56.6%) while about 43% of them are female. The result revealed that men dominated yam production in the study area compared to the women folks. The finding is supported by that of Inoni (2010) who reported that yam is regarded as a 'man crop' in the study area. The age distribution of the yam farmers ranged between 27 and 71 years, with an average age of about 52 years. About 47% of the respondents are older than 53 years. Thus the yam producing population appears to be aging. Family labour is a major source of labour supply in smallholder crop farming in Nigeria, and the number of adults per household is a proxy for family labour supply. The number of adults per household ranged from 2 to 7 with an average of 3 persons.

The educational status of farmers was determined by their years of formal education. This ranged from those who had no formal education to those who had university education. Primary school certificate was the modal level of educational attainment by the yam producers. Although about 9% of the respondents had no formal education at all, about 81% of the farmers had some form of formal education. Educated farmers are known to be early innovators that adopt modern agricultural innovations in order to increase overall productivity, than their less educated counterparts. Also they are better able to copy those who adopt innovation first, thereby enhancing wider diffusion of new technologies (Weir, Knight, 2004).

The number of years spent in yam production by the farmers ranged between 3 and 30 years, with mean years of experience of 12.6 years. In fact, about 62% of the farmers have been into yam cultivation for more than 10 years, while 25% have been involved in yam production for upwards of 17 to 30 years.

A great variability was found in income from yam production in the study area. The mean farm income was 63,799.00 with a standard deviation of 18,056.97. In fact, about 60% of the farmers had their income ranged between N,= 57,970.00 and N,= 105,173.00. High cost of hired labour and agrochemicals are implicated for

the low level of farm income found among farmers in the study area. Comparable results were reported by Ike and Inoni (2006) in a study of yam production in South-eastern, Nigeria.

**Table 3.** Distribution of Socio-economic Characteristics of Yam Farmers (n = 159)

Parameter	Frequency	Mean / (Mode)
<b>Sex</b>		
Male	90(56.6)*	(Male)
Female	69(43.4)	
<b>Age</b>		
27–35	14(8.8)	
36–44	29(18.2)	
45–53	41(25.8)	51.7
54–62	51(32.1)	
63–71	24(15.1)	
<b>Marital status</b>		
Married	111(69.8)	(Married)
Unmarried	48(30.2)	
<b>Adult per household</b>		
2–3	115(72.3)	
4–5	39(24.6)	3 persons
6–7	5(3.1)	
<b>Years of formal educational</b>		
No formal education (0)	30(18.9)	
Attended primary school (3)	1(0.6)	
Primary school certificate(6)	57(35.8)	(Primary school)
Attended secondary school(8–10)	12(7.6)	
Secondary school certificate(12)	44(27.7)	
OND/NCE/HND(14–15)	14(8.8)	
University degree (16–17)	1(0.6)	
<b>Farming experience (years)</b>		
3–9	60(37.7)	
10–16	59(37.1)	12.6
17–23	27(17.0)	
24–30	13(8.2)	
<b>Farm income (N,= †)</b>		
34,368–46,168	40(25.2)	
46,169–57,969	23(14.5)	
57,970–69,770	32(20.1)	63,799.00
68,771–81,571	35(22.0)	
81,572–93,372	21(13.2)	
93,373–105,173	8(5.0)	
<b>Farm size (ha)</b>		
0.18–0.29	26(16.4)	
0.30–0.41	56(35.2)	
0.42–0.53	54(34.0)	0.41
0.54–0.65	18(11.3)	
0.66–0.77	5(3.1)	

\* Figures in parentheses are percentages; †N,= 165.00 =1 US Dollar at the end of harvest in December, 2014

Source: Computed from survey data, 2015.

The size distribution of farms indicated that yam production was characterised by small farm holdings with an average farm size of 0.41 hectares. About 48% of the producers had a range of farms with sizes of 0.42 to 0.77ha. Land fragmentation has been a major challenge to agricultural mechanisation in many parts of Nigeria due to land ownership patterns and tenure systems.

### Comparison of Socio-economic Characteristics of Adopters and Non-Adopters

The results of the t-test of mean difference of the socio-economic characteristics of adopters and non-adopters of pesticides for the control of yam beetles are shown in Table 4. The respondents were 159 small-

**Table 4.** Test of Mean Difference of Socio-economic Characteristics of Adopters and Non-adopters

Characteristic	Adopters	Non-adopters	Mean difference	t-statistic	p-value
Age	47.94	54.99	-7.04	-4.36	0.01***
Years of formal education	9.1	5.88	3.26	4.3	0.01***
Adults in a household	3.41	2.53	0.88	6.34	0.01***
Farming experience	11.48	13.36	-1.88	-1.80	0.07
Farm income	53,640.21	35,388.46	18,251.75	7.03	0.01***
Farm size	0.45	0.38	0.074	4.03	0.01***

\*\*\* Statistically significant at 1% level; \*\* significant at 5% level  
Source: Computed from survey data, 2015.

### Probit Results of Determinants of Pesticide Adoption

The results of the probit model of factors influencing adoption of pesticide for the control of yam tuber beetles are shown in Table 5. The model had a good fit with a highly significant LR ratio, 106.67 ( $p < 0.001$ ); a McFadden  $R^2$  of 0.48 with 84.9% of cases correctly predicted. Apart from sex of the farmer, all other explanatory variables had statistically significant

holder yam farmers comprising 79 adopters and 80 non-adopters. The results revealed that there is significant ( $p < 0.01$ ) mean difference between the age of adopters and non-adopters. Apart from farming experience, statistically significant differences were found between adopters and non-adopters in all other socio-economic characteristics of the yam farmers. Mean farm income, years of education and number of adults in a household were higher for adopters than non-adopters. The higher number of adults in adopter households implies that labour availability is likely to be higher among adopters. The significance of these variables indirectly implied their importance as determining factors in the adoption of pesticides for the control of yam tuber beetles in Oshimili area of Delta State, Nigeria. influence on the probability of adoption of pesticide technology for the control of yam tuber beetles. Adoption decision was found to be negatively and significantly associated with age. As farmers advance in age, risk aversion increases and they are less likely to experiment with new technologies, while younger farmers that are less risk averse are more likely to adopt new techniques of farming. The results further indicated that a 10% increase in age will cause a 0.2% decline in the probability of adoption of pesticide technology. This finding is supported by the report of Ghimire and Kifle (2014), Al-zyoud (2014) and Obayelu *et al.* (2016). Years of formal education is another variable found to have a positive and significant effect on pesticide technology adoption. The more educated farmers are the more open they are to adoption of innovative technologies, as they are more efficient to obtain and understand new techniques in a short period of time compared with their uneducated counterparts. Higher levels of education enhance farmers' awareness of the availability and benefits of new agricultural technologies. Thus, education not only facilitates adoption but also improves productivity among adopters of improved technology.

**Table 5.** Binary Probit Results of Determinants of Pesticide Adoption (n=159)

Variables	Coefficient	Std. Error	z	p-value	Marginal effects
const	-3.700	1.248	-2.965	0.003	
SEX	0.131	0.280	0.470	0.638	
FRMAGE	-0.040	0.018	-2.231	0.026**	-0.02
MRLSTA	0.287	0.369	0.776	0.438	
YRSEDU	0.077	0.031	2.438	0.015**	0.03
ADHHL	0.445	0.152	2.920	0.004***	0.18
FARMEXP	0.061	0.027	2.277	0.023**	0.03
FRMINCM	0.0002	0.00001	2.032	0.042**	0.000085
FARMSZE	0.913	1.375	0.664	0.507	
CREDACS	0.800	0.289	2.765	0.006***	0.32
EXSNACS	0.564	0.288	1.962	0.05**	0.23
TRNPEST	0.899	0.333	2.699	0.007***	0.36

McFadden R-squared = 0.48

Number of cases 'correctly predicted' = 135 (84.9%)

Log-likelihood = -56.87355

Likelihood Ratio test: Chi-square(df=11) = 106.67 [0.0000]

\*\*\* Statistically significant at 1% level; \*\* significant at 5% level

Source: Computed from survey data, 2015.

This finding is supported by the report of Korir *et al.* (2015) and Khan *et al.* (2015) where educational level was found to positively affect the adoption of pesticide in Kenya and Pakistan, respectively. Other studies with similar reports include those of Adejumo *et al.* (2014) on factors influencing choice of pesticides used by grain farmers in Southwest Nigeria; and Al-zyoud (2014) on adoption of IPM techniques by greenhouse vegetable growers in Jordan.

The number of adult/household, a proxy for household size is another variable that had positive and significant effects on adoption decision of yam producers. Farmers who have more adults in their households are more likely to adopt the use of pesticide for yam beetle control than those from households with fewer adults. Thus the likelihood of adoption increases with the number of adults per household. Yam production is an arduous task that requires a great deal of human efforts, thus the availability of adults in the household as a source of family labour for a farmer, is an incentive to adoption. The marginal effect shows that a 10% increase in number of adult/household will increase the probability of pesticide adoption by 1.8%. This result is in agreement with those of Damisa *et al.* (2007), Amsalu and de Graaff (2007) and Alarima *et al.* (2011).

Farm income, farming experience and access to credit are other variables that exerted positive and significant effects on pesticide adoption in yam production. Farmers with higher farm income can afford the cost of the innovation and bear the risks associated with pesticide adoption for the control of yam beetles. This finding is consistent with those of Anang and Amikuzuno, (2015) and Obayelu *et al.* (2016). However, the response of technology adoption to farm income is very low as a 1% increase in farm income will result only in 0.000085 likelihood of adoption. The results imply that more experienced farmers with improved farm income, and those that have better access to credit, have a higher likelihood to adopt pesticide technology for the control of yam beetles. The results are in consonance with the findings of Al-zyoud (2014) in Jordan on the adoption of pesticide technology. Baffoe-Asare *et al.* (2013) also found farming experience to have a positive and significant influence on the probability of pesticide use among cocoa farmers in the central region of Ghana.

The results furthered showed that access to extension agents, credit access and training on the use of pesticides exerted positive and significant effects, and are the most critical determinants of pesticides adoption as indicated by the marginal effects. This implies that the response of technology adoption to these variables is greater than other variables included in the model. As indicated in Table 5, a 10% increase in access to credit, extension contact and training on pesticide usage will increase the probability of pesticide adoption among yam farmers by 3.2%, 2.3% and 3.6% respectively. Farmers who have access to credit can buy seed yams, pesticides as well as other inputs needed for production, and this must have resulted in higher technology adoption than those with no access to credit. Agricultural

extension services are the major source of information to farmers apart from farmers groups. Thus, contact with extension agents will therefore increase a farmer's likelihood of adopting improved technologies. This finding is in consonance with those of Samiee *et al.* (2009) who reported positive and significant influence of extension education and communication channels on the adoption of pesticide technology in Iran, and Nkamleu and Adesina (2000) on adoption of chemical pesticides in Cameroon.

## Conclusion

The study analysed the effects of socio-economic factors on adoption of pesticide technology for the control of yam tuber beetles, using a binary probit model. A comparative analysis of socio-economic characteristics of adopters and non-adopters showed that there is statistically significant ( $p < 0.01$ ) difference between the age, farm income, years of formal education, farm size and number of adults per household of adopters and non-adopters. The results of the probit estimates indicated that adoption of pesticide technology is positively and significantly influenced by years of formal education, number of adults per household, farming experience, farm income, access to credit, access to extension contacts and training on pesticide usage and handling. The results further showed that extension contacts, access to credit, and training on the use of pesticides are the most critical variables that influence the adoption decision of yam farmers, as a unit increase in these variables will increase the likelihood of pesticide adoption by 0.23, 0.32 and 0.36 respectively. The implication of these findings is that increased access to institutional support services such as extension, credit, and training are important to technology adoption. Therefore, they should be an integral component of policies and strategies to promote the adoption of innovations among smallholder crop farmers in Delta State, Nigeria.

## Conflict of interests

We the authors do not find any conflict of interests with regards to the conception of the study and the preparation of this manuscript for publication.

## References

- Adejumo, O.A., Ojoko, E.A., Yusuf, S.A. 2014. Factors influencing choice of pesticides used by grain farmers in Southwest Nigeria. – *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(28), 31–38.
- Alarima, C.I., Kolawole, A., Sodiya, C.I., Oladele, O.I., Masunaga, T., Wakatsuki, T. 2011. Factors affecting the adoption of sawah technology system of rice production in Nigeria. – *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(3&4), 177–182.
- Al-Zyoud, F.A. 2014. Adoption range of integrated pest management (IPM) techniques by greenhouse vegetable growers in Jordan. – *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 10(3), 504–525.

- Amsalu, A., de Graaff, J. 2007. Determinants of adoption and continued use of stone terraces for soil and water conservation in an Ethiopian Highland Watershed. *Ecological Economics*, 61(2&3), 294–302.
- Anang, B.T., Amikuzuno, J. 2015. Factors Influencing pesticide use in smallholder rice production in Northern Ghana. – *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 4(2), 77–82.
- Arene, O.B. 1987. Advances integrated control economic diseases of cassava in Nigeria. In: *Integrated pest management for tropical root and tuber crops* (eds. S.K. Halin, F.E. Caveness. – Ibadan: Ibadan University Press, pp. 167–175.
- Asfaw, S., Shiferaw, B., Simtowe, F., Lipper, L. 2012. Impact of modern agricultural technologies on smallholder welfare: Evidence from Tanzania and Ethiopia. – *Food Policy*, 37, 283–295.
- Baffoe-Asare, R., Danquah, J.A., Annor-Frempong, F. 2013. Socioeconomic factors influencing adoption of codapep and cocoa high-tech technologies among small holder farmers in central region of Ghana. – *American Journal of Experimental Agriculture*. 3(2), 277–292.
- Damisa, M.A., Samndi, J.R., Yohanna, M. 2007. Women Participation in agricultural production: a probit analysis. – *Journal of Applied Sciences*, 7(3), 412–414.
- FAO, 2011. FAO Statistics Division. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Feder, G., Just, R.E., Zilberman, D. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. – *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255–298.
- Fernandez-Cornejo, J., Beach, E.D., Huang, W.Y. 1994. The adoption of IPM techniques by vegetable growers in Florida, Michigan and Texas. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 26(1), 158–172.
- Fernandez-Cornejo, J. 1998. Environmental and economic consequences of technology adoption: IPM in viticulture. *Agricultural Economics*, 18, 145–155.
- Ghimire, B., Kafle, N. 2014. Integrated pest management practice and its adoption determinants among apple farmers in Mustang District of Nepal. – *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 1(2), 83–89.
- Green, W.H. 1998. LIMDEP Version 7.0 Econometric Software. – New York: Econometric Software Inc.
- Greene, W.H. 2008. *Econometric Analysis*. 6th ed. New Jersey: Pearson-Prentice Hall.
- Gujarati, D.N., Porter, D.C. 2009. *Basic Econometrics*. 5th ed. – New York: McGraw-Hill/Irwin.
- International Institute of Tropical Agriculture. 1988. IITA Strategic Plan 1989–2000. – Ibadan: IITA, pp. 108.
- Ike, P.C., Inoni, O.E. 2006. Determinants of yam production and economic efficiency among smallholder farmers in Southeastern Nigeria. – *Journal of Central European Agriculture*, 7(2), 337–342.
- Inoni, O.E. 2010. Economic analysis of yam beetles (*Heteroligus meles* Bilb) infestation in the north agricultural zone of Delta State, Nigeria. – *Agricultura Tropica et Subtropica*, 43(4), 241–247.
- Khan, M., Mahmood, H.Z., Damalas, C.A. 2015. Pesticide use and risk perceptions among farmers in the cotton belt of Punjab, Pakistan. – *Crop Protection*. 67, 184–190.
- Korir, J.K., Affognon, H.D., Ritho, C.N., Kingori, W.S., Irungu, P., Mohamed, S.A., Ekesi, S. 2015. Grower adoption of an integrated pest management package for management of mango-infesting fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Embu, Kenya. – *International Journal of Tropical Insect Science*, 35(2), 80–89.
- Maddala, G.S. 1986. *Limited-Dependent and qualitative variables in Econometrics*. – Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Maddala, G.S. 1992. *Introduction to Econometrics*. 2nd ed. New York: Macmillan Publishing Company.
- McNamara, N., Acholo, M. 1995. Problems of yam storage in Kogi State. Nigeria findings from DDS Yam Storage Project. In: *Summary Document, Workshop on pests and pathogens of yam in storage*. – Ibadan: IITA, pp. 9.
- Mwangi, M., Kariuki, S. 2015. Factors determining adoption of new agricultural technology by smallholder farmers in developing countries. – *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(5), 208–216.
- Nkamleu, G.B., Adesina, A.A. 2000. Determinants of chemical input use in peri-urban lowland systems: bivariate probit analysis in Cameroon. – *Agricultural Systems*, 63, 111–121.
- Nweke, F., Ugwu, B., Asiedu, C., Ay, P. 1991. Production costs in yam based cropping systems in Nigeria SE, RCMP (Resource and crop management program). – *Research monograph Ibadan, Nigeria: IITA*. (6), pp. 29.
- Obayelu, A.E., Okuneye, P.A., Shittu, A.M., Afolami, C.A., Dipeolu, A.O. 2016. Determinants and the perceived effects of adoption of selected improved food crop technologies by smallholder farmers along the value chain in Nigeria. – *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 110(1), 155–172.
- O’Hair, S.K. 1990. *Tropical root and tuber crops*. In: *Advances in new crops* (eds. J. Janick, J.E. Simon), Portland, USA: Timber Press, pp. 424–428.
- Rogers, E.M. 2003. *Diffusion of innovations*, 5th ed. – New York: The Free Press.
- Samiee, A., Rezvanfar, A., Faham, E. 2009. Factors influencing the adoption of integrated pest management (IPM) by wheat growers in Varamin County, Iran. – *African Journal of Agricultural Research*, 4(5), 491–497.
- Tobih, F.O. 2011. Evaluation of some plant materials as organic mulch for the control of yam tuber beetles (*Heteroligus* spp) in Delta State, Nigeria. – *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(5), 818–825.



- Tobih, F.O. 2014. Methods of insecticide application to control yam tuber beetles (*Heteroligus* spp; *coleoptera: Dynastidae*) in yam monocrop system in Delta State, Nigeria. – Agriculture and Biology Journal of North America, 5(6, 259–264.
- Tobih, F.O., Emosairue, S.O., Omoloye, A.A. 2007. Evaluation of carbofuran, chlorpyrifos and endosulfan for the control of yam beetles, *Heteroligus* spp. (*Coleoptera: Dynastidae*), in Delta State, Nigeria. – Nigerian Journal of Entomology, 24, 76–81.
- Weir, S., Knight, J. 2004. Externality effects of education; dynamics of the adoption and diffusion of an innovation in rural Ethiopia. – Economic Development and Cultural Change, (53): 93–113.
- Wooldridge, J.M. 2009. Introductory Econometrics: A Modern Approach. 4<sup>th</sup> ed. – Michigan: South-Western Cengage Learning.

Agraarteadus  
2 \* XXVII \* 2016 92–107



Journal of Agricultural Science  
2 \* XXVII \* 2016 92–107

## SÖÖTMIS-, LÜPSI- JA SÖNNIKUSÜSTEEMID EESTI PIIMAKARJALAUTADES

### FEEDING, MILKING AND MANURE SYSTEMS IN ESTONIAN DAIRY BARNES

*Helis Luik, Ants-Hannes Viira*

*Eesti Maaülikool, majandus- ja sotsiaalinstituut, Fr. R. Kreutzwaldi 1a Tartu*

Saabunud: 01.12.16  
Received:  
Aktsepteeritud: 19.12.16  
Accepted:

Avaldatud veebis: 06.01.17  
Published online:

Vastutav autor: Helis Luik  
Corresponding author:  
e-mail: [helis.luik@emu.ee](mailto:helis.luik@emu.ee)

**Keywords:** technological change,  
dairy barns, dairy farms, Estonia

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2016\\_2\\_luik.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2016_2_luik.pdf)

**ABSTRACT.** In 2012, a farm survey was carried out by the Institute of Economics and Social Sciences of the Estonian University of Life Sciences that aimed to gather the information about the technologies that Estonian dairy farms use. Studying the technological solutions used in dairy farms is relevant, because dairy farms contribute significantly to the Estonian agricultural output, and utilise remarkable amount of resources. Modern technology is one of the key drivers of productivity growth in a sustainable way. Therefore, understanding the current technological level of the dairy farms, and seeking for the needs for technological improvement, contributes to developing the policies that address the sustainability of the dairy sector. The paper surveys the technologies used in specialised Estonian dairy farms in 2012, therefore contributing the first overview of the technologies used in Estonian dairy farms since the EU accession. The paper reviews the following technological indicators: the number and type of dairy barns in the farm; the number of places for dairy cows in the barn; the year of construction or reconstruction of the barns and technological systems; milking technology; milking frequency; feeding systems; manure systems. The survey revealed that the significant technological change in dairy farms started in 2001. Since then, most of the barns that are built are uninsulated, feeding and milking technologies are upgraded, and manure systems are changed to liquid systems. At the same time, there is still a remarkable technological gap between smaller and larger dairy farms.

© 2016 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2016 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

### Sissejuhatus

Piim moodustab Eesti põllumajanduse kogutoodangu väärtusest märkimisväärse osa, aastate 2011–2015 keskmisena 25%. Karjakasvatuse, segaloomakasvatuse ja segapõllumajanduse tootmistüüpidesse kuuluvad põllumajanduslikud majapidamised (38% neist on piimalehmadega majapidamised) moodustasid 2013. aasta andmetel põllumajanduslike majapidamiste koguarvust 35%, kasutasid 51% põllumajandusmaast, tootsid 61% standardtoodangust ning andsid tööd 59%-le põllumajanduses hõivatutest (Eesti Statistikaamet, 2016). Seega võib piimatootmisettevõtteid<sup>1</sup> pidada nii kogutoodangu kui tööhõive seisukohalt üheks olulisemaks põllumajanduslike majapidamiste rühmaks.

Eesti piimatootmisettevõtted on teinud käesoleva sajandi algusest alates suuri investeeringuid piimakarjalautadesse. Mastaapsetele investeeringutele on kaasa aidanud see, et alates SAPARD programmi rakendamisest 2001. aastal on Eesti põllumajanduspoliitika olnud üheks prioriteediks investeeringute toetamine, sh 1990ndatel aastatel tekkinud investeeringute puudujäägi kompenseerimine ja põllumajandus- tootmises kasutatavate tehnoloogiate kaasajastamine (Põllumajandusministerium, 2003). Investeeringute tulemusel on piimatootmisettevõtete tehnoloogiline tase ja loomade produktiivsus kõrgel tasemel. Sageli viidatakse Eesti piimanduse strateegia 2012–2020 taustauuringule, milles toodud hinnangu kohaselt

<sup>1</sup> Järgnevalt on piima tootmisega tegelevaid põllumajanduslikke majapidamisi nimetatud piimatootmisettevõteteks. Statistikaamet kasutab mõistet "põllumajanduslik majapidamine", ning majapidamiste liigitamisel piima tootmisega tegelevate majapidamiste puhul mõistet "loomadega majapidamised" ja "piimalehmadega majapidamised"; tootmistüüpide puhul kajastuvad piima tootmisele spetsialiseerunud majapidamised tootmistüübi "karjakasvatus (rohusööjad)" all. Põllumajandusliku raamatupidamise andmebaas FADN kasutab mõistet "põllumajanduslik ettevõte" ning piima tootmisele spetsialiseerunud ettevõtteid kuuluvad tootmistüüpi "piimatootmine".

peetakse 60% piimalehmadest kaasajastatud lautades (Eesti piimanduse strateegia taustauuring), kuid üksikasjalik info lüpsikarja pidamistingimuste, ning kasutusel olevate söötis-, lüpsi- ja sõnnikutehnoloogiate kohta puudub.

Investeeringud, mida üldjuhul tehakse kaasaegsetesse tehnoloogiatesse, avaldavad positiivset mõju tootlikkusele nii ettevõtte kui sektori tasandil, kindlustades mõlema jätkusuutlikkust eelkõige pikemas perspektiivis. Kaasaegne tehnoloogia on vähem tööjõumahukas, lahendades sellega ühelt poolt tööjõupuudusest tulenevaid probleeme maapiirkondades, teisalt aga motiveerides ka nooremad põlvkonda seni suhteliselt tööjõumahuka põllumajandustootmisega tegelema. Kuna tehnoloogilise arengu üks eesmärk on tootlikkuse suurendamine, siis on kaasaegsemad tehnoloogiad tihti ressursisäästlikumad, mistõttu on ka nende kasutamisel põllumajandusest tulenev keskkonnamõju madalam. See on omakorda oluline loodusvarade jätkusuutliku kasutamise, elurikkuse hoidmise ja inimeste tervise ning elukvaliteedi aspektist. Eelnevalt tulenevalt mõjutavad piimatootmisettevõtetes ja piimakarjalautades kasutatavad tehnoloogiad sektori jätkusuutlikkust nii majanduslikust, sotsiaalsest kui keskkonna aspektist. Sektori jätkusuutlikkuse hindamiseks ja jätkusuutlikkust mõjutavate poliitike suunamiseks on seega oluline omada ülevaadet kasutatavatest tehnoloogiatest.

Mitmed uurimistööd on keskendunud investeeringute, tootmistehnoloogiate, tootlikkuse, keskkonnamõju ja loomade heaolu hindamisele ning nende omavahelise seose selgitamisele. Näiteks Sauer ja Latacz-Lohmann (2015) hindasid innovatsiooni, tootlikkuse ja efektiivsuse seoseid Saksamaa piimatootmisettevõtete näitel ning leidsid, et uuenduslikud investeeringud suurendasid ettevõtete kogutootlikkust, lisaks töid nad välja, et kompetentne inimressurss on innovatsioonis ja selle rakendamises kriitilise tähtsusega. Kimura ja Sauer (2015) leidsid, et tootmistegurite kogutootlikkus on paranenud suuremates, rohkem investeeringuid teinud Eesti piimatootmisettevõtetes. Kimura ja Thi (2013) ning Luik jt (2014) leidsid, et suuremad Eesti piimatootmisettevõtted on efektiivsemad.

Investeeringud uuenduslikesse lahendustesse suurendavad läbi tööaja ja tööjõukulude vähenemise tööjõu ja tootmistegurite kogutootlikkust. Tööjõu tootlikkuse suurendamine ja tööjõuga seonduvate probleemide lahendamine on eriti oluline ajal, mil oskustööstest on puudus nii põllumajandussektoris kui ka maapiirkondades laiemalt. Shortall jt (2016) hindasid automaat- ja tavalüpsisüsteemide kasutamise mõju ettevõtte kasumlikkusele ning järeldasid, et automaatlüpsisüsteemiga ettevõtete kasumlikkus on madalam ning hoolduskulud kõrgemad, kuid samas lisasid, et uuenduslik tehnoloogia loob võimalusi täiendava vaba aja tekkimiseks, mis on eriti oluline pereettevõtetes. Seega on piimatootmisettevõtetes tööaja vähendamiseks üks võimalus automaatlüpsisüsteemide kasutuselevõtmine. Dijkstra jt (2012) leidsid, et söötisgrupi ja lüpsiplatsi suurus mõjutavad piimalehmade lüpsieelset ooteaega ja hea-

olu. Kiiman jt (2013) leidsid, et suurema lüpsisagedusega, sh automaatlüpsisüsteeme kasutavates, piimakarjalautades oli piimatoodang lehma kohta suurem. Kaasik ja Maasikmets (2014) leidsid, et keskmine ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioon loomühiku kohta aastas sõltub vedelsõnnikuhoidla tüübist ja omadustest. Seega võib arvata, et Eesti piimatootmisettevõtetesse tehtud investeeringud on kaasa toonud paremad pidamistingimused lüpsikarjale, mis on omakorda positiivset mõju avaldanud karja tervisele, piimakusele ja piima kvaliteedile, ning seeläbi aidanud kaasa piimatootmisettevõtete kogutootlikkuse suurenemisele.

Eesti piimatootmissektor ei koosne ainult suurtest, vaid ka arvukatest väiksematest piimatootmisettevõtetest. Võib eeldada, et nii senine investeeringute ja tootlikkuse tase kui ka tulevikuväljakutsed on suurtel ja väikestel piimatootmisettevõtetel erinevad. Suuremates ettevõtetes, kus on olnud enam võimekust võõrkapitali abil teha suuremahulisi investeeringuid, on tänaseks päevaks kõrgem kapitaliseerituse ja tootlikkuse tase, mis annab alust arvata, et need on jätkusuutlikumad. Samuti võib eelnevate investeeringute põhjal järeldada, et suurematel piimatootmisettevõtetel on ka tulevikus valmidus kasutusele võtta tootlikkust suurendavaid, töökeskkonda parandavaid, uuenduslikke ja keskkonnasäästlikke tehnoloogiaid. Uuenduslikkust piimatootmises iseloomustab ilmekalt lüpsitehnoloogia valik ning keskkonnahoidlikkust läga- ja tahesõnniku hoiustamis- ja laotustehnoloogia. Väiksemad piimatootmisettevõtted, kus ei ole olnud võimekust investeeringuteks ja seega ka tehnoloogiliste lahenduste uuendamiseks, suurema tõenäosusega lõpetavad piimatootmise. Väiksemate piimatootmisettevõtete madal investeeringute tase ei parane ilmselt ilma täiendavate poliitikameetmete abita, seda enam, et tehnoloogiline lõhe, mida investeeringutega täita tuleb, on väiksemate piimatootmisettevõtete puhul endiselt märkimisväärne.

Eelnevalt tulenevalt on artikli eesmärgid: (i) anda 2013. aastal läbi viidud uuringu andmete alusel ülevaade piimatootmisettevõtetes kasutatavatest tehnoloogiatest; (ii) võrrelda tehnoloogilisi lahendusi, mida kasutavad suured ja väiksemad piimatootmisettevõtted; (iii) selgitada välja piimatootmise tehnoloogilistes lahendustes toimunud muutused aastatel 1990–2012.

## Andmed ja meetodika

Kasutatavatest tehnoloogiatest ülevaate saamiseks viidi läbi ankeetküsitlus piima tootmisele spetsialiseerunud ettevõtete seas. Valimi koostamiseks kasutati Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) andmeid 2012. aastal otsetoetusi ja Maaelu Arengukava keskkonnatoetusi saanud ning 2012. aasta 1. juuli seisuga põllumajandusloomi pidanud põllumajanduslike majapidamiste kohta. Nende andmete alusel leiti igale andmestikule olnud põllumajanduslikule majapidamisele standardtoodang ning standardtoodangu alusel määrati tootmistüüp vastavalt Komisjoni Määruses (EÜ) nr 1242/2008 toodud eeskirjadele. Ankeetküsitluse jaoks valimi koostamisel oli üheks eesmärgiks katta võimalikult suur osa suurematest

piimatootmisettevõtetest. Kuna Eestis on piimatootmisettevõtete struktuur dualistlik, on proportsionaalse valimi koostamisel tihti probleemiks, et suuremaid ettevõtteid satub valimisse liiga vähe, et nende andmeid hiljem statistiliselt analüüsida saaks. Valimi suuruseks kujunes 801 piimatootmisettevõtet, mille karjades oli kokku 90 197 piimalehma seisuga 01.07.2012. PRIA põllumajandusloomade registris oli 01.07.2012 seisuga 96 510 piimalehma, seega hõlmas valim piimatootmisettevõtteid, kus peeti kokku 94% Eesti piimalehmadest.

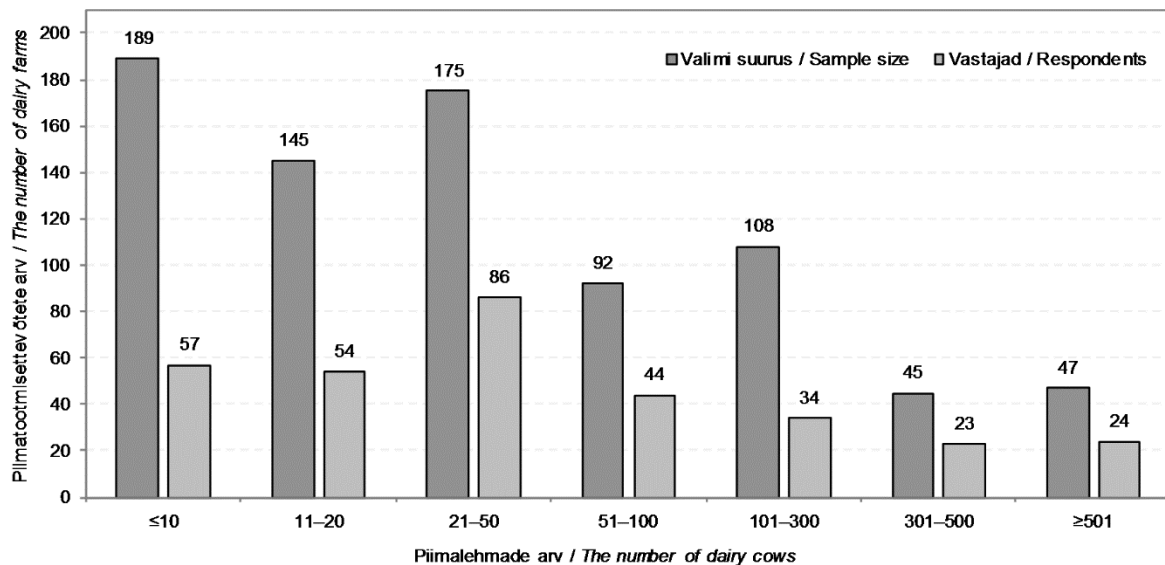
Koostöös valdkonna asjatundjatega koostati küsitlus-ankeet, mis hõlmas kogu piimatootmisettevõtetes kasutatavat tehnoloogiat. Kuna osa piimatootmisettevõtetest tegeleb lisaks piimatootmisele ka teravilja ja õlikultuuride kasvatamisega, siis koostati kaks erinevat ankeeti: ankeet, mis koosnes piimatootmistehnoloogiate ja ettevõtte juhtimisega seotud küsimustest (kokku 112 küsimust) ning ankeet, mis koosnes piimatootmistehnoloogiate, taimekasvatustehnoloogiate ning ettevõtte juhtimisega seotud küsimustest (kokku 138 küsimust).

Piimatootmistehnoloogiate küsitluse blokk koosnes kaheksast alaosa: lüpsikarja pidamine; söötade tootmine ja söötmine; sõnnikukäitlus; karja tervis; karja seemendamine; kasutatavate tehnoloogiliste valikute põhjendused; tulevikusuundumused tehnoloogiliste valikute osas; piima turustamine. Iga alaosa hõlmas

endas mitmeid spetsiifilisi aspekte. Lüpsikarja pidamise küsimuste alaosa küsiti andmeid järgmiste aspektide kohta: lautade arv; loomakohtade arv laudas; hoone ehitusaasta; hoone ja tehnoloogiliste süsteemide rekonstrueerimine ning olukord; hoone tüüp; lüpsikarja pidamine; lüpsitehnoloogia; lüpsisagedus; söötmistehnoloogia ja söötmine.

Ankeet saadeti piimatootmisettevõtetele paber-kandjal ja/või elektrooniliselt. Elektrooniline ankeet koostati keskkonnas *SurveyMonkey*. Kõik posti teel laekunud vastatud ankeedid sisestati andmetöötlemise eesmärgil, andmed töödeldi programliga *MS Excel*. Ankeedile vastas 41% valimisse kuulunud ettevõtetest ehk 326 piimatootmisettevõtet. Ülevaade valimisse kuulunud piimatootmisettevõtete ning küsitlusele vastanud ettevõtete jaotusest piimalehmade alusel on toodud joonisel 1.

Tulemuste analüüsimiseks on vastused jagatud loomakohtade arvu ja hoone ehitusaasta järgi gruppidesse. Loomakohtade arvu alusel on piimakarjalaudad jagatud seitsmese rühma: kuni 10 loomakohta; 11–20; 21–50; 51–100; 101–300; 301–500 ning üle 500 loomakohaga laudad. Hoone ehitusaasta järgi on laudad jagatud kolme rühma: hooned, mille ehitusaasta on varasem kui 1990; hooned, mis on ehitatud aastatel 1990–2001; hooned, mis on ehitatud aastatel 2002–2012. Gruppidevaheliste erinevuste statistilist olulisust hinnati ühefaktorilise dispersioonanalüüsi ja hii-ruut testiga.



**Joonis 1.** Valimisse kuulunud ja küsitluses osalenud piimatootmisettevõtete arv piimalehmade arvu alusel  
**Figure 1.** The number of dairy farms in the sample and the number of respondents according to the number of dairy cows

### Ankeetküsitluse tulemused ja arutelu

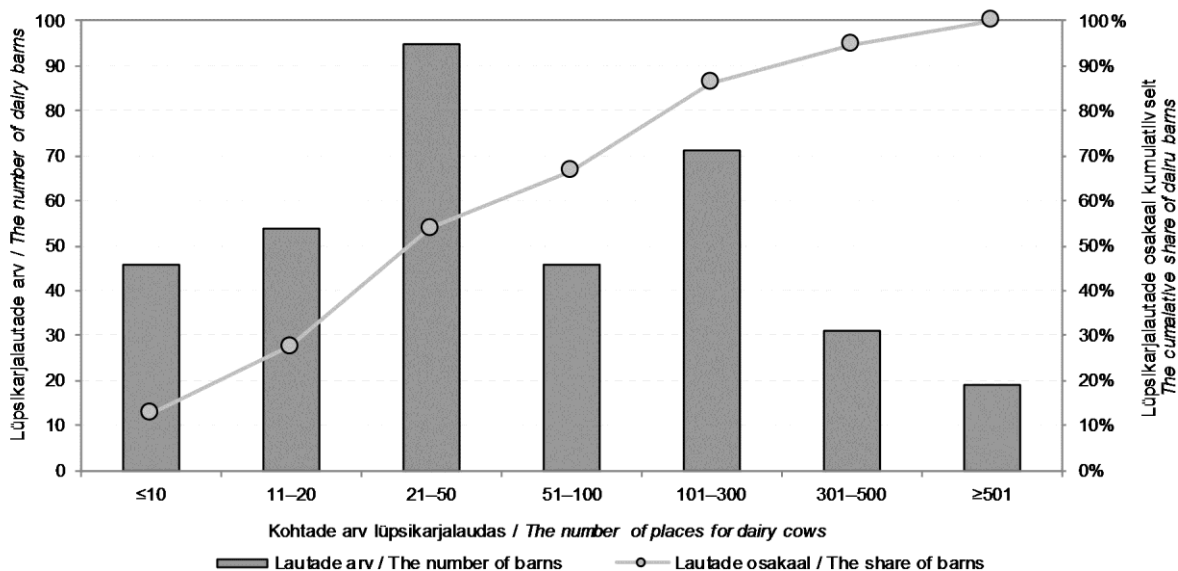
**Lüpsikarjalautade ja loomakohtade arv piimatootmisettevõtetes.** Küsitluse tulemuste alusel on 326-st piimatootmisettevõttest ühe lüpsikarjalaudaga ettevõtteid 293 (90%), kahe lüpsikarjalaudaga 26 (8%) ning kolme lüpsikarjalaudaga seitse (2%) ettevõtet. Vastustest selgus, et 326-l vastajal on kokku 366 lauda. Lisaks lüpsikarjalautade arvule paluti märkida loomakohtade arv laudas. 351 lüpsikarjalauda puhul märgiti

täpne loomakohtade arv (lisaks tuvastati 11 lauda loomakohtade arvu läbi teiste ankeedis antud vastuste). Tuginedes teadaoleva 351 lüpsikarjalauda ja 48 647 loomakoha arvule (eeldades, et lüpsikarjalautade täituvus on 100%) saab öelda, et ankeetküsitluse vastused hõlmavad andmeid 50% Eesti piimalehmade pidamistingimuste ja lüpsikarjalautades kasutatavate tehnoloogiate kohta 2012. aastal.

Hinnates seost piimatootmisettevõtte lüpsikarjalautade arvu ja suuruse vahel (keskmine loomakohtade arv

laudas), selgub et piimatootmisettevõttes, kus on enam kui üks lüpsikarjalaut, on keskmiselt suuremad ( $p < 0,001$ ). Ühe lüpsikarjalaudaga ettevõttes on keskmiselt 95 loomakohta, kahe lüpsikarjalaudaga ettevõttes on keskmiselt 260 loomakohta, kolme lüpsikarjalaudaga ettevõttes on keskmiselt 324 loomakohta.

Analüüsid lüpsikarjalautade jaotumist lauda suuruse alusel, ilmneb et enam kui pooltes lautades (195 lauda) on vähem kui 50 loomakohta (joonis 2). Kuni 100 loomakohaga lautade osakaal on 67% ning üle 100 loomakohaga lautade osakaal 33%. Seega on Eestis suur hulk väiksemaid lüpsikarjalautu ning suhteliselt väike hulk suuri lüpsikarjalautu.



**Joonis 2.** Lüpsikarjalautade arv ja osakaal vastavalt loomakohtade arvule laudas

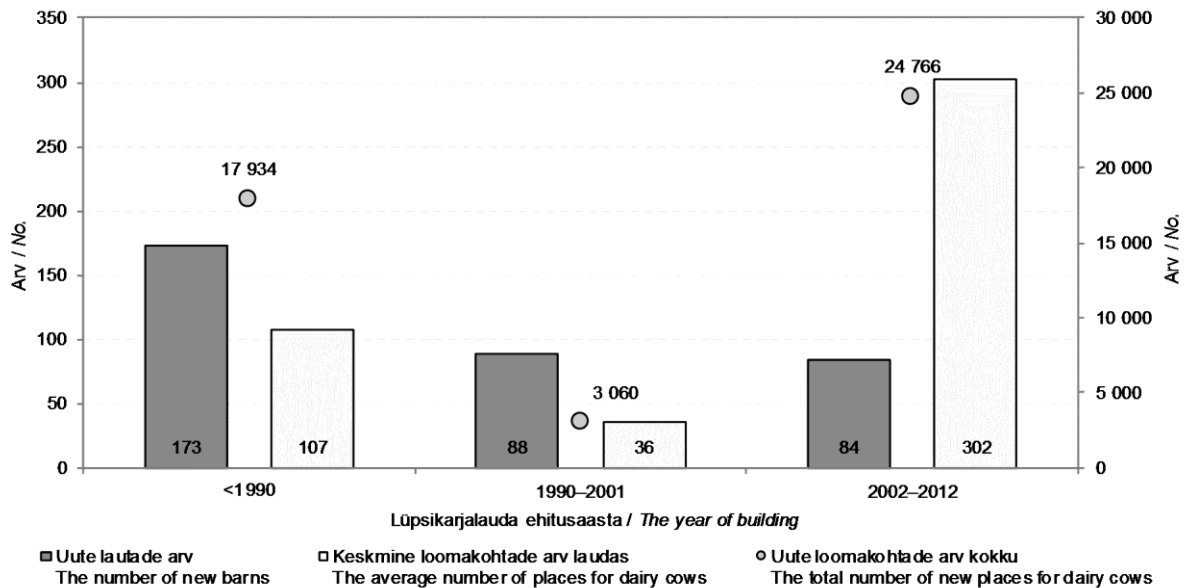
**Figure 2.** The number and share of dairy barns according to the number of places for dairy cows in the barn

**Ettevõtluvorm.** Eestis on väiksemate põllumajanduslike majapidamiste (pereettevõtete) seas levinud ettevõtluvormiks füüsilisest isikust ettevõtja (FIE). Ka käesoleva uuringu tulemustest selgus, et väiksemate piimatootmisettevõtete (kuni 100 loomakohta) ettevõtluvormiks on valdavalt FIE/talu (179 vastajat ehk 87%). Oluliselt väiksemal määral on esindatud ühe omaniku ainuomanduses olevad äriühingud (20 vastajat ehk 10%), erinevate osanikega äriühinguid ja suuremasse ettevõtete gruppi kuuluvaid ettevõtteid on vähem kui 50 loomakohaga piimatootmisettevõtete hulgas vaid seitse ehk 3%. 101–300 loomakohaga piimatootmisettevõttes on valdavalt ühe (33%) või mitme (38%) osanikuga äriühingud, neli ettevõtet (7%) kuulub suuremasse ettevõtete gruppi ning FIE/talu tüüpi ettevõtteid on 13 (22%). 301–500 ja üle 501 loomakohaga piimatootmisettevõttes on valdavalt ühe (26%) või mitme (55%) osanikuga äriühingud, seitse ettevõtet (19%) kuulub suurematesse ettevõtete gruppi, mitte ükski suurem piimatootmisettevõtte ei ole FIE/talu tüüpi ettevõtte.

Aastad 1990–2001 oli aeg, mil asutati ja taastati arvukalt talusid ja põllumajandusettevõtteid. Andmete analüüsist ilmneb, et sel perioodil ehitasid piimakarjalautu peamiselt talud, seega on enne 1990. aastat ja aastatel 1990–2001 valminud lüpsikarjalaudad enamasti FIE/talu tüüpi piimatootmisettevõtete omanduses (73%). Aastatel 2002–2012 ehitatud piimakarjalautade jaotus omanikuks oleva ettevõtte vormi järgi on suhteliselt ühtlane, st ehitatud on nii FIE/d talud (31%),

ühe omaniku omanduses olevad äriühingud (25%), aga ka erinevate osanikega äriühingud (31%), kõige vähem on nende hulgas suuremasse ettevõtete gruppi kuuluvaid äriühinguid (13%). Pärast 2002. aastat valminud lüpsikarjalautadest kuulub enamik äriühinguna tegutsevatele piimatootmisettevõtetele (69%). Eelnevast võib järeldada, et FIE/talu kui ettevõtluvorm on pigem hääbuv ja see on aja jooksul asendunud piiratud vastutusega äriühingutega.

**Lüpsikarjalauda ehitusaasta.** Analüüsitud lüpsikarjalautadest on enne 1990. aastat ehitatud 173 lauda (50%), aastatel 1990–2001 ehitatud lautasid on 88 (26%) ning aastatel 2002–2012 ehitatud lautasid on 84 (24%) (joonis 3). 1990. aastaid iseloomustab peretalude loomine ja taastamine, mis selgitab suhteliselt väiksemate lüpsikarjalautade ehitamist perioodil 1990–2001. Eesti ühinemine EL-ga tõi nii ühinemiseleel kui järgsel perioodil kaasa võimaluse taotleda investeeringutoetusi, mis on loonud soodsad tingimused ettevõtete laienemiseks ja suuremate lüpsikarjalautade ehitamiseks. Aastaid 1990–2001 iseloomustab Eestis tervikuna investeeringute puudujääk, ehitatud lüpsikarjalautade arv on küll võrreldav perioodiga 2002–2012, kuid uute loomakohtade arv on kasin. Alates 2002. aastast on küsitlusele vastanud piimatootmisettevõttes ehitatud 84 lauda 24 766 loomakohaga. Investeeringute intensiivistumisel on oluline roll investeeringutoetustel, mida on teadlikult suunatud, et vähendada 1990ndate aastate vähesest investeerimisest tekkivaid negatiivseid mõjusid.

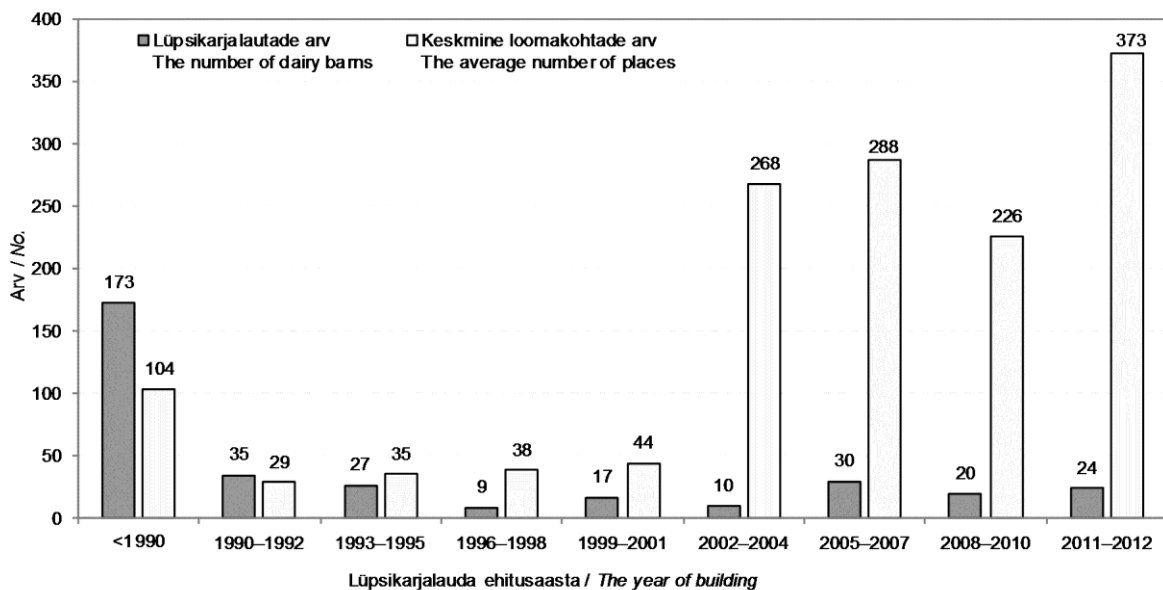


**Joonis 3.** Ehitatud lüpsikarjalautade arv, keskmine loomakohtade arv laudas ja loomakohtade arv kokku vastavalt hoone ehitusaastale (n = 345)

**Figure 3.** The number of dairy barns, the average and total number of places for dairy cows in the barn according to the year of barn construction (n = 345)

Joonisel 4 toodud lüpsikarjalautade arv ja keskmine loomakohtade arv enne 1990. aastat ja pärast seda ehitatud lautades näitab, et suuremate lautade ehitamine hoogustus 2002. aastal, kui avanes võimalus EL-ga liitumise eelsest SAPARD programmist investeeringutoetusi taotleda. Kogutud andmete põhjal võiks välja tuua kaks kolmeaastast perioodi, mil ehitati kõige rohkem lautasid: 1990–1992, mil ehitati 35 lauta (keskmiselt 29 loomakohta laudas) ning 2005–2007, mil ehitati 30 lauta (keskmiselt 288 loomakohta laudas). Eesti taasiseseisvumise järel alustasid tegevust paljud väiketalud, mis peegeldub aastatel 1990–1992

ehitatud lautade rohkuses. Periood 2005–2007, mis järgnes vahetult Eesti ühinemisele EL-ga, andis piimatootmisettevõtetele paremad turutingimused kõrgema piima kokkuostuhinna näol, suuremad ja aasta-aastalt suurenevad otsetoetused ning senisest suuremas mahus investeeringutoetusi. See koos pangalaenude kättesaadavuse paranemisega põllumajanduslike majapidamiste jaoks andis kindluse suuremahuliste investeeringute tegemiseks. Samuti on aastatel 2011–2012 ehitatud lautade koguarv ootuspäraselt suur, sest piima kokkuostuhind neil aastatel tõusis ning piimatootmisettevõtetele oli taas võimalus investeerida.



**Joonis 4.** Ehitatud lüpsikarjalautade arv ja keskmine loomakohtade arv laudas vastavalt hoone ehitusaastale (n = 345)

**Figure 4.** The number of dairy barns and the average number of places for dairy cows in the barn according to the year of barn construction (n = 345)

**Hoone ja tehnoloogiliste süsteemide rekonstrueerimine ning hinnang nende olukorrale.** Kuna Eestis on lüpsikarjalautu ja erinevaid tehnoloogilisi süsteeme hoogsalt rekonstrueeritud, siis paluti vastajatel märkida, kas ja millal on seda tehtud. Tehnoloogiliste süsteemide puhul paluti märkida, kas lauda söötmissüsteemi, lüpsi- või sõnnikueemaldussüsteemi on rekonstrueeritud. Tulemustest selgub, et 366-st laudahoonest on rekonstrueeritud 131 (36%), rekonstrueerimata on 99 hoonet (27%) ning info jäeti märkimata 136 hoone (37%) kohta. Vastuse märkimata jätmist võib enamasti seostada uute hoonete ja süsteemidega, kuna andmete analüüsil selgus, et uemate hoonete omanikud on jätnud vastuse märkimata.

Tehnoloogilistest süsteemidest on kõige enam rekonstrueeritud lüpsisüsteeme (180-s laudas), seejärel sõnnikueemaldussüsteeme (141-s laudas) ning kõige vähem on rekonstrueeritud söötmissüsteeme (89-s laudas) (tabel 1). Lüpsi- ja sõnnikueemaldussüsteemide rekonstrueerimise ehk nendesse tehtud investeeringute

suuremat osatähtsust selgitab osaliselt asjaolu, et EL-ga liitumise järgselt pidid piimatootmisettevõtted piima jahutamise seotud süsteemid ja sõnnikumajanduse viima EL nõuetega vastavusse. Seega olid need investeeringud üheks eeltingimuseks, et piima tootmisega tegelevad ettevõtted saaks kesk-pikas perspektiivis oma tegevust jätkata.

Järgnevalt tuuakse ülevaade hoonete ja tehnoloogiliste süsteemide rekonstrueerimisest sõltuvalt hoone ehitusaastast, kuna rekonstrueerimisvajadus sõltub enamasti hoone ehitusaastast. Selgub et umbes 50% hoonetest, mis on ehitatud enne 1990. aastat on rekonstrueeritud, samas rekonstrueerimata lautasid on umbes 30% ning info rekonstrueerimise kohta puudub 20%-l lautadest. Aastatel 1990–2001 ehitatud lüpsikarjalautadest on rekonstrueeritud 27% (24 lauta), rekonstrueerimata on 29 lauta (33%) ning info puudub 35 lauda (40%) kohta. Alates 2002. aastast ehitatud lautadest on rekonstrueeritud 14% (12 lauta), rekonstrueerimata on 13% (11 lauta) ning info puudub 73% kohta (61 lauta).

**Tabel 1.** Lüpsikarjalauda hoone ja tehnoloogiliste süsteemide rekonstrueerimine vastavalt hoone ehitusaastale ning hinnang nende olukorrale

**Table 1.** The number of reconstructed and unreconstructed dairy barns and technological systems according to the year of barn construction and the estimation of situation of barns and technological systems

Süsteem System	Hoone ehitusaasta The year of building	Rekonstrueeritud Reconstructed		Rekonstrueerimata Unreconstructed		Info puudub No information		Hinnang (skaala 1–5)* The situation (scale 1–5)*
		Arv/No.	%	Arv/No.	%	Arv/No.	%	
Hoone Building	<1990	85	49	55	32	33	19	2,95
	1990–2001	24	27	29	33	35	40	3,53
	2002–2012	12	14	11	13	61	73	4,17
	Kokku / Total	131	36	99	27	136	37	3,38
Söötmissüsteem Feeding system	<1990	58	34	73	42	42	24	2,99
	1990–2001	15	17	29	33	44	50	3,05
	2002–2012	12	14	11	13	61	73	4,04
	Kokku / Total	89	24	119	33	158	43	3,27
Lüpsisüsteem Milking system	<1990	117	68	28	16	28	16	3,41
	1990–2001	39	44	21	24	28	32	3,67
	2002–2012	18	21	11	13	55	65	4,23
	Kokku / Total	180	49	64	17	122	33	3,65
Sõnnikueemaldus-süsteem Manure removal system	<1990	83	48	56	32	34	20	2,96
	1990–2001	33	38	26	30	29	33	3,21
	2002–2012	20	24	11	13	53	63	4,00
	Kokku / Total	141	39	98	27	127	35	3,28

\*1 – väga halb (very poor) ... 5 – väga hea (very good)

Mida varasem on hoone ehitusaasta, seda sagedamini on rekonstrueeritud lüpsisüsteeme ( $p < 0,001$ ). Kui 173-st lüpsikarjalaudast, mis on ehitatud enne 1990. aastat, on rekonstrueeritud 85 hoonet, siis lüpsisüsteeme on rekonstrueeritud 117-s laudas. Enne 1990. aastat valminud lautadest on lüpsisüsteemid rekonstrueerimata 28-s laudas. Aastatel 1990–2001 ehitatud lautades on lüpsisüsteemid uuendatud 39-s laudas, rekonstrueerimata 21-s laudas ja info puudub 28 lauda kohta. Aastatel 2002–2012 ehitatud lautades on lüpsisüsteemid uuendatud 18-s laudas, rekonstrueerimata on 11-s laudas ja info puudub 55 lauda kohta.

Sõnnikueemaldussüsteemid on enne 1990. aastat ehitatud hoonetes rekonstrueeritud umbes 50%-l juhtudest, aastatel 1990–2001 valminud hoonetes on need rekonstrueeritud umbes 40%-l ning uemates lautades, mis on ehitatud aastatel 2002–2012 on need rekonstrueeritud umbes 25%-l juhtudest.

Tehnoloogilistest süsteemidest on kõige vähem rekonstrueeritud söötmissüsteeme. Ühelt poolt võib selle põhjuseks olla asjaolu, et söötmissüsteemid kui sellised puuduvad, kuna väiksemates ja vanemates lautades toimub söötmine käsitsi. Enne 1990. aastat valminud lautades on rekonstrueeritud 34% söötmissüsteemidest. Uemate, aastatel 2002–2012 ehitatud lautade (84 lauta) puhul on söötmissüsteeme rekonstrueeritud 12-s laudas (14%), mis on märkimisväärselt kõrge näitaja võrreldes aastatel 1990–2001 ehitatud lautadega (88 lauta), mille puhul on söötmissüsteeme rekonstrueeritud 15-s laudas (17%). Eelnevat võib põhjendada asjaoluga, et uemates ja suuremates lautades on intensiivsema tootmise tõttu põhivara (söötmissüsteemide) kulumine kiirem ning see on tinginud vajaduse neid süsteeme kiiremini välja vahetada.

Hinnates hoone ja tehnoloogiliste süsteemide rekonstrueerimist komplekselt, selgub et kõik tehnoloogilised süsteemid on rekonstrueeritud 65-s lüpsikarjalaudas, mis moodustab 18% lautade koguarvust (sh neist 45 lauta on ehitatud enne 1990. aastat, 11 lauta on ehitatud aastatel 1990–2001, 6 lauta on ehitatud aastatel 2002–2012 ning kolme täielikult rekonstrueeritud lauda ehitusaasta kohta info puudub). Hoone ja tehnoloogilised süsteemid on täielikult rekonstrueerimata 51-s lüpsikarjalaudas (14%), sh 18 lauta on ehitatud enne 1990. aastat, 20 lauta on ehitatud aastatel 1990–2001 ning 10 lauta on ehitatud aastatel 2002–2012 (kolme täielikult rekonstrueerimata lauda kohta ehitusaasta info puudub). Oluline on siinkohal märkida, et 38 rekonstrueerimata lauta (10%), mis on ehitatud enne 1990. aastat ja aastatel 1990–2001, on vastajate hinnangul halvas või pigem halvas seisukorras (keskmine hinnang hoone olukorrale, lüpsi-, sõnnikueemaldus- ja söötmissüsteemidele on väga madal).

Vastajatel paluti anda hinnang lüpsikarjalauda hoone ja selle tehnoloogiliste süsteemide olukorrale. Kuna nii hoone kui tehnoloogiliste süsteemide rekonstrueerimine on sõltumatu ehk ühe rekonstrueerimine ei tähenda automaatselt teiste süsteemide rekonstrueerimist, siis paluti vastajatel eraldi hinnata hoone, lüpsisüsteemide, söötmissüsteemide, sõnnikueemaldussüsteemide ja sõnnikuhoidlate olukorda. Hinnang hoonele ja tehnoloogilistele süsteemidele anti järgmisel skaalal: 1 – väga halb; 2 – pigem halb; 3 – nii ja naa; 4 – pigem hea; 5 – väga hea. Hoone ehitusaasta ja hoone ning selle süsteemide olukord on omavahel seotud, mida vanem on hoone, seda halvem on olukorda ja vastupidi. Kõige paremaks on hinnatud hoone ja tehnoloogiliste süsteemide olukorda need, kelle lüpsikarjalaudad on

valminud aastatel 2002–2012, mis viitab sellele, et kõik süsteemid neis lautades on pigem heas või väga heas korras. Piimatootmissettevõtted, mille lüpsikarjalaudad on ehitatud aastatel 1990–2001 on hinnatud hoonete ja tehnoloogiliste süsteemide olukorda sagedamini nii ja naa või pigem heaks. Lüpsikarjalautades, mis on valminud enne 1990. aastat, on hoone ja tehnoloogiliste süsteemide olukord pigem halb või nii ja naa (viimane on küll neutraalne vastusevariant, kuid suhteliselt madal hinnang viitab siiski tehnoloogiliste süsteemide kehemale olukorrale vanemates lautades). Olenemata hoone ehitusaastast peetakse kõige paremaks lüpsisüsteemide olukorda, mis on ootuspärane, kuna tehnoloogilistest süsteemidest on enim rekonstrueeritud just lüpsisüsteeme, kui üht kõige kriitilisemat toodangu kvaliteeti mõjutavat süsteemi.

**Lüpsikarjalauda tüüp ja lüpsikarja pidamisviis.** Eestis on kõige enam soojustatud lautasid (175 ehk 48%), seejärel soojustamata lautasid (86 ehk 23%) ning kõige vähem on osaliselt soojustatud lautasid (72 ehk 20%) (tabel 2). Lüpsikarjalauda tüübi ja lauda ehitusaasta vahel on seos. Seda kinnitab asjaolu, et enne 1990. aastat ehitatud laudad on valdavalt soojustatud või osaliselt soojustatud (80%) ning soojustamata lautade osakaal on suhteliselt väike (20%). Aastatel 1990–2001 ehitatud laudad on enamasti soojustatud või osaliselt soojustatud (75%), soojustamata lautade osakaal on 25%. Uuemate lautade seas, ehitatud aastatel 2002–2012, on varasemaga võrreldes rohkem soojustamata lautasid (42%) ning soojustatud või osaliselt soojustatud lautasid vähem (58%). Soojustamata lautade osakaalu suurenemine on seotud uute tehnoloogiliste lahenduste kasutamisega (uued lüpsitehnoloogiad, uued suunad pidamises jne).

**Tabel 2.** Lüpsikarjalautade arv, loomakohtade arv kokku ja loomakohti keskmiselt sõltuvalt lauda tüübist

**Table 2.** The number of barns, the total and average number of places for dairy cows in the barn according to the type of the barn

Näitaja Trait	Soojustamata laud Non insulated barn		Osaliselt soojustatud laud Partly insulated barn		Soojustatud laud Insulated barn		Info lauda tüübi kohta puudub No information		Kokku Total
	arv / No.	%	arv / No.	%	arv / No.	%	arv / No.	%	
Lüpsikarjalautade arv ja osakaal The number and share of dairy barns	86	23	72	20	175	48	33	9	366
Loomakohtade arv kokku ja osakaal The total number and share of places	16 439	34	10 550	22	18 211	37	3447	7	48 647
Loomakohtade arv keskmiselt laudas The average number of places in the barn	191		146		104		104		133

Loomakohtade arv on teada 351 lüpsikarjalauda kohta ning nendes on kokku 48 647 loomakohta. Kõige enam on loomakohti soojustatud lautades (18 211), seejärel soojustamata lautades (16 439) ning kõige vähem loomakohti on osaliselt soojustatud lautades (10 550). Keskmine loomakohtade arv on kõige suurem soojustamata lautades (191), natuke väiksem osaliselt soojustatud lautades (146) ja kõige väiksem on see soojustatud lautades (104). Lauda tüübi ja lautade arvu järgi domineerivad soojustatud laudad, kuid vaadates lauda tüüpide jaotust loomakohtade arvu järgi, selgub et soojustatud ja soojustamata lautades on loomakohtade arv suhteliselt võrdne: 37% loomakohtadest on soojustatud lautades ning 34% soojustamata lautades,

mis tähendab, et suhteliselt suur osa piimalehmadest on kaasaegsetes suuremates soojustamata lautades.

Analüüsides lüpsikarjalauda tüüpide jagunemist vastavalt loomakohtade arvule laudas, ilmneb et selgelt eristuvad alla ja üle 300 loomakohaga laudad (tabel 3). Alla 300 loomakohaga lautadest 22% on soojustamata ja 78% soojustatud ning osaliselt soojustatud laudad, üle 300 loomakohaga lautadest 50% on soojustamata ning 50% soojustatud ning osaliselt soojustatud laudad. Lüpsikarja pidamisviisi analüüsist selgus, et lõaspidamisega on 246 lauta (68%) ja 118 lauta (32%) on vabapidamisega. Loomakohtade arv on lõaspidamisega lautades kokku 13 311 ning vabapidamisega lautades 35 302, moodustades vastavalt 27% ja 73% loomakohtade koguarvust. 101-st vabapidamisega lüpsikarjalaudast, mille kohta on



teada täpne pidamisviis, on 29 lauta puhke-söötmislatritega (29%), 58 lauta puhkelatritega (57%) ja 14 laudas kasutatakse sügavallapanu (14%). Soojustatud või osaliselt soojustatud lautadest on 75% lõaspidamisega ning 25% vabapidamisega, seevastu soojustamata

lautadest on 50% lõaspidamisega ning 50% vabapidamisega. Uuemad ja suuremad lüpsikarjalaudad, mis on ehitatud pärast 2002. aastat, on pigem vabapidamisega soojustamata laudad.

**Table 3.** Laudahoone, pidamisviis ja põranda tüüp jalutuslale erineva suurusega lüpsikarjalautades

**Table 3.** Type of the dairy barn, housing and the type of the floor in the walking area in different size groups

Näitaja Trait		Loomakohtade arv lüpsikarjalaudas The number of places for dairy cows in the dairy barn														Kokku Total	
		≤10		11–20		21–50		51–100		101–300		301–500		≥501			
		arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%
Laudahoone Type of the barn	Soojustamata laud / Non insulated barn	14	30	7	13	17	18	10	22	15	21	14	45	9	47	77	21
	Osaliselt soojustatud laud Partly insulated barn	10	22	14	26	17	18	5	11	12	21	7	23	3	16	68	19
	Soojustatud laud / Insulated barn	17	37	29	54	54	57	24	52	36	51	7	23	6	32	167	46
	Info puudub lauda tüübi kohta No information	5	11	4	7	7	7	7	15	5	7	3	10	1	5	50	14
Pidamisviis Housing	Vabapidamine sügavallapanul Loose housing (strawyard)	1	2	2	4	4	4	4	9	2	3	1	3	0	0	14	4
	Vabapidamine puhkelatrites Loose housing (rest area cubicles)	0	0	0	0	6	6	8	17	23	32	11	35	10	53	48	13
	Vabapidamine puhke-söötmislatrites Loose housing (feeding and rest area cubicles)	2	4	0	0	2	2	3	7	12	17	7	23	3	16	26	7
	Lõaspidamine / Tethered housing	40	87	51	94	75	79	31	67	27	38	5	16	0	0	229	63
	Info puudub pidamisviisi kohta No information	4	9	3	6	12	13	4	9	9	13	8	26	6	32	45	12
Põranda tüüp jalutuslale Type of the floor in the walking area	Betoonpõrand / Concrete	19	41	29	54	62	65	33	72	52	73	23	74	14	74	218	60
	Pilupõrand / Slatted floor	0	0	0	0	0	0	1	2	4	6	1	3	1	5	6	2
	Kummimatt / Rubber	0	0	1	2	1	1	5	11	12	17	2	6	4	21	21	6
Muu / Other	Muu / Other	5	11	3	6	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3
	Info puudub põranda tüübi kohta No information	22	48	21	39	28	29	7	15	3	4	5	16	0	0	105	29
Lautade arv kokku / The total number of barns		46	100	54	100	93	100	46	100	71	100	31	100	19	100	362	100

Pidamisviis ja lüpsikarjalauda suurus on omavahel seotud ( $p < 0,001$ ). Mida vähem on laudas loomakohti, seda suurema tõenäosusega on lüpsikari lõaspidamisel. Kõige enam on lõaspidamisega laudasid vähem kui 50 loomakohaga lautades seas, mille hulgas lõaspidamisega on enam kui 90% lautadest. 51–100 loomakohaga lautades on samuti kõige enam lõaspidamisega laudasid (67%), 101–300 loomakohaga lautades on lõaspidamist vähem, kuid siiski moodustab see märkimisväärse 42%, 301–500 loomakohaga lautades on lõaspidamist 20%, üle 500 loomakohaga lautades lõaspidamist ei kasutata.

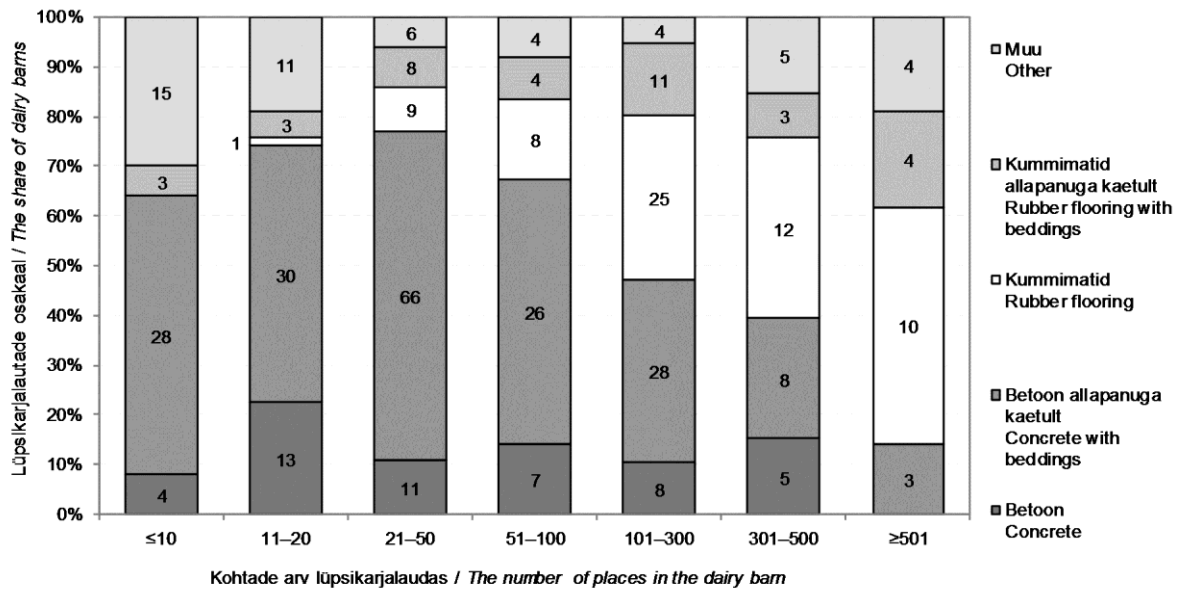
Lüpsikarja pidamisviisi sõltub ka hoone ehitusaastast. Üle 80% lautadest (207 lauta), mis on ehitatud enne 2001. aastat, on lõaspidamisega ja vähem kui 20% (42 lauta) vabapidamisega. Lisaks tuleb märkida, et ilmselt on mitmetes lautades renoveerimistöõde järgselt üle mindud vabapidamisele, mistõttu eelnevalt võis olla enam kui 80% laudasid lõaspidamisega. Uute lautade puhul on olukorda vastupidine – 80% uutest lautadest (55 lauta) on vabapidamisega ja 20% lõaspidamisega (13 lauta).

Eelnevast ilmneb selgelt tehnoloogia muutus, st üleminek vabapidamisele ja soojustamata lautade osakaalu suurenemisele pärast 2002. aastat. Piimatoodangu taseme erinevus lõas- ja vabapidamisega lautades võib viidata asjaolule, et kaasaegse tehnoloogia kasutamisel

on positiivne mõju – lõaspidamisega lautades on keskmine piimatoodang lehma kohta 6310 kg, vabapidamisega lautades 28% kõrgem (8071 kg)<sup>2</sup>.

**Lüpsikarjalauda aseteme tüüp.** Piimatootmisettevõtetel paluti märkida aseteme tüüp lüpsikarjalaudas. Vastusevariantidest olid ette antud: betoon; betoon allapanuga kaetult; kummimatid; kummimatid allapanuga kaetult; muu (nimetage). Vastusevariandi "muu" juures sai vastaja märkida aseme tüübi, mis on ettevõttes kasutusel, kuid puudus etteantud loetelus. Seoses erinevate aseteme tüüpidega ühes lüpsikarjalaudas, on mõned vastajad märkinud mitu vastusevarianti. Kõige enam on kasutusel allapanuga kaetud betoonasemed (49%), seejärel kummimatid (17%), muu (13%), betoonasemed (12%) ja kummimatid allapanuga kaetult (9%). Vastusevariandi "muu aseteme tüüp" märkis 58 vastajat, lisades täpsustuseks aseteme tüübi: puitasemed (34 vastajat); madrats (13 vastajat); põhkmadrats (5 vastajat); sügavallapanu (3 vastajat); kiviased (2 vastajat); kargbetoon allapanuga kaetult (1 vastaja). Lüpsikarjalauda aseteme tüüp sõltub loomakohtade arvust laudas. Väiksemates, kuni 100 loomakohaga lautades on selleks enamasti betoon, mis on allapanuga kaetud. Mida suuremad on laudad, seda rohkem kasutatakse asetemena kummimatte ja allapanuga kaetud kummimatte (joonis 5).

<sup>2</sup> Ei saa ka välistada, et investeeritud on enam need piimatootmisettevõtted, kus keskmine piimatoodang lehma kohta oli kõrgem ka enne investeeringu tegemist.



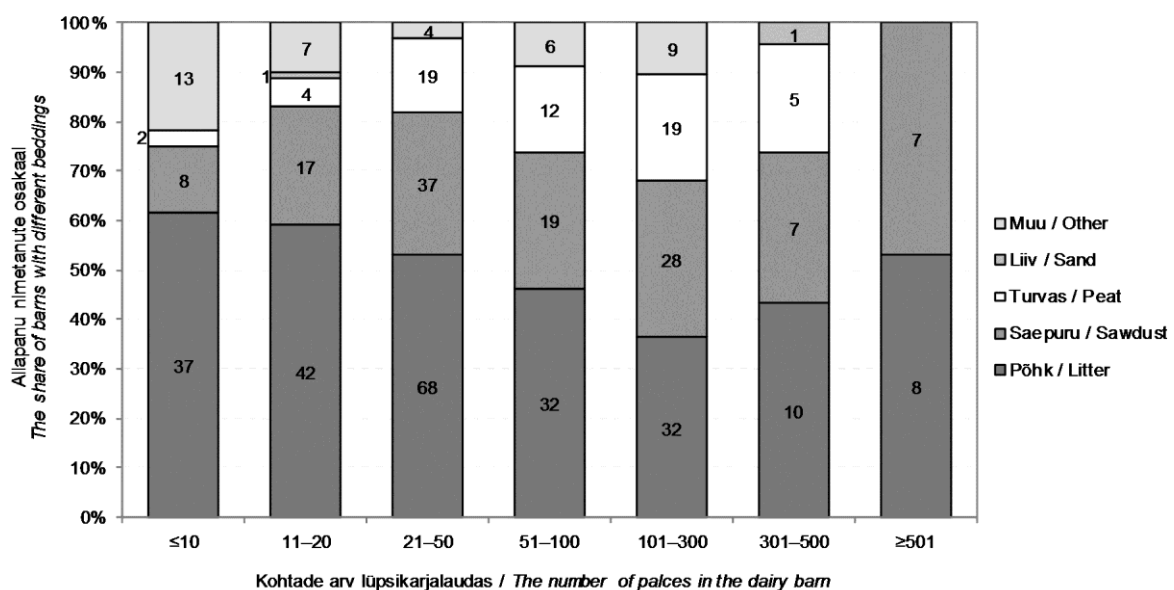
**Joonis 5.** Lüpsikarjalautade arv ja osakaal vastavalt asemete tüübile ja loomakohtade arvule laudas (n = 387)

**Figure 5.** The number and share of dairy barns according to the type of beddings and number of places for dairy cows in the barn (n = 387)

Asemete tüüp sõltub lisaks lauda suurusele ka hoone ehitusaastast. Enne 2001. aastat ehitatud lautades on asemete tüübiks valdavalt betoon ja allapanuga kaetud betoon (193 lauda ehk 76%), 64 laudas (24%) on kasutusel ka kummimatid ja muu allapanu. Pärast 2002. aastat ehitatud lautades on asemete tüübiks enamasti kummimatid ja kummimatid allapanuga kaetud (47 lauda ehk 64%), betoonist asemete osakaal (17 lauda ehk 23%) on uuemates lautades olulisemalt väiksem kui vanemates lautades.

**Allapanu sügavallapanuks ja asemete katmiseks.** Allapanu ja sügavallapanu puhul paluti märkida, kas allapanuks kasutatakse põhku, saepuru, turvast, liiva või muud materjali. Vastusevariandi "muu" juures sai

vastaja märkida allapanu materjali, mis on piimatootmisettevõttes kasutusel, kuid puudus etteantud loetelus. Vastused märgiti 333 lüpsikarjalauda kohta, kusjuures mõnel juhul märgiti allapanu tüübina mitu valikut mistõttu antud vastuste arv on 454. Kõige enam mainiti, et sügavallapanuks ja asemete katmiseks kasutatakse põhku (51% vastuste arvust). Ligi veerandil juhtudest on nimetatud allapanu materjalina saepuru (27%), millele järgneb turvas (13%). Ainult kahel juhul on märgitud allapanuna liiva. Muu allapanu on märkinud 9% vastajatest. Muu allapanuna on nimetatud: hein ja heinajätmed (28 korda), desopulber (6 korda), teraviljapõhk poegimisalal (3 korda), peenestatud teraviljapõhk ning hobusesõnnik, põhu ja lubja segu.



**Joonis 6.** Lüpsikarjalauda sügavallapanu ja allapanu asemete katmiseks vastavalt loomakohtade arvule laudas (n = 454)

**Figure 6.** The type of beddings according to the number of places for dairy cows in the dairy barn (n = 454)

Andmete analüüsist selgub, et allapanu ja loomakohtade arvu vahel on seos ( $p < 0,001$ ). Ilmneb, et põhu osakaal allapanuna on suurem väiksemates lautades (kuni 20 loomakohta) ja suuremates lautades (üle 501 loomakoha) (joonis 6). Väiksemates lautades kasutatakse saepuru ja muud allapanu (peamiselt hein ja heinajäätmel). Lautades, kus on loomakohti 21–500 kasutatakse allapanuna saepuru 20%-l juhtudest, lisaks kasutatakse nendes lautades turvast, samuti 20%-l juhtudest. Üle 501 loomakohaga ettevõtetes on allapanuna kasutusel ainult põhk ja saepuru.

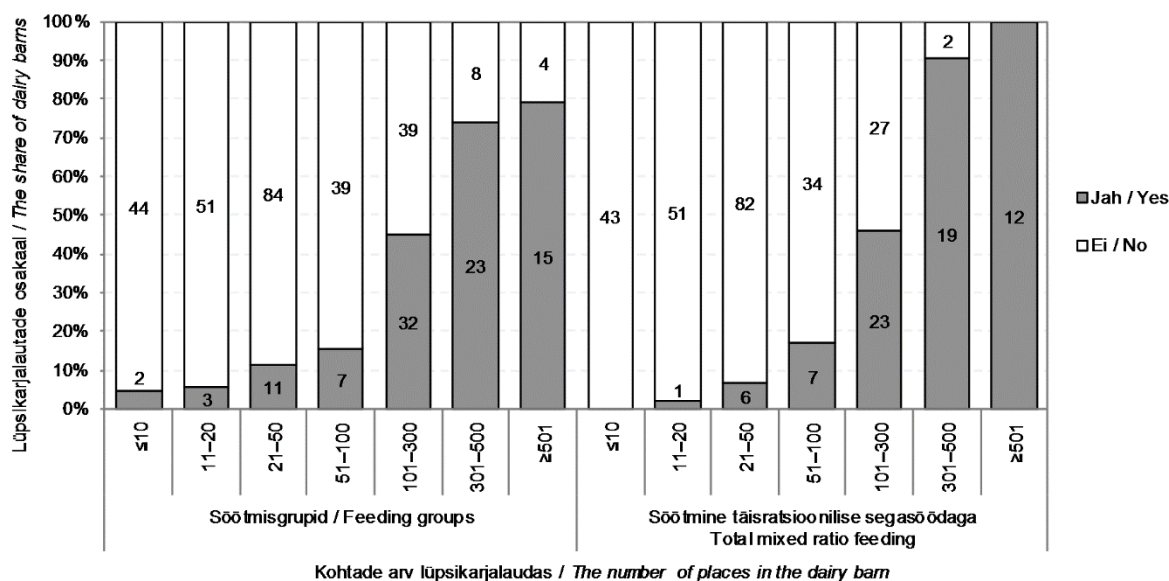
**Lüpsikarjalauda põranda tüüp jalutusala.** Põranda tüübina jalutusala paluti märkida, kas kasutusel on betoonpõrand, pilupõrand, kummimatt või muu. Vastusevariandi "muu" juures sai vastaja märkida põranda tüübi, mis on ettevõttes kasutusel, kuid puudus etteantud loetelust. Põranda tüüp jalutusosal märgiti 267 lauda kohta, sh üheksa vastajat märkis, et laudas on nii betoonpõrand kui ka kummimattid, üks vastaja märkis, et kasutusel on nii betoonpõrand, pilupõrand kui ka kummimattid ning üks vastaja märkis, et lisaks betoonpõrandale on ka puitpõrand. Seega on vastuste arv kokku 278. Oluline on mainida, et ligi kolmandiku lautade (99 lauda) puhul antud küsimusele ei vastatud, kuid sellel on arvestatav põhjus – neist 90 lauda on lõaspidamisega ning lõaspidamisega lautades puudub jalutusala.

Vastustest selgub, et kõige enam levinud on betoonist jalutusala (84%), kummimattid on suhteliselt vähe levinud (9%), vähe on levinud ka pilupõrand (3%) ja muud põranda tüübid (4%). Muu põranda tüübi täpsustas 11 vastajat, kellest kuus märkis, et jalutusosal on puitpõrand, neli vastajat märkis, et on muldpõrand ning üks vastaja märkis, et jalutusosal on kruus. Seega, olenemata lauda suurusest on kõige levinumad betoonpõrandaga jalutusalad.

Hinnates seoseid jalutusala põranda tüübi ja lüpsi-karjalauda ehitusaasta vahel ilmneb, et enne 2001. aastat ehitatud lautades on jalutusala 90%-l betoonpõrand ning alates 2002. aastast ehitatud lautades on betoonpõrandaga jalutusala osakaal vähenenud. Alates 2002. aastast ehitatud lautade betoonpõrandaga jalutusala osakaal on 70%, kummimattidega jalutusala osakaal 8% ning pilupõranda osakaal 22%. Lisaks on oluline märkida, et enne 2002. aastat ei ehitatud pilupõrandaga lautaid, mis viitab taas kasutatava tehnoloogia muutumisele ajas.

**Lüpsikarja söötmine.** Lüpsikarja söötiskorralduse kohta paluti märkida, kas lüpsikari on jagatud söötmiss-gruppidesse vastavalt toodangule ning kas kasutusel on tavasöötmine (koresööt vabalt, jõusööt normeeritult) või söötmine täisratsioonilise segasöödaga. Eraldi paluti märkida vastused, mis puudutasid söötiskorraldust automaatlüpsisüsteemiga lüpsikarjalautades. Kõige enam kasutatakse tavasöötmist (koresööt vabalt, jõusööt normeeritult) (73%), oluliselt vähem kasutatakse täisratsioonilist segasööta (20%). Automaatlüpsisüsteemiga lautades (7%) on erinev söötiskorraldus ning seda analüüsitakse eraldiseisvalt.

Analüüsides tavasöötmist ja söötmist täisratsioonilise segasöödaga sõltuvalt lauda suurusest, selgub et väiksemates lautades (alla 100 loomakoha) kasutatakse enamasti tavasöötmist ning suuremates lautades (üle 300 loomakoha) pigem täisratsioonilist segasööta (joonis 7). Mida rohkem on laudas loomakohti ehk mida suurem on laut, seda sagedamini on lüpsikari vastavalt toodangule söötmissgruppidesse jagatud. Väiksemates lautades (alla 100 loomakoha) on lüpsikari jagatud söötmissgruppidesse vähem kui 10%-s lautades, suuremates lautades (üle 100 loomakoha) on enam kui pooltes lautades lüpsikari vastavalt toodangule söötmissgruppidesse jagatud.



**Joonis 7.** Lüpsikarjalautade arv ja osakaal vastavalt söötmissgruppidele, täisratsioonilise segasöödaga söötmisele ja loomakohtade arvule

**Figure 7.** The number and share of dairy barns according to the feeding groups and feeding type and number of places for dairy cows in the barn

Hinnates söötmisviisi mõju piimakusele selgub, et täisratsioonilist segasöötmist kasutatavates piimatootmisettevõtetes on piimakus kõrgem ( $p < 0,001$ ). Täisratsiooniline segasööt ning lüpsikarja jagamine söötmissuurendades annab võimaluse iga looma potentsiaali paremini ära kasutada, kuid samas teeb see söötmise korraldusliku poole keerulisemaks ja ajamahukamaks. Kärki (2005) uuringust selgus, et täisratsioonilise segasöötmisega söötmisel suureneb piimakus 6–8% ning söödakulud vähenevad. Käesoleva uuringu andmetele tuginedes võib samuti väita, et tavalisest kasutatavates piimatootmisettevõtetes on piimakus madalam (6318 kg) kui täisratsioonilist segasöötmist kasutatavates ettevõtetes (8337 kg).

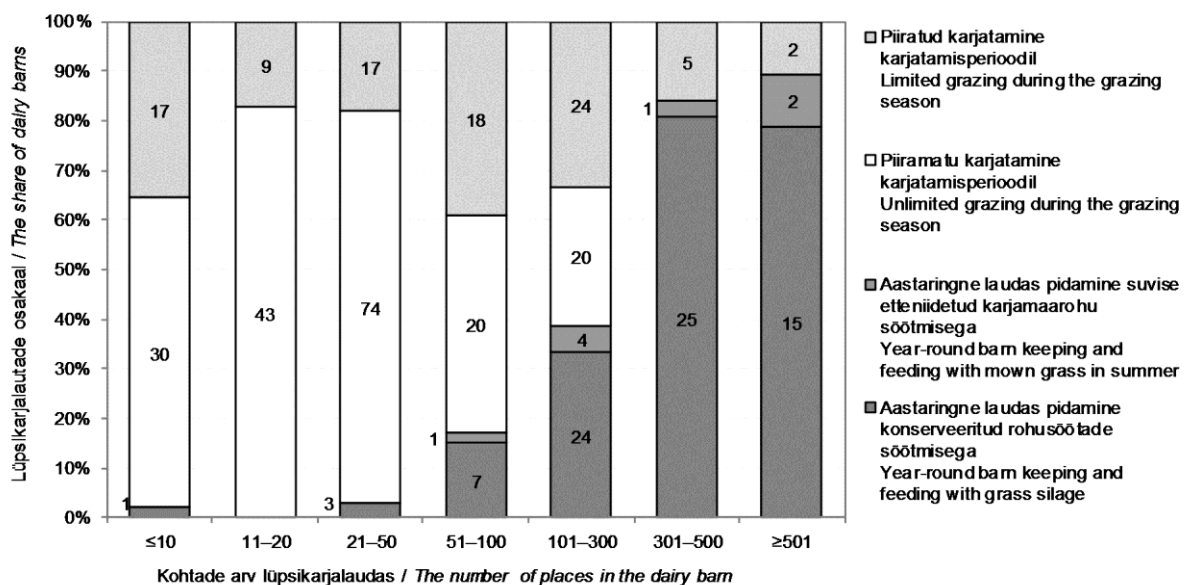
Automaatlüpsisüsteemiga lüpsikarjalautades on enamasti kasutusel osaratsiooniline segasööt ja jõusööta antakse lüpsmise ajal (20-s laudas 24-st). Kahe automaatlüpsisüsteemiga laudas on söötmisviisiks söödalavalt antav rohusööt ja jõusööt lüpsmise ajal ning kahes laudas kasutatakse ka osaratsioonilist segasöötmist ning jõusööda andmist lüpsmise ajal ja lüpsmise vaheaegadel. Mitte üheski automaatlüpsisüsteemiga piimatootmisettevõttes ei ole kasutusel söötmisviisi, kus antaks rohusööta söödalavalt ning jõusööta lüpsmise ajal ja lüpsmise vaheaegadel.

Vastajatel paluti eraldi hinnata lüpsikarja söötmist rohusöötmisega. Kõige enam on levinud karjatamisperiodil ööpäevaringne piiratud karjatamine (52%, laudas keskmiselt 46 loomakohta), sellele järgneb karjatamisperiodil päevane piiratud karjatamine (25%, laudas keskmiselt 107 loomakohta), 21%-l juhtudest peetakse lüpsikarja aastaringse laudas pidamisega söötmiseks pidevalt konserveeritud rohusööta (laudas keskmiselt 377 loomakohta). Kõige väiksema

osa moodustab lüpsikarja aastaringne laudas pidamine suvise etteniidetud karjamaarohuga söötmisega (2%) (laudas keskmiselt 390 loomakohta).

Karjatamist peetakse loomade heaolu parandavaks faktoriks. Popescu jt (2013) võrdlesid loomade heaolu lõaspidamisega lautades nii karjatamisega kui ilma ning leidsid, et karjatamisel on loomade heaolule positiivne mõju. Kuna käesoleva uuringu andmetel oli Eestis 282 lauda (77%), kus piimalehmad said suvel karjamaal käia, siis võib eeldada, et vaatamata lõaspidamisega (mis on enamlevinud väiksemates piimatootmisettevõtetes) seotud loomade heaolu vähenemisele, said nendes lautades olevad loomad enamasti karjamaal käia ning see osaliselt suurendas nende heaolu. Oluline on siinkohal märkida, et lõaspidamisega laudas on pigem väikesed ning nendes peetakse kolmandik piimakarjast. Kui 282-s laudas said loomad suvel karjamaal käia, siis 83 laudas (23%) peeti piimalehmi aastaringse laudas. Samas jaguneb loomakohtade arv nende lautades vastavalt 37% ja 63%. Seega, vaatamata suhteliselt väiksele lautade osakaalule, kus loomi peetakse aastaringse laudas, on nendes lautades peetavate loomade osakaal suhteliselt suur.

Analüüsidest karjatamist erineva suurusega lüpsikarjades, selgub et mida väiksem on loomakohtade arv laudas, seda sagedamini loomi karjatatakse (joonis 8). Suuremates lautades (üle 301 loomakohta) on valdav lüpsikarja aastaringne laudas pidamine pideva konserveeritud rohusöötmisega. Üle 301 loomakohta lüpsikarjalautadest on ainult kolmes laudas kasutusel aastaringne laudas pidamine suvise etteniidetud karjamaarohuga söötmisega ning seitsmes laudas kasutatakse piimakarja päevast piiratud karjatamist karjatamisperiodil.



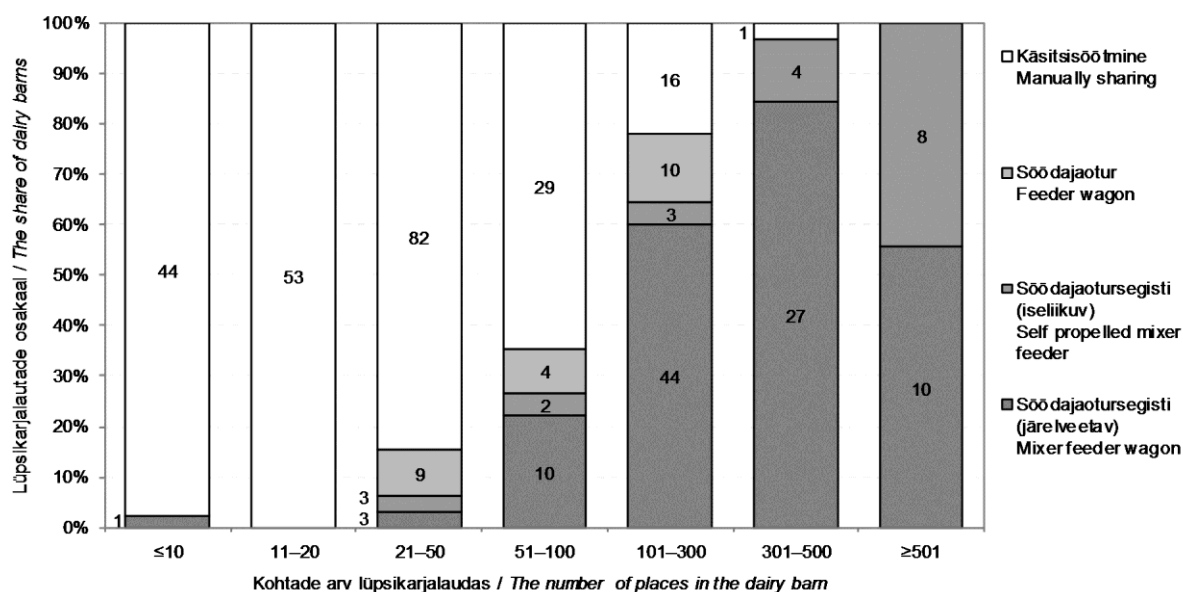
**Joonis 8.** Lüpsikarjalautade arv ja osakaal vastavalt lüpsikarja karjatamisele, aastaringsele laudas pidamisele ning loomakohtade arvule ( $n = 362$ )

**Figure 8.** The number and share of dairy barns according to the grazed and indoor-housed herds and number of places for dairy cows in the barn ( $n = 362$ )

**Lüpsikarja söötmistehnika.** Lüpsikarja söötmisel on valdavaks, lüpsikarjalautade arvu alusel, käsitsisöötmine (61%). Järelveetavat söödajaotursegistit kasutatakse 96-s laudas (26%), iseliikuvat söödajaotursegistit 20-s laudas (5%), söödajaotur on kasutusel 24-s laudas (7%) ning ainult kolmes laudas (1%) on kasutusel automaatne söödajaotursegisti.

Käsitsisöötmine on kasutusel pigem väiksemate karjade puhul, kuni 50 loomakohaga lautades on see valdav (joonis 9). Suuremates karjades on kasutusel söödajaotursegistid, nii järelveetavad kui iseliikuvad,

viimaseid kasutatakse kõrgema hinna tõttu vähem. Üle 100 loomakohaga lautades kasutatakse enamasti (>80%) söödajaotursegistit, mis aitab läbi kvaliteetse söötmiskorralduse tagada ka piimatoodangu kvaliteedi ja stabiilsuse. Sama võib väita üle 500 loomakohaga lautade kohta, kus järelveetavate (48%) ja iseliikuvate (42%) söödajaotursegistite suur osakaal viitab selgelt asjaolule, et söötmise korraldusel pööratakse rõhku söötmise kiirusele ja kvaliteedile, eesmärgiga hoida kokku tööjõukulusid ning suurendada piimatoodangut.



**Joonis 9.** Lüpsikarjalautade arv ja osakaal vastavalt lüpsikarja söötmistehnikale ja loomakohtade arvule (n = 363)

**Figure 9.** The number and share of dairy barns according to the feeding system and number of places for dairy cows in the barn (n = 363)

Lüpsikarja söötmistehnika vastuste analüüsist selgus, et 61% lüpsikarjalautades kasutatakse käsitsisöötmist, mis tähendab, et sööt viiakse loomadele käsitsi ette ning suure tõenäosusega on sööt ka käsitsi segatud, mis omakorda viitab asjaolule, et sööda koostis võib söötmisspäevade ulatuses olulisel määral varieeruda. Sööda koostise varieerumine mõjutab aga piimatoodangut ja piima kvaliteedinäitajaid. Vaatamata suurele arvule lautadele, kus toimub loomade söötmine käsitsi, ei ole see loomakohtade arvu järgi valdav – kõigest 18% loomadest söödetakse käsitsi. Kokkuvõtteks võib väita, et söötmistehnika on seotud lauda suurusega ning vaatama kaasaegsete söötmistehnoloogiatega lautade väiksele osakaalule, söödetakse nende tehnoloogiate abil suur osa (loomakohtade arvu alusel 72%) Eesti piimakarjast.

**Lüpsitehnoloogiad ja lüpsmissagedus.** Lüpsitehnoloogiate kohta paluti märkida lüpsisüsteem, nende arv lüpsikarjalaudas ja kohtade arv lüpsiplatsil või -karussellil. Lüpsikarja lüpsmissageduse kohta paluti piimatootmisettevõtetel märkida, kas see toimub kaks korda päevas, 3 korda päevas või kombineeritult (kaks või kolm korda päevas vastavalt toodangule). Kõige enam on torusselüpsiga lautasid (36%), sellele järgnevad kannulüpsiga laudad (28%) ning lüpsiplatsi või -karus-

selliga laudad (25%), kõige vähem on automaatlüpsisüsteemiga lautasid (7%). Lüpsmissageduse analüüsist selgub, et 360-s laudas, mille kohta on lüpsmissagedus teada, on kõige enam levinud lüpsikarja lüpsimine kaks korda päevas (90%), kolm korda päevas lüpsitakse piimalehmi kümnes laudas (3%) ja kombineeritud lüpsmist kasutatakse 25-s laudas (7%). 101–300 loomakohaga lautades kasutatakse 3 korda lüpsmist 3%-l ja kombineeritud lüpsmist 17%-l, 301–500 loomakohaga lautades on need näitajad vastavalt 10% ja 16% ning üle 501 loomakohaga lautades kasutatakse kolm korda päevas lüpsmist 17%-l ja kombineeritud lüpsmist 28%-l lautades.

Analüüsides kasutatava lüpsitehnoloogia ja lüpsikarjalauda suuruse vahelist seost, ilmneb et lüpsikarusselli, -platsi ja automaatlüpsisüsteemiga laudad on loomakohtade arvu poolest suuremad kui torusselüpsi ja kannulüpsiga laudad (tabel 4). Torusse- ja kannulüpsiga lautasid on kokku 65%, kuid nendes on kokku ainult 26% loomakohtadest, seevastu kaasaegsema lüpsitehnoloogiaga lautasid on kokku 31%, kuid nendes on 73% loomakohtadest. Seega saab antud küsitlustulemuste põhjal väita, et suurem osa Eesti piimakarjast on lautades, kus on kasutusel kaasaegne lüpsitehnoloogia.

**Tabel 4.** Erineva lüpsitehnoloogiaga lüpsikarjalautade arv ja osakaal ning keskmine loomakohtade arv laudas  
**Table 4.** The total number and share of dairy barns and average number of places in the barn according to the milking technology

Näitaja Trait	Lüpsisüsteem / Milking system										Info puudub No information		Kokku Total	
	lüpsi- karussell milking carousel		lüpsiplats milking parlor		automaat- lüpsisüsteem automated milking system		torusselüps pipeline milking		kannulüps bucket milking		arv No.	%	arv No.	%
	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%	arv No.	%				
Keskmine loomakohtade arv laudas The average number of places in the barn	571		318		256		72		29		50		133	
Lautade arv ja osakaal The total number and share of barns	2	0,5	88	24,0	24	6,6	133	36,3	103	28,1	16	4,4	366	100
Loomakohtade arv lautades kokku The total number and share of places in the barns	1141	2,3	27 988	57,5	6152	12,6	9598	19,7	2970	6,1	798	1,6	48 647	100

Lüpsikarussell on kasutusel ainult kahes laudas, ühes laudas on 24-kohaline lüpsikarussell (laudas 635 loomakohta) ja teises laudas 32-kohaline lüpsikarussell (laudas 506 loomakohta). Lüpsiplats on kasutusel 88-s laudas. Lüpsiplatside arv on märgitud 83 lauda kohta, sh 80-s laudas on kasutusel 1 lüpsiplats ja kolmes laudas on kaks lüpsiplatsi (ühes laudas on 10 kohaga lüpsiplatsid ja kahes laudas 12 kohaga lüpsiplatsid). Kohtade arv lüpsiplatsil märgiti 80 lauda kohta. Kõige

enam on lautasid, kus on kasutusel 12 kohaga lüpsiplats (13 lauda) ja 8 kohaga lüpsiplats (11 lauda) (tabel 5). Mida suurem on loomakohtade arv laudas, seda suurem on lüpsiplats ning seda rohkem lüpsilehmi teenindab keskmiselt üks lüpsiplatsi koht. Automaatlüpsisüsteem on kasutusel 24-s lüpsikarjalaudas, sh  $\frac{1}{3}$  neist lautadest on nelja lüpsirobotiga. Mida vähem roboteid on laudas, seda väiksem on keskmine loomakohtade arv, kuid seda rohkem koormatud on lüpsirobotid.

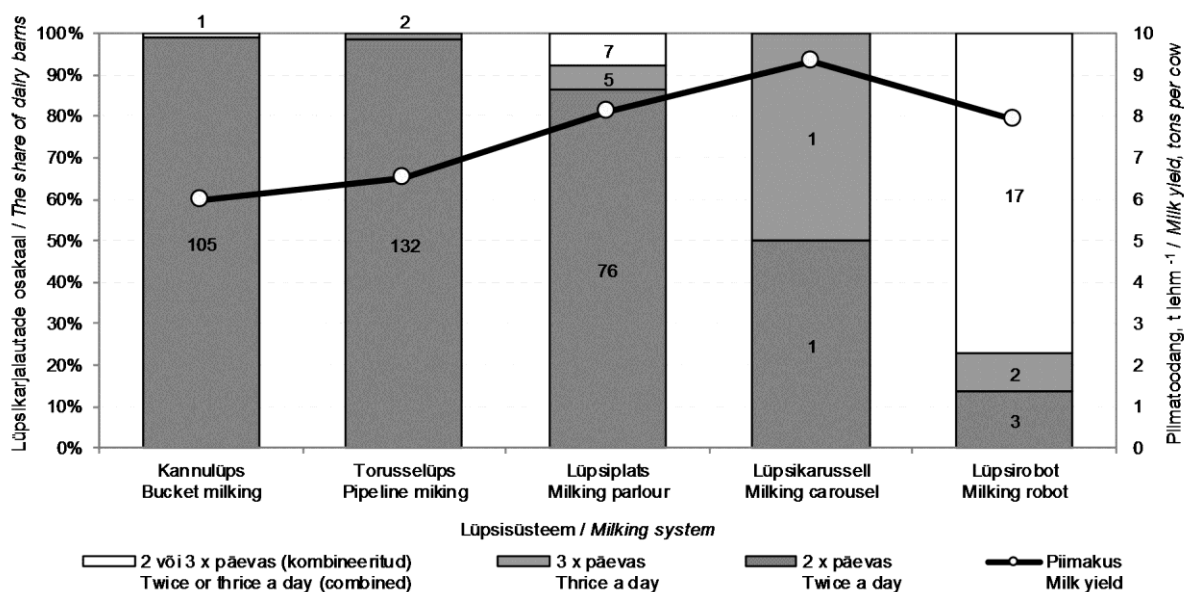
**Tabel 5.** Lüpsikarjautade arv ja keskmine loomakohtade arv laudas vastavalt kohtade arvule lüpsiplatsil/lüpsirobotite arvule laudas  
**Table 5.** The number of dairy barns and the average number of places for dairy cows in the barn according to number of places in the milking parlour/the number of milking robots in the barn

	Kohtade arv lüpsiplatsil või lüpsirobotite arv laudas The number of places in the milking parlour or number of milking robots in the barn	Lautade arv Number of barns	Keskmine loomakohtade arv laudas The average number of places in the barn	Loomakohti lüpsiplatsi koha kohta või lüpsiroboti kohta The average number of places per lace in the milking parlour, or per milking robot
Lüpsiplatsiga laudad Barns with milking parlours	8 12 16 20 24 28 36	11 13 8 9 10 8 4	110 192 280 379 427 572 680	13,8 16,0 17,5 19,0 17,8 20,4 18,9
	muu / other	17	152	x
Automaatlüpsi- süsteemiga laudad Barns with automated milking systems	1 2 3 4 8	4 6 2 8 4	99 163 262 261 567	99,0 81,5 87,3 65,3 70,9

Analüüsidest lüpsmissagedust erinevate lüpsitehnoloogiatega korral ilmneb, et kannu- ja torusselüpsi kasutavad piimatootmisettevõtted kasutavad enamasti kaks korda päevas lüpsmist, vaid üks piimatootmisettevõtte on märkinud, et lüpsab piimakarja kaks või kolm korda päevas ning kaks piimatootmisettevõtet on märkinud, et lüpsavad kolm korda päevas (joonis 10). Üldistatult võib öelda, et kannu- ja torusselüpsi tehnoloogiat kasutavad piimatootmisettevõtted lüpsavad piimakarja keskmiselt kaks korda päevas. Seevastu lüpsiplatsi, lüpsikarusselli ja lüpsirobotiteid kasutavad piimatootmisettevõtted kasutavad ka sagedasemat ja kombineeritud lüpsmist, seda tänu tehnoloogiale, mis seda soodustab (eelkõige lüpsiroboti kasutajad). Keskmine

piimatoodang lehma kohta on kõrgem lüpsiplatsi ja -karusselliga ning automaatlüpsisüsteemiga lautades, madalam on see kannu- ja torusselüpsiga lautades.

Ettevõtlusvormidest on kannu- ja torusselüpsi puhul valdavaks FIE/talu (79%), seega pereettevõtte, kes kasutavad valdavalt kaasajastamata tehnoloogiat. Lüpsiplatsi ja automaatlüpsisüsteemiga piimatootmisettevõtte on pigem äriühingud (73%). Samas on automaatlüpsisüsteemiga ettevõtete hulgas 6 ettevõtet (25%) ettevõtlusvormiga FIE/talu ning 6 ettevõtet (25%), mis on ühe omanikuga äriühingud, see viitab aga asjaolule, et automaatlüpsisüsteemidega piimatootmisettevõtte on pigem pereettevõtte.



Joonis 10. Lautade arv ja osakaal vastavalt lüpsitehnoloogiale ja lüpsikarja lüpsmissagedusele (n = 352)

Figure 10. The number and share of barns according to the milking system and milking frequency (n = 352)

**Sõnnikusüsteemid lüpsikarjalautades.** Sõnniku-eemaldustehnoloogia kohta kogutud info võimaldab välja tuua vedel- ja tahesõnniku süsteemidega lüpsikarjalaudad ning kuna osades lautades kasutatakse kombineeritud süsteemi (nii vedel- kui tahesõnnik), siis tuuakse ka nende lautade arv eraldi välja. Selgub, et 93 vedelsõnnikusüsteemi kasutavat lüpsikarjalautu on pigem suuremad (keskmiselt 343 loomakohta) ning nendes lautades on ka kõrgem piimatoodang lehma kohta (8299 kg), 233 tahesõnnikusüsteemiga lauta on aga vastupidiselt pigem väiksed (keskmiselt 59 loomakohta) ja madalama keskmise piimatoodanguga lehma kohta (6272 kg). Lüpsikarjalaudad, kus on nii vedel- kui ka tahesõnnik (36 lauta) on keskmise suurusega (keskmiselt 114 loomakohta) ning nendes lautades on keskmine piimatoodang lehma kohta 6966 kg.

Hinnates erineva sõnnikukäitlusega lautade arvu ja osakaalu lauda ehitusaasta järgi, selgub et vedelsõnnikusüsteemiga lautadest on 26% (24 lauta) ehitatud enne 1990. aastat, ainult 7% (6 lauta) on ehitatud aastatel 1990–2001 ning enamik (61 lauta ehk 67%) on uued, ehitusaastaga 2002–2012. Tahesõnnikusüsteemiga laudad on peamiselt (133 lauta ehk 60%) vanemad laudad, mis on ehitatud enne 1990. aastat. Analüüsis selgus, et 84-st laudast, mis on ehitatud pärast 2002. aastat on 17 tahesõnnikusüsteemiga lauta (20%), vastukaaluks vedelsõnnikusüsteemiga lautadele, mida on ehitatud 61 (73%), kombineeritud sõnnikukäitlusega lautad on sel perioodil ehitatud ainult 6 (7%). Seega võib järeldada, et tehnoloogilised lahendused sõltuvad ka sõnnikukäitluse puhul kõige enam lauda ehitusaastast.

Vedelsõnnikusüsteemiga lüpsikarjalautades toimub sõnniku eemaldamine peamiselt skreeperi/kraapkonveieri abil (78-s laudas), vähesel määral kasutatakse sõnniku eemaldamiseks traktorit (11-s laudas), ühes laudas kasutatakse sõnniku eemaldamiseks nii skreeperit/kraapkonveierit kui ka traktorit. Kolme

vedelsõnnikusüsteemi kasutava lauda puhul oli märkimata jäetud, millega sõnnik eemaldatakse, kuid kuna need kolm piimatootmisettevõtet kasutavad automaatlüpsisüsteemi, siis võib suure tõenäosusega nendes lautades ka sõnniku eemaldamiseks kasutusel olla robotskreeper. Tahesõnnikusüsteemiga lautades kasutatakse sõnniku eemaldamiseks enamasti skreeperit (90 lauta ehk 40%), sellele järgneb käsitsi sõnniku eemaldamine (83 lauta ehk 38%), traktorit kasutatakse tahesõnnikuga lautades 22%-l juhtudest (54 lauta). Vedel- ja tahesõnnikuga lautades kasutatakse nii traktorit (12 lauta), skreeperit (13 lauta), traktorit ja skreeperit kombineeritult (9 lauta) ning kahes laudas eemaldatakse sõnnik käsitsi.

Sõnnikuhoidlate analüüsis selgus, et kõige enam on tahesõnnikuhoidlatega lautasid, seejärel on kombineeritud süsteemidega (nii tahe- kui vedelsõnnikuhoidlatega) laudad ning kõige vähem on lauta, kus on ainult vedelsõnnikuhoidla. Tahesõnnikuhoidlaga lüpsikarjalautasid on kokku 263, sh 236 lauta on ainult tahesõnnikuga ning nende puhul säilitatakse sõnnik enamasti hoidlas (117 lauta), põllul aunas ehk patareis säilitatakse sõnnik 55 lauda puhul ning 64 lauda puhul säilitatakse sõnnik nii põllul patareis kui ka hoidlas. Vedelsõnnikuhoidlaga lüpsikarjalautasid on kokku 119, sh 27 lauta on ainult vedelsõnnikuhoidlaga. Kõikidest vedelsõnnikuhoidlatega lautadest säilitatakse vedel- ja poolvedel sõnnik rõngasmahutis 60-s laudas (50%), laguunis 50-s laudas (42%) ning nii laguuni kui ka rõngasmahutit kasutatakse 9-s laudas (8%). Lautasid, kus on nii vedel- kui tahesõnnikuhoidla on kokku 92 ning nendes on sõnniku säilitamiseks paralleelselt kasutusel mitmed erinevad lahendused.

Vedel- ja poolvedela sõnnikuga sõnnikuhoidlatest on ujuvkattega kaetud 22 hoidlat (18%) ning permanentse kattega 10 hoidlat (8%). Kuna vastajad said märkida, milline on nende piimatootmisettevõtetes vedel- ja

poolvedela sõnnikuhoidla katmise kavatsused tulevikus, siis 21-l juhul märgiti, et hetkel ei ole sõnnikuhoidla kaetud, kuid tulevikus on see tõenäoliselt permanentse kattega kaetud ning 38-l juhul märgiti, et tulevikus on sõnnikuhoidla ujuvkattega kaetud.

### Kokkuvõte

Käesoleva artikli eesmärgid olid: (i) anda ülevaade piimatootmisettevõtetes kasutatavatest tehnoloogiatest; (ii) võrrelda tehnoloogilisi lahendusi, mida kasutavad suured ja väiksemad piimatootmisettevõtted; (iii) selgitada välja piimatootmise tehnoloogilistes lahendustes toimunud muutused aastatel 1990–2012. Ülevaade on koostatud 326 piimatootmisettevõtte ankeetküsitluse andmete alusel.

Lüpsikarjalautadest oli kuni 100 loomakohaga 67% (sh 50% vähem kui 50 loomakohaga) ning üle 100 loomakohaga lautasid oli 33%. Lüpsikarjalautadest 70% on lõaspidamisega ja 30% vabapidamisega, kusjuures 73% loomakohtadest on vabapidamisega lautades, st et suurem osa piimakarjast on kaasaegsetes lautades. 80% lõaspidamisega lüpsikarjalautadest on väiksed (alla 100 loomakohta) ning enamik neist on ehitatud enne 2001. aastat. Vabapidamisega lüpsikarjalautad on seevastu suuremad – 70% vabapidamisega lautadest on üle 100 loomakohta ning enamiku ehitusaasta on 2002 või hilisem.

Lüpsitehnoloogiatest kasutatakse kõige enam torusselüpsi (38%), kannulüpsi (30%) ning plati- või karussellüpsi (26%). Pärast 2002. aastat on hakatud ka automaatlüpsisüsteemiga lautasid ehitama ning 2012. aastaks oli nende osakaal 6%. Torusse- ja kannulüps on kasutusel pigem väiksemates ja vanemates lüpsikarjalautades, uued laudad (ehitatud pärast 2002. aastat) on pigem lüpsiplati või automaatlüpsisüsteemiga. Keskmise piimatoodang lehma kohta on madalam kannu- ja torusselüpsi tehnoloogiaga lautades, kõrgem lüpsiplati ja automaatlüpsisüsteemiga lautades.

Lüpsikarja söötmisel on kasutusel kaks peamist süsteemi: söötmine täisratsioonilise segasöödaga (22%) ja n.ö tavasöötmine, kus loomadel on koresööt vabalt ees ning jõusööta antakse normeeritult (78%). Väiksemates lüpsikarjalautades (vähem kui 100 loomakohta) kasutatakse n.ö tavasöötmit ja suuremates lautades (rohkem kui 100 loomakohta) kasutatakse sagedamini täisratsioonilist segasööta.

Tahesõnnikusüsteemiga lüpsikarjalautasid on kõige rohkem (64%), need domineerivad põhjusel, et analüüsitud lautade hulgas on palju neid, mis on vanemad ja väiksemad ning kaasajastamata. Uued lüpsikarjalautad on pigem vedelsõnnikusüsteemiga, kogu lautade hulgast on neid 25% ning 10% on lautasid, kus on nii vedel- kui ka tahesõnnikusüsteem.

Eestis võib piimatootmise tehnoloogilise hüppena välja tuua aastat 2001. Alates sellest ajast on hakatud ehitama soojustamata lüpsikarjalautasid, kasutama laialdasemalt kaasaegseid söötmis- ja lüpsitehnoloogiad ning sõnnikukäitlemises on üle mindud vedelsõnnikule. Nimetatud muutused on kooskõlas ka EL

direktiividega, mis on seotud keskkonnasõbraliku tootmisega ja tootlikkuse jätkusuutliku kasvu eesmärgidega.

Vaatamata Eesti piimatootmisettevõtete tehnoloogilisele hüppale on suurte ja väikeste piimatootmisettevõtete vahel jätkuvalt suur tehnoloogiline lõhe ning ilma arengutoetuste abita suureneb see tõenäoliselt veelgi. Suuremad piimatootmisettevõtted on olnud altimad investeerima ja kaasaegseid tehnoloogiasid kasutusele võtma, mis on kindlustanud nende jätkusuutlikkust. Väiksemate piimatootmisettevõtete tehnoloogiline mahajäämus on aga nii suur, et selle likvideerimiseks on vaja poliitikameetmeid, mis toetaksid Eesti väiksemate piimatootmisettevõtete investeerimist kaasaegsetesse, eelkõige tööjõusäästlikesse ning keskkonnahoidlikesse tehnoloogiasse.

### Huvide konflikt / Conflict of interests

Autor kinnitab artikliga seotud huvide konflikti puudumist.

*The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

### Tänuavaldused

Täname hea koostöö eest Allan Kaasikut Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudist, ning Matis Luike ja Arvo Leolat Eesti Maaülikooli tehnikainstituudist, kes aitasid küsitlus- ankeedi tarbeks välja töötada ettevõtete tootmistehnoloogiasid kirjeldavad näitajad ja süstematiseerida tehnoloogiate grupe.

Uuring viidi läbi baasfinantseeritava teema *Peamiste tootmisressursside kasutamise efektiivsus Eesti põllumajanduses* raames.

### Kasutatud kirjandus

- Dijkstra, C., Veermäe, I., Praks, J., Poikalainen, V., Arney, D. 2012. Dairy Cow Behavior and Welfare Implications of Time Waiting Before Entry Into the Milking Parlor. – *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 15(4), 329–345.
- Eesti piimanduse strateegia taustauuring. Eesti Maaülikool. Tartu, 20.12.2011, 65 lk <http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/AREN-DUSTEGEVUS/piimandusstrateegia-2012-2020-lisa2-1.pdf>
- Eesti Statistikaamet. 2016. Eesti Statistikaameti andmebaas [www.stat.ee](http://www.stat.ee)
- Kaasik, A., Maasikmets, M. 2014. Ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioonist vedelsõnnikuhoidlatest. – *Agraarteadus*, 25(2), 70–76.
- Kiiman, H., Tänavots, A., Kaart, T. 2013. Lehmade piimatoodang ja kvaliteet kahekordsel platsilüpsil võrreldes kolmekordsel platsilüpsi ning automaatlüpsiga. – *Agraarteadus*, 24(2), 55–64.
- Kimura, S., Thi, C.Le. 2013. Cross Country Analysis of Farm Economic Performance. – *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*. No. 60. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k46ds9ljxkj-en>



- Kimura, S., Sauer, J. 2015. Dynamics of dairy farm productivity growth: Cross-country comparison. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. No. 87. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5jrw8ffbzf7l-en>
- KOMISJONI MÄÄRUS (EÜ) nr 1242/2008, 8. detsember 2008, millega kehtestatakse ühenduse põllumajandusettevõtete liigitus.
- Luik, H., Viira, A.-H., Värnik, R. 2014. Using the information about dairy herd's genetic level and milk quality in explaining the technical efficiency of Estonian dairy farms: a two-stage (DEA and Tobit approach). – Paper prepared for presentation at the EAAE 2014 Congress *Agri-Food and Rural Innovations for Healthier Societies*, 26–29 August 2014, Ljubljana, Slovenia.
- Kärt, O. 2005. Eesti veisetõugude toodanguvõime ja tervisliku seisundi väljaselgitamine kõrge söötmis-taseme korral. – Uuringu lõpparuanne.
- Popescu, S., Borda, C., Diugan, E.A., Spinu, M., Groza, I.S., Sandru, C.D. 2013. Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. – *Acta Vet. Scand.*, 55(1), 43. DOI 10.1186/1751-0147-55-43.
- Põllumajandusministeerium. 2003. Impact of the WTO Process on Agriculture in Transition Economies. – Konverentsi materjalid, 27.–29. juuli 2003, Tallinn.
- Sauer, J., Latacz-Lohmann, U. 2015. Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production. – *European Review of Agricultural Economics*, 42(1), 151–175.
- Shortall, J., Shalloo, L., Foley, C., Sleator, R.D., O'Brien, B. 2016. Investment appraisal of automatic milking and conventional milking technologies in a pasture-based dairy system. – *J. Dairy Sci.*, 99(9), 7700–7713. DOI 10.3168/jds.2016-11256

### Feeding, milking and manure systems in Estonian dairy barns

Helis Luik, Ants-Hannes Viira  
*Estonian University of Life Sciences, Institute of Economics and Social Sciences,  
 Fr. R. Kreutzwaldi 1, Tartu 51014, Estonia*

#### Summary

The paper aimed to (i) provide an overview the technologies used in Estonian dairy farms; (ii) compare technologies used in smaller and larger dairy farms; (iii) study the technological changes that occurred in the period from 1990–2012. In 2013, a farm survey was carried out by the Institute of Economics and Social Sciences of the Estonian University of Life Sciences,

that aimed to gather the information about the technologies that Estonian dairy farms use. From 801 sample farms, 326 dairy farms (41%) responded; in total, these farms had 366 dairy barns and kept 50% of Estonian dairy cows as of 2012. In the following, the main results are summarised.

Dairy barns: 67% of the barns had <100 places. 70% of barns had tethered housing, and 30% of the barns were of the loose housing type. 80% of tethered housing barns had places for <100 cows and most of them were constructed before 2001. 70% of the loose housing barns had space for >100 cows and most of these were constructed after 2001.

Feeding of dairy cows: the two main feeding systems are: total mixed ration (TMR) feeding (22% of the farms) and regular feeding (78%) with unlimited roughage and rationed concentrates. Larger barns use the TMR technology, smaller barns usually use regular feeding.

Grazing: In 77% of farms, cows were grazed during the grazing period, and in 23% of the farms, cows were kept indoors the whole year round. In most of the farms (52%, with an average of 46 places for dairy cows per barn), cows are grazed 24 hours per day during the grazing period. In 25% of the farms (with an average of 107 places for dairy cows in the barn), cows are grazed only in daytime during the grazing period. In 21% of the farms (with an average of 377 places for dairy cows), cows are kept indoors and are fed with silage all year round. In 2% of the farms (with an average of 390 places for dairy cows), cows are not grazed but during the summer, the fresh cut grass is fed to dairy cows.

Milking technologies: 38% of the farms had pipeline milking system, and 30% bucket milking (mainly in smaller and older barns); 26% had milking parlour or carousel, and 6% had automated milking system (robots).

Manure: in 64% of barns, solid manure system was used. Most of these barns were older and smaller, and not reconstructed. New or renovated barns (25% of all barns) usually have liquid manure system. 10% of barns use combined system – both solid and liquid manure.

In Estonia, the technological change in dairy farms started in 2001. Since then, most of the barns that are built are cold and of loose housing type, feeding and milking technologies are upgraded, and manure systems are changed to liquid systems. All these changes have been in line with the EU directives related to agri-environment, and the aim to increase productivity in a sustainable way.

## AKADEEMILISE PÖLLUMAJANDUSE SELTSI 2015. AASTA TEGEVUSARUANNE

Mittetulundusühingu Akadeemiline Põllumajanduse Selts (edaspidi APS) tegevuse eesmärk on kaasa aidata Eesti maaelu, põllumajanduse ning põllumajandus- ja keskkonnateaduste arengule. MTÜ liikmeteks on isikud, kes on tasunud sisseastumismaksu ja täidavad seltsi põhikirjast tulenevaid kohustusi. Seltsi asukohaks on Tartu linn. Selts on 1920. aastal asutatud Akadeemilise Põllumajandusliku Seltsi poolt algatatud tegevuse jätkaja.

APSi tööd korraldab eestseisus (juhatus), kuhu kuulub 13 liiget. Seltsi tegevust suunab seltsi president *PhD* Marko Kass ja igapäevast asjaajamist korraldab sekretär pm-dr Heli Kiiman. Eestseisusesse kuuluvad tehnika-dr Arvo Leola, pm-knd Peep Piirsalu, pm-dr Maarika Alaru, pm-dr Ants Bender, pm-dr Merike Henno, pm-dr Toivo Univer, *PhD* Evelin Loit, pm-dr Enn Lauringson, pm-dr Alo Tänavots, *PhD* Matti Piirsalu, *MSc* Ell Vahtramäe ja *PhD* Marko Kass.

Seltsi ridades oli aruandeperioodi lõpul 229 liiget. Aktiivseid liikmeid on ligikaudu paarkümmend, mida võime järeldada nii tasutud liikmemaksude kui ka koosolekutel ja temaatilistel üritustel osalemiste alusel. Uusi liikmeid 2015. aastal seltsi ei astunud. Seltsi liikmeskonnast arvati välja üks liige isikliku soovivalduse alusel. Manalateele lahkus seltsi taastamise juures aktiivselt tegutsenud professor Karl Annuk.

2015. aastal toimus neli seltsi eestseisuse koosolekut ja üks üldkoosolek. Eestseisuse koosolekute peamiseks teemaks oli tegevuste ja ürituste planeerimine. Eestseisus kuulus jooksvalt seltsi 95. aastapäevale pühendatud kogumiku toimetuse tegevuste ülevaateid. Kogumiku väljaandmiseks paluti seltsi liikmete abi, rahalist toetust saadi Eesti Maaülikoolilt ja Eesti Kultuurkapitalilt ning ettevõtetelt. Samuti oli eestseisuse koosolekutel kõne all koostöö erinevate institutsioonidega (Eesti Põllumajandusmuuseum, Jaan Tõnissoni Selts jne). Lahtine on seltsi raamatukogu uue asukoha küsimus, kuna K.E. von Baeri majast pidime lahkuma. Eestseisusele teeb muret uute liikmete vähesus.

28. jaanuaril toimus maaülikooli peahoones seltsi ettekandekoosolek teemal *Sigade Aafrika katk – ajalugu ja hetkeolukord*, ettekandjaks oli Veterinaar- ja Toiduameti direktor Ago Pärtel. Osales 11 liiget.

13. veebruaril osalesid seltsi liikmed rohkearvuliselt maaülikooli peahoones toimunud infopäeval *Eesti Põllumajanduse ja maaelu tulevik*. Ettevõtmise korraldasid Eesti Agraarökonomika Assotsiatsioon, Eesti Maaülikool ja EV Põllumajandusministeerium.

18. veebruaril toimus K.E. von Baeri maja saalis seltsi traditsiooniks saanud Eesti Vabariigi 97. aastapäevale pühendatud kontsert-aktus. Aktuse avas tervitusega seltsi president. Tartu Ülikooli ajaloomagister ja Pärnurme koduloomuuseumi asutaja Ründo Müls pidas pidupäevakõne. Muusikalise etteaste tegi Matti Orav kitarril. Osales 16 liiget.

29. aprillil toimus maaülikooli tehnikainstituudis seltsi aastakoosolek koos teaduskonverentsiga *Energiatõhus maamajandus*. Teaduskonverentsil esinesid

teiste seas seltsi aupresident pm-knd Heldur Peterson, metsanduse professor Peeter Muiste ja energeetika professor Andres Annuk. Konverentsile järgnes aastakoosolek, kus seltsi president dotsent Arvo Leola ja asepresident dotsent Peep Piirsalu esitasid tegevusaruande. Oskussõnade toimkonna tööst tegi ülevaate komisjoni juht dotsent Peep Piirsalu. Revisjonikomisjoni aruande esitas pm-mag Peeter Järv. Üldkoosolek kinnitas revisjonikomisjoni aruande. Seltsi president teatas varem, et loobub seltsi juhtimast. Eestseisus tegi üldkoosolekule ettepaneku presidendiks valida senine eestseisuse liige *PhD* Marko Kass. Kandidaati tutvustas kolleeg pm-dr Merike Henno. Üldkoosolek valis maaülikooli õppejõu Marko Kassi seltsi uueks presidendiks. Agraarteaduse peatoimetaja *PhD* Maarika Alaru esitas soovi astuda tagasi peatoimetaja kohalt. Eestseisuse ettepanekul esitada üldkogule peatoimetaja kandidaadiks eestseisuse liige pm-dr Alo Tänavots. Kandidaat leidis üldkoosoleku ühehäälselt toetuse. M. Alaru jätkab toimetuse liikmena. Aastakoosolekule järgnes küünalde asetamine lahkunud seltsikaaslaste mälestuseks professor Julius Tehveri kivi juures Tartu Laululava taga. Presidendi vastuvõtt toimus Tartu Laululava kohvikus. Aastakoosolekul osales 45 liiget.

13. mail toimus K.E. von Baeri majas ettekandekoosolek teemal *Rukis ja uuendusmeelne Sangaste krahv Berg*, ettekandjaks seltsi liige ja põllumajandusmuuseumi vanemteadur Ellen Pärn. Osales 12 liiget.

28. mail toimus K.E. von Baeri majas Eesti Maaülikooli kauaaegse õppejõu põllumajandusdoktor emeriitprofessor Karl Annuki mälestusnäituse avamine. Näituse avamisel kõnelesid pm-dr Ants Bender, professor tehnika-dr Andres Annuk, Maimu Reimets jt. Professor Annuk oli seltsi asepresident (1989–1995) ja ajakirja Agraarteadus toimetuskolleegiumi liige ja sekretär (1989–1997). Seltsi eestseisust esindas president Marko Kass.

28. juunist kuni 1. juulini toimus seltsi õppereis Ahvenamaa puuvilja- ja marjaaedadesse. Kohtuti kohaliku NJF liikme, agronoom Pernilla Gabriellsoniga ja külastati katseaeda Jomalas. Tutvuti saare suurima õunakasvatusega Granna Frukt AB. Hiljem külastati õunakasvatustalu Tjudös ja marjakasvatusega tegelevat ettevõtet. Reisil osales ligi 50 seltsi liiget ja seltsi sõpra. Korraldamist vedasid seltsi aupresident Heldur Peterson ja eestseisuse liige Alo Tänavots.

3. juulil osales seltsi president Jaan Tõnissoni Seltsi ja Eesti Üliõpilaste Seltsi korraldatud ettekandekoosolekul *Vaim on, mis elustab, idee ehk aade viib edasi* (Jaan Tõnissoni 1, Tartu), kus teiste seas astusid üles Teet Merisalu, Tarmo Elvisto ja Lauri Beekmann. Seltsi president Marko Kass esines ettekandega *Akadeemiline Põllumajanduse Selts – sajanda juubeli lävel*.

18. novembril toimus maaülikooli tehnikamajas ettekandekoosolek *Ahvenamaa – nii lähedane ja nii kauge*, ettekandjaks seltsi aupresident Heldur Peterson. Osales 16 liiget.

9. detsembril toimus seltsi aastalõpu koosviibimine Tartu- ja Jõgevamaa piiril koos Jääaja Keskuse külalastusega. Lahkunud liikmeid mälestati Äksi surnuaial. Osales 22 liiget.

2015. aastal andis seltsi teadusajakirja *Agraarteadus / Journal of Agricultural Science* toimetuse välja kaks numbrit. Toimetusse kuuluvad *PhD* Maarika Alaru (taimekasvatuse), pm-dr Alo Tänavots (loomakasvatuse), *PhD* Brian Lassen (veterinaarmeditsiin), *PhD* Ants-Hannes Viira (agraarökonomika), *PhD* Toomas Orro (veterinaarmeditsiin), *PhD* Evelin Loit (taimekasvatuse), *PhD* Oliver Sada (tehnikateadused) ja *PhD* Marko Kass (loomakasvatuse). Tehniline toimetaja on *MSc* Irje Nutt. Toimetusega liitus Eesti Maaülikooli dotsent mat-dr Tanel Kaart. Alates 2015. aastast on EBSCO andmebaasis lisaks sisukokkuvõtetele kättesaadavad täisartiklid. Toimetuse esitas taotluse andmebaasi Scopus haldusfirmale sooviga indekseerida seltsi ajakiri nimetatud andmebaasis. Ajakiri on lugejatele kättesaadav nii paberandjal kui veebiajakirjana. Paberandjal tellivad ajakirja suuremate ülikoolide raamatukogud, rahvusraamatukogu ja üksikisikud.

Aktiivselt tegutseb seltsi loomakasvatusealane oskussõnade toimik koos seltsi aupresident emeritprofessor Olev Saveli, seltsi asepresident dotsent Peep

Piirsalu, emeritprofessor Olav Kärt ja seltsi eestseisuse liige pm-dr Alo Tänavots. Loomakasvatuse terminite andmebaas on kättesaadav <http://term.eki.ee/termbase/view/8243774/> ning toimikond täiendab seda jooksvalt. Riikliku programmi "Eestikeelse terminoloogia programm 2013–2017" juhtkomitee toetas toimikonna tööd 2000 euroga.

Aktiivselt tegutses seltsi 95. juubelile pühendatud kogumiku toimetuse koosseisus *MSc* Ell Vahtramäe, pm-dr Alo Tänavots ja *PhD* Marko Kass. Koguti fotomaterjale nii ennesõjaajast perioodist kui viimasest 25 aastast. Lisaks sisu koostamisele tegeles toimetuse Kultuurkapitali taotlusega ja muude rahaliste vahendite kaasamisega raamatu väljaandmiseks. Juubelikogumiku ilmumine oli planeeritud 2016. aastakonverentsiks.

Seltsi peamised sissetulekuallikateks on endiselt liikmemaksud ja annetused. Ühekordsete toetustega on seltsi ajakirja *Agraarteaduse* väljaandmist rahastanud Eesti Maaülikool. Seltsil palgalisi ametikohti ei ole.

Presidendi aruanne seltsi aastakoosolekul 3. juunil 2016. Üldkoosolek kiitis tegevusaruande heaks.

Marko Kass president	Heli Kiiman sekretär
-------------------------	-------------------------

## ÜLEVADE TÖNIS KINDI ELUST

*Ettekanne 17.08.2016 Maaeluministeeriumis Tõnis Kindile pühendatud postmargi esitlusel.*



Oleme täna, Tõnis Kindi mälestuspäeval, kogunenud siia Maaeluministeeriumi saali, temale pühendatud postmargi esitlusele. Postmargi seeria on *Eesti Vabariigi riigipead*. Tõnis Kindi nimega seondubki eelkõige tema poliitiline tegevus: panus Eesti riigi loomisel ja ülesehitamisel ning järjepidevuse hoidmisel eksii- lis. Tutvunud Tõnis Kindi

lapsepõlve ning haridus- ja teenistuskäiguga kodumaal ja võõrsil, näeme, et maaelu ja põllumajandus on lahutamatu osa nii lapsepõlvekodus, omandatud hariduses kui ka poliitilises tegevuses. Järgnevalt veidi põhjalikuma ülevaade Tõnis Kindist kui põllumehest ja talukultuuri arendajast/edasikand- jast. Tõnis Kind on oma raamatus *Mälestuskilde Eesti elust ja põllumajandusest* (1986) nimetanud end poliitikuks, sõjameheks ja põllumeheks. Poliitiline tege- vus ja põllumajandus on omavahel tihedalt põimunud. Ainult sõjamehe staatuse juures on ta kirjutanud, et siis ei saanud tegeleda poliitikaga ega kodutalus toimetada. Oma memuaarides on ta ise esitanud küsimuse: Kuidas minust sai tegelik põllumees? Ja annab ka vastuse, millistest asjaoludest ja sündmuste käigust see olenes.

Aga alustame algusest. Tõnis Kind sündis 17. augustil 1896. a Paasioja talus, Taevere vallas, Suure-Jaani lähistel, Viljandimaal. Koolitarkuse omandamisega alustas Lahmuse mõisa Mähkküla koolis, seejärel Kase koolis ning Suure-Jaani kihelkonnakoolis. Edasi viis hariduse omandamine kodust kaugemale:

1916 – Tartu Reaalkool,

1916 – õppis Moskvasse evakueeritud Riia Polü- tehnilise Instituudi ehitusosakonnas,

1918 – Saksa okupatsioonivõimude poolt Riia Polü- tehnilise Instituudi baasil avatud Balti Tehnikaülikooli põllumajandusosakonnas,

1920–1924 Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonnas,

1924 – täiendas end Taani põllumajandusülikoolis agraarökonoomia ja taluraamatupidamise alal ning viibis põllumajanduspraktikal Taanis, Norras ja Rootsis.

### *Teenistuskäik*

1916 mobiliseeriti Vene armeesse, üliõpilaste patal- joni Tzaritsõnis, Volga kubermangus.

1917 lõpetas Moskva III lipnike ettevalmistuskooli.

1917–1918 teenis Moskvas ja Petrogradis ning oli Ukrainas rindel.

1918. aasta algusest Viljandis moodustatavas 2. Eesti jalaväepolgus.

1918–1920 Vabadussõjas, teenis laiarõmpmelisel soomusrongil nr 2, oli selle kuulipildujate komando ülem, sõja lõpul rongiülema kohusetäitja, leitnant.

1925–1929 Põllumajandusliku Raamatupidamise Talituse abijuhataja, 1928–1932 juhataja.

1932–1938 Põllutöökoja abi- ja tegevdirektor, 1938–1940 direktor.

Saksa okupatsiooni ajal oli lühikest aega Eesti Oma- valitsuse turukorraldusvalitsuse juht. Ta vallandati lahkkelide pärast okupatsioonivõimudega. Seejärel elas ta isatalus ja töötas Eesti Tarbijate Keskuses.

1944 – sügis lahkus kodumaalt Rootsi,

1945–1949 Uppsala Põllumajandusülikooli (Ulnas) arhiiviassistent,

1949–1951 agronoom Stockholmi läänis,

1951–1975 Rootsi Põllumajandusliidu (Landbrukarnas Riksförbund) ja selle käitisbüroo ning uurimisinstituudi teaduslik kaastööline Stockholmis,

1957 – ajalehe Teataja peatoimetaja,

1970–1990 Eesti Vabariigi peaminister presidendi ülesannetes eksii- lis.

### *Ajastu lühiülevaade*

Tol ajal jätkus põllumeeste seltside asutamine, mille kaudu korraldati talupidajatele majandusliku ja tehni- lise nõuande jagamist, tekkisid majandusühingud, ühis- pangad ja ühismeiereid. Taludes oli levinud ärkamis- ajal (1860–1885) alguse saanud ajakirjandus.

Põhiliseks "rahataimeks" oli lina ja loomakasvatases tori hobuste kasvatamine ja müümine kroonule (ratsa- väele) remonthobusteks (uuendhobusteks). Kuid talude tootmissuund oli muutumas piimakarjakasvatuse kasuks, mis omakorda käivitas sordiviljade ja heina- seemne kasvatuse. Võttis hoogu ka talutööde mehha- seerimine: hakkasid levima heina- ja viljaniidu masinad ja tekkisid rehepeksumasinate ühingud.

Esimese maailmasõja puhkemise ajal tuli eesti talu arengus seisak, sest töö- ja algatusvõimelised mehed võeti sõjaväkke ja talu tootmisvõimet nõrgendasid hobuste, kariloomade ning toidu- ja söödavilja rekvi- reerimine (sundvõtmise sõjaväele).

Eesti vabariigi esimesed 10 aastat kulused maareformi teostamisele, ning I Maailmasõja ja sellele järgnenud Vabadussõja ajal laostunud põhivarade ülesehitamisele, korraldati tootmisalased ja tõsteti toodanguvõi- met. Hariti üles sööti jäänud põllud ja tehti uudismaid. Põhjalik maaharimine ja väetamine aitasid kaasa toodangu tõusule. 1939. aastaks oli toiduteravilja toodang sõjaeelsest tasemest 19% kõrgem, piimatoodang 67% kõrgem.

Teadlik põllumajanduse areng Eestis algas põllu- meeste seltside asutamisega ja nende poolt korraldatud nõuandetegevuse alustamisega.

Ülikooliaastatel Tartus puutus Tõnis Kind sageli kokku Eesti Põllumeeste Keskseksi Lõuna osakonna sekretäri Jaan Hünersoniga, kes oma põllumajandus- hariduse oli saanud Saksamaal ja kursis ka Šveitsi agraarökonoomiaga. Sealt saadud teadmisi peeti ka meie oludes rakendatavateks. Sealt ka soovitus sõita suveks Taani põllutöö praktikale, et seal tutvuda talude

tasuvuse küsimustega. Praktika järel töötas Taani Talu- raamatupidamise büroos.

Tõnis Kindi memuaarides on põhjalik ülevaade põllumeeste ühendustest, nende liitumistest, õigusjärglastest ja valitsenud erimeelsustest. Ühe eelnimetatud tegevuse tulemusena sündis Põllumajanduslik Raamatupidamise Talitus, kuhu Tõnis Kint peale õpinguid välismaal tööle asus. Tähtsaks peeti põllumajanduslikku nõuandetegevust, milles oluline roll oli Põllutöökojal.

### **Kodutalu Paasioja**

1815. aastast alates oli Paasioja talu Kindide suguvõsa pidada. Suurusega 80 ha, millest oli põllumaad 18 ha. Tõnise isa Hans Kind asus isa järel talu pidama. Isa vend Mart jäi tallu, Paasiojale elama ja käis ehitustöödel.

1896. aastal 17. augustil sündis Tõnis Kint, 3 aastat hiljem, vend Peeter.

1900. aastal, kui Tõnis oli 4 aastane, isa suri ja ema jäi kahe väikese lapsega tallu ning pidas talu edasi. Abielus Tõnise isa vennaga, Tõnise onuga, seega sai onust võõrasisa ja perre sündis ka tütar Mari.

Sündides taluolustikku oli Tõnis oma lapsepõlves läbi teinud nii sea-, lamba kui veisekarjase põlve ning töötanud tööpoisina koos palgatud tööperega. Nii saadi osa kõikidest rõõmudest ja muredest, mis talutöödes ja tööperes esinesid.

1918. aastal suri võõrasisa. Tõnis vabanes sõjaväest, siirdus tallu, olles ainuke meestööjõud. Pidi aga iga nädal end ohvitserina vallas näitamas käima. *"sellel suvel tegelesin kodus põllutööga ja mesilaste eest hoolitsemisega"* *"Tegelikku talupidamist juhtis ema"*.

1918. aasta sügisel asus uuesti Riias õppima, aga novembris astus kogu korp Vironiaga Eesti sõjaväkke. Mina tuln Riias varem ära, sest *"tahtsin nimelt enne kodutalust läbi minna, et kontrollida, kuidas mesilased on talveks pakitud ja kuidas talutööde järg on"*.

### **Kuidas sai Tõnis Kindist tegelik põllumees?**

1923. aastal pärast ema surma jäi esivanemate talu pidamine Tõnise enda hooleks. See ei olnud hirmutav, sest oli taluolustikus üles kasvanud ja *"juba maast madalast talutöödes igal pool jõudu mööda kaasa aidanud"*.

Tõnis pidi 1923. aastal Taani praktikale minema ja 1924. aastast Põllumeeste Keskseksi teenistusse astuma, siis otsustas talu rendile anda. Ülikoolist olid saadud teadmised, et pikemaajaline rendileping on kasulik. Kogu talu koos elava ja eluta inventariga renditi välja viieks aastaks. Rendiks oli määratud: tasuda kõik talu maksud ja täita kõik kohustused sh puhastada 1,5 ha maad kividest hoida inventar korras ja kari arvuliselt ja kvaliteedilt samal tasemel jne. Kahjuks ei leidnud rendileping täitmist ettenähtud ulatuses. Kolmandal rendiaastal taotleti lepingu ennetähtaegset lõpetamist, mis nelja aasta möödumisel saavutati. Seejärel oldi sunnitud talu veel üheks aastaks rendile andma kaugele sugulasele.

1929. aastal asus Tõnis Kint palgatud tööjõuga oma teenistuskoha kõrvalt ise talu juhtima. Palgatud töötajad olid hoolsad ja kohusetruud inimesed.

Mida tehti Tõnis Kindi juhtimise ajal talus:

1) talumaad looditi ja kogu talu maade kohta koostati kuivenduskavad;

2) asuti üles harima talu madal soo alasid;

3) kaevati vee äravooluks peakraav ja alustati endise heinamaa ülesharimist;

4) kui oma talu heinamaad oli üles haritud, osteti naabritelt 10 ha piiriäärset madal soo, mis samuti kuivendati ja üles hariti;

5) 1937. aastaks oli talul 5 aastaga 30 ha madal soo üles haritud ja enamik sellest pandud püsivate heinakuilte alla;

6) Sellega oli talupidamise tasuvus kindlustatud – laiendatud piimakarja pidamiseks oli söödabaas olemas;

7) endise 6–7 piimalehma arv oli tõusnud 20-ni, mis omakorda tekitas vajaduse majapidamishoonete laiendamise järele;

8) 1938. aastaks oli moodne telliskivist karjalaut püstitatud, mis võimaldas töid ratsionaliseerida. Mahutas 24 piimalehma ja 12–15 pealise noorkarja. Varem olid sellised moodsad karjalaudad vaid kahes riigimõisas;

9) kõik see nõudis kapitali, mis hangiti laenu teel – aga talu majanduslik tase oli kindlustatud;

10) ka elumaja ehitati vajalikus ulatuses ümber ja teenijaid said omaette ruumid. Tänu usaldusväärsetele ja kohusetundlikele teenijatele oli talu majapidamine korras, talu tasuvus kindlustatud ja tulud-kulud tasakaalus.

Koostööd ümbruskonna põllumeestega iseloomustavad märksõnad: ühismeierei, majandusühisus, turbaühisus, elektriühisus. Ulila jõujaamast, mis töötas turbaküttega, saadi magistraalliin, mis varustas ümbruskonda elektrivooluga valgustuse ja elektrimootorite tarbeks, mis oluliselt kergendas talutöid.

1940. aasta juuli – kaotades teenistuskoha Põllutöökojas siirdus Tõnis Kint kodutallu.

Uute võimude surve augusti alguses: talul oli pangalaen maaparanduse ja uute hoonete korrastamiseks. Laenuid öeldi üles ja nõuti kohest tasumist. Olukord tundus võimatu, aga sellest õnnestus Tõnis Kindil üle saada: NSV ostis tõuloomi ja selleks ajaks oli talul ka puhtatõuline seakarja, millest oligi 13 tõuemist müügiks ette nähtud. Müüdi need sead ja veel 5 tõulehma ja üks sugupull suguloomade kokkuostu komisjonile ja saadud rahaga tasuti kõik tähtjaks ülesõeldud laenu kogusummas 10 000 krooni. Kaks lehma jäid tallu ületalve hoiule kuni korralduseni need ära saata. Minnes ise loomade saatjaks rongiga Kärevere sovhoosi 14. juuni varahommikul 1941. a pääses Tõnis Kint küüditamisest Siberisse.

1942. aasta – saksa okupatsiooni ajal oli Tõnis Kint Turukorraldusvalitsuse juhiks. Erimeelsuste tõttu vallandati jõulude ja uue aasta vahel. Seejärel siirdus Tõnis Kint kodutallu, kus töötas kuni 1944. aasta sügiseni.

### *Paasioja ja mesilased*

Mesilaste pidamine sai Paasioja talus alguse 1901. aastal kui Tõnis Kindi onu Mart (hilisem võõrasisa) leidis ehitustöödelt koju tulles tee äärest mesilasperet. Esialgu ajas need talus leiduvasse pakk-tarru. Kuna ta oli ka puutöomes, siis valmistas ise mesilastele mesipuud ja raamid. Mesilasperede arv hakkas suurenema. Korjemaad olid head. Mesilaste arvu suurenemisega suurenes ka saadud mee hulk. Talus räägiti, et mesilased lõikavad talus rukki, mis tähendas, et sissetulek meest oli nii suur, et see kattis rukkilõikuse kulud.

Aastatel 1904–1907 tuli Tõnise vanematel Paasiojalt lahkuda seoses talu pärandusküsimustega. Ajutiselt oldi Tõnise ema vanematekodus. Mesilased võeti kaasa ja ka seal olid head korjemaad ja kellelgi mesilasi ei olnud. Tagasi tulles Paasiojale oli mesilasperede arv 20 ja nüüd lõikasid mesilased rukki ja tegid ka heina. 1918. aastal peale võõraisa surma jäi mesilaste eest hoolitsemine Tõnise peale. Tõnis Kint kirjeldab põhjalikult oma memuaarides mesilaste korjemaad ja mesindusala-seid töövõtteid. Nimetab mesilaste pidamist armsaks meeelalutuseks ja vahelduseks puhkuse ajal ja nädalalõppudel.

Mesilaste pidamisele ja talupidamisele tuli lõpp 1944. aasta sügisel kui Tõnis Kint oli sunnitud maalt lahkuma Rootsi. Talu, mis oli moderniseeritud ja produktsiooni-võimelisemaks arendatud jäeti maha koos inventari ja loomadega. Talu anti Lahmuse Aiandussovhoosile.

Ainuke ala, mida sovhoos Paasiojal järjekindlalt arendas oli mesilaste pidamine. 1979. aastal oli sovhoosil 105 mesilasperet.

Täna sel päeval jätkub samuti mesilaste pidamine Paasiojal. Alates 1990-st aastast on seal mesinikuks Madis Mutso ja mesilasperede arv tema käe all on 80. Madis ei ole pühendunud mitte ainult mee tootmisele, vaid on rajanud teaduskirjanduse põhjal ka mesilasemade kasvatamise baasi, kasvatades kvaliteetseid Itaalia rassi mesilasemasid kogu riigi mesilate tarbeks. Parendades seega kogu riigi mesindussektoris mesilasperede elujõudu ja toodangulisust. Aastatoodang on 870 paarunud mesilasema ja 4–5 tonni mett.

Kokkuvõtteks saame öelda, et läbi mesilaste on säilinud Paasioja talukoht ja Tõnis Kindi põllumajandusalase tegevuse järjepidevus, avaldades samuti üleriigilist mõju mesindussektori kui põllumajandusharu arengule. Eestlase südames on laulusõnad: *kuni Su küla veel elab, elad sina ka...* sõites Olustverest või Suure-Jaanist Paasiojale näeme ümbruskonnas haritud põlde ja korrastatud kodukohti. Nõnda, nagu on täna sel päeval ka Paasioja.

Marje Riis

Olustvere Teenindus- ja Maamajanduskoolis mesinduse õpetaja ja Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli kutseõppe osakonna õpetaja-õppekavade koordinaator

**EESTI MAAVILJELUSE INSTITUUT – 70**

Sõjajärgse üldise põllumajanduse arengu käigus tekkis vajadus ka põllumajandusteaduse arendamiseks. Kuigi vastavate teadlaste arv oli oluliselt vähenenud, alustati Eesti NSV Teaduste Akadeemia koosseisus Põllumajanduse Instituudi loomist. Instituudi sünnipäevaks sai 16. november 1946 ja asukohaks Tallinn, kuid selle filiaalid olid Tartus, Kuusikul, Pollis ja Toomal.

1952. a sai asutuse nimeks ENSV TA Taimekasvatuse Instituut ja järgmine nimevahetus toimus koos suunamisega Põllumajandusministeeriumi alluvusse 1956. a. Uue nimega asutusel – Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut (EMMTUI) – oli kokku juba 14 uurimisüksust. Sellest ajast alates algasid põllumajandusteaduse tõusuaastad. Kiiresti kasvas instituudi uurimistööde maht, loodi uusi struktuuriüksusi, liitusid uued majandid; nagu Jõgeva, Karja, Sangaste ja Ravila. Peagi leiti, et asukoht linnas ei võimalda edasist arengut ja nii algas 1959. a oktoobris instituudi kolimine Saku. Instituudi algusaastatel oli direktoriks Richard Toomre ja hiljem vahelduvalt Vladimir Kosar, Paul Rahno ja Vladimir Dušetškin. Aastatel 1959–1979, kui instituudi direktor oli Ilmar Jürisson, suurenes instituudi teadurite arv ja paranes nende kvalifikatsioon, moodustati uusi struktuuriüksusi, ehitati palju abihooned. Koos teadusasutuste laienemisega arenes hoogsalt ka elamuehitus nii Sakus kui katsemajandites. Väana jõe vasakule kaldale Saku Õlletehase vastu, kerkis kaasaegne teaduslinnak. Saku kujunes üheks hästi väljaehitatud ja heakorrastatud maa-asulaks NSV Liidus, mille projekteerijatele ja ehituse organiseerijatele, nende seas ka Ilmar Jürissonile, omistati 1972. a NSV Liidu riiklik preemia. Teadustöös pöörati suurt tähelepanu heintaimede saagikuse tõstmisele ja pikaajaliste kultuurkarjamaade rajamisele. Sel alal kaitsesid põllumajandusdoktori teaduslikku kraadi R. Toomre ja I. Jürisson. Üheks kaasajal uuesti päevakorraks kerkinud fosforiidi kaevandamise küsimuse selgitamise aluseks võiks olla H. Kärblase doktoritöö uurimus põllukultuuride fosfortoitumise parandamise võimaluste kohta. Hulgaliselt

tehti uurimusi ja kaitsiti põllumajandusteaduste kandidaadi teaduslikke kraade põllukultuuride agrotehnika, väetamise ja taimekaitse alal. Saku teadlaste nõuanded olid oodatud nii kirjutiste kui ka arvukate loengute näol. Korraldati näitlikke põllupäevi katsepõldudel ja majandites.

I. Jürisson vabastati direktori kohalt 1979. a ja instituuti juhtisid kuni 1990. aastani Eduard Tõnurist, Ilmar Aamisepp, Arvo Sirendi (1980–1990). Seda ajajärku tuntakse kui stabiilse arengu perioodi. 1985. a oli instituudis 19 iseseisvat uurimisüksust, mille koosseisu kuulus 22 sektorit ja laborit, 28 uurimisgruppi ning 7 katsemajandit. Instituudis oli 356 töötajat, sh 166 teadurit. Elavnesid suhted välisriikide teadusasutustega. 1990. aastatel algas ümberkorralduste periood. Järgjärgult eraldusid Taimebiotehnoloogia Uurimiskeskus EVIKA, Jõgeva Sordiaretuse Instituut, Eesti Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituut (mis hiljem uuesti liideti), Eesti Agraarökonomika Instituut ja Eesti Maaviljeluse Instituut. Vähenes katsetööde maht, koondati teadureid, uurimisüksused said iseseisvateks või liideti Põllumajandusülikooliga.

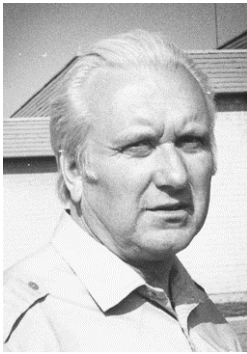
21. saj alguses ebastabiilsus jätkus. 2006. a oli allesjäänud Eesti Maaviljeluse Instituudis 9 osakonda kokku 70 töötajaga, sh 39 teadurit (7 doktorit, 14 kandidaati ja 9 magistrat). Vajadus põllumajandusliku uurimistöö järele on viimase 10 aasta jooksul veelgi kahanenud ja Eesti Maaviljeluse Instituut likvideeriti 2013. a. Viimased allesjäänud töötajad kuuluvad Jõgeva Sordiaretuse Instituudi koosseisu.

Aktiivsed APSi liikmed, endised Eesti Maaviljeluse Instituudi töötajad, kes ka praegu põllumajandusteadust toetavad on Malle Järvan, Heino Lõiveke, Uno Tamm, Viive Rosenberg, Hindrek Older jt.

Kirjandus: Eesti Maaviljeluse Instituut 1946–2006. Koostanud Arvi Kallas.

Erika Vesik

## ILMAR MÜÜRSEPP – 85



Üheksandal augustil tähistas 85. sünnipäeva veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi sigimisbioloogia osakonna emeriitprofessor Ilmar Mürsepp. Juubilar sündis 1931. aastal Tartumaal Tammistu vallas talupidaja perekonnas. Hugo Treffneri Gümnaasiumi lõpetamise järel astus ta Tartu Riikliku Ülikooli veterinaariateaduskonda, kust

viidi 1951. aastal üle vastmoodustatud Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse, mille lõpetas 1955. aastal veterinaararstina.

Pärast EPA lõpetamist töötas I. Mürsepp mõned aastad Alatskivi sovhoosi veterinaararsti ja Kallaste rajooni peaveterinaararstina, seejärel Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudi (ELVI) Viljandi Põllumajandusloomade Kunstliku Seemenduse Jaama veterinaararstina. Alates 1961. aastast pühendus Ilmar Mürsepp teadustööle. Võimekast teadlasest sai ELVI sigimispatoloogia labori juhataja (1969–1979) ja edasi sigimisbioloogia osakonna juhataja (1979–1994). ELVI reorganiseerimise järel, aastatel 1994–1997, oli I. Mürsepp Eesti Põllumajandusülikooli sigimisbioloogia korriline professor ja juhtivateadur ning 1996. aasta lõpuni ka sigimisbioloogia osakonna juhataja. Alates 1997. aastast on juubilar EMÜ emeriitprofessor.

Ilmar Mürsepal on veterinaariakandidaadi (1965) ja veterinaariadoktori (1974) teaduskraadid. Tema teaduslik tegevus on pühendatud veiste sigimise füsioloogia, patoloogia ja ravi uurimisele. Oma teadustööga ning aktiivse organisatorina on ta andnud panuse veiste kunstliku seemenduse arendamisele Eestis.

Tema väljatöötatud sigimatuse profülaktika- ja ravi-meetodid olid efektiivsed ja praktikas laialdaselt kasutusel. 1982. aastal alustati Ilmar Mürsepa juhendamisel embrüosiirdamisuuringuid, mille tulemusena töötati välja efektiivne farmis kohapeal kasutatav embrüosiirdamistechnoloogia, mille eest uurimisrühm pälvis 1993. a Eesti Vabariigi teaduspreemia.

I. Mürsepp on avaldanud üle 160 teadusliku artikli ja on 8 raamatu autor või kaasautor. Ta on kirjutanud suure osa käsiraamatust *Veterinaarsünnitusabi ja günekoloogia* ("Valgus", 1979). I. Mürsepp on tulemuslikult juhendanud 7 doktori-, kandidaadi- ja teadusmagistriväitekirja. Juubilar on pälvinud teadustulemuste eest mitmeid tunnustusi: Eesti NSV teeneline teadlane (1985), Eesti NSV riikliku preemia laureaat (1985), Üleliidulise Põllumajandusteaduste Akadeemia korrespondentliige (1991), Venemaa Põllumajandusteaduste Akadeemia välisliige (1992), Eesti Vabariigi teaduspreemia laureaat (1993). Ilmar Mürsepp on Eesti Põllumajanduse Akadeemia esimene audoktor (1989).

Ilmar Mürsepp on oma töös olnud nõudlik nii enda kui ka töökaaslaste suhtes. Kindlat põhimõtet – uurimistöös peab alati valitsema akadeemiline korrektsus ja ülim meetodiline täpsus – on juubilar alati järginud ise ja nõudnud seda ka kolleegidelt. Töökus ja sihikindlus, raudne loogika ning teadlase intuitsioon on temas ühinenud parimaks kombinatsiooniks. Ehkki terviseprobleemid hoiavad teda koduseinte vahel, on ta jätkuvalt hea nõuandja ja ülikoolielule kaasaelaja.

Soovime heale kolleegile tervist ja jõudu!

Kolleegide nimel  
Ülle Jaakma



**RAIMO SULE – in memoriam**

10.03.1934–†03.08.2016



*Tuul puude ladvas  
tasa kiigub,  
me vaikes leinas  
langetame pea...*

Nende salmiradadega saadeti ajalehes *Postimees* manalateele Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi (APS) kauaegne liige, dotsent tehnikakand. Raimo Sule, kes lahkus meie hulgast 3. augustil käesoleval aastal.

Raimo sündis 10.03.1934. talupidaja peres, Võnnu vallas, Tartumaal. Pärast Lohkva Algkooli lõpetamist 1947. a jätkas ta õpinguid 1952. a Tartu I keskkoolis (praegune Hugo Treffneri Gümnaasium). Kõrgema hariduse saamiseks valis ta Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA) inseneriteaduskonna, mille lõpetas 1957. aastal mehaanikainsenerina. Praktilise töö kogemused sai Ahja MTJ-s jaoskonna mehhaanikuna ning 1958. aastal siirdus Raimo Sule EPA tehnikateaduskonna metallide tehnoloogia ja masinate remondi kateedrisse pedagoogilisele ja hiljem ka teadustööle. Raimo Sule

õpetas EPA-s (tänapäevane Eesti Maaülikool, EMÜ) töötamise ajal metalli- ja puidutehnoloogiat, metallograafiat ja termilist töötlemist, materjaliõpetust ning masinate remonti. Teaduslik uurimistöö lõppes sihtaspirantuuri ja tehnikakandidaadi dissertatsiooni kaitsmisega Moskva Hüdroamelioratsiooni Instituudis 1988. aastal. Töös käsitleti masinate kulunud võllide taastamist tampong-alvaanilise raudnikkelkattega. Tööga kaasnes ka autoritunnistus.

Paralleelselt õppeülesannete täitmisega EMÜ-s on Raimo Sule juhendanud erialaseid õpetamisi teistes koolides ja mitmesugustel täienduskursustel. Teaduslikke artikleid on temalt ilmunud erialastes ajakirjades.

Raimo osales aktiivselt mitmete seltside ja ühenduste tegevuses nagu APS, Dotsentide ja Teadurite Klubi, Eesti Looduskaitse Selts, Tartu Eakate Nõukogu, Tartu linnalehe satiirisektsioon ja Sotsiaaldemokraatliku Erakonna Tartu piirkonna juhatus.

Lähedastest jäi Raimo Sule leinama lesk ning tütar ja poeg peredega.

Mälestus Raimo Sulest kui õppejõust ja heast kolleegist jääb püsima.

Vello Meriloo

**KALJU OJAVESKI (Mühlbach) – in memoriam**

24.09.1928–†12.09.2016



õppima põllumajandust TÜ-s ja lõpetas 1952. aastal EPA.

Esimeseks tökohaks oli algusaastatel MTJ agroom, kuid Kalju Ojaveskist sai juba 1957. aastast instituudi taimekaitse osakonna nooremteadur. Aastatel 1959–1963 oli aspirantuuris ja aastal 1966 kaitses põllumajanduskandidaadi kraadi teemal *Keemilise umbrohutõrje põhjendus ja väljatõõtamine kõrsheinte seemnepõldudel*. Edasises töös vanemteadurina on ta

uurinud herbitsiidide kasutamise võimalusi ja otsustatavust mitmel põllumajanduskultuuridel, eriti heintaimedel. Tema väljatõötatud umbrohutõrje soovitusi ja juhtnööre rakendati Eestis ja ka naaberriikides. Ta on uurinud ka põlevkivitööstuse heitgaaside mõju põllukultuuride arengule ja saagile.

Oli juhtiv teadur mitmel ekspeditsioonidel, kus selgitati vabariigi põllumajanduslike kõlvikute üldist umbrohtumust ja eriti tuulekaera levikut. Kalju Ojaveski oli APS-i liige ja avaldanud üle 80 teadusartikli. Seoses 1990ndatel aastatel toimunud põllumajanduse hääbumisega saadeti enamus teadustöötajaid pensionile ja hiljem lõpetati ka instituudi tegevus. Lisaks kutsetööle oli Kalju Ojaveski ka väsimatu matkamees ja spordiürituste organiseerija. Kaastöötajad mäletavad teda tööka ja nõudliku kolleegina. Kalju Ojaveski oli Nõmme Heakorra Seltsi auliige.

Erika Vesik

## VAMBOLA VEINLA – 90



Emeriitprofessor Vambola Veinla 90. sünniaastapäeva tähistamiseks kogunesid 24. novembril tema endised kolleegid, töökaaslased ja üliõpilased Eesti Maaülikooli tehnikainstituuti mälestusseminarile, et meenutada V. Veinlat kui tulemusrikast teadlast, suurepärast pedagoogi ja mõnusat kaaslast. Seminari lõppedes avati tehnikainstituudis

Vambola Veinla nimeline auditoorium, milleks sai instituudi nõukogu otsusega farmitehnika ja ergonoomika osakonna auditoorium A107, kus ta pidas loenguid ja tegi muud õppetööd.

Vambola Veinla sündis 24. novembril 1926. aastal Rae valla Väida külas Harjumaal talupidaja perekonnas. Õppis Väida 6-klassilises ja hiljem Tallinna 2. keskkoolis, mille lõpetamise järel astus 1942. aastal õppima Tallinna Polütehnikumi, mille lõpetas 1945. aastal. Samal aastal võeti V. Veinla õppima Tallinna Polütehnilisse Instituuti mehaanika teaduskonda, mille lõpetas 1951. aastal mehaanikainseneri kvalifikatsiooniga. Töötas aastatel 1948–1954. Tallinna Polütehnikumis õpetajana, seejärel 1954. aastast kuni 1957. aastani Tartumaa Luunja sovhoosis insenerina. Samast aastast kuni 1960. aastani oli Leningradi Põllumajanduse Instituudi aspirant. Aspirantuuri lõpetamisega kaasa antud iseloomustuses osutati aspirandile kõrge hinnang ja märgiti, et "kõlbab teadus-pedagoogiliseks tööks kõrgõppeasutustes".

1960. aasta septembrist algas töö Eesti Põllumajanduse Akadeemias. Algusaastatel 1960–1964 töötas ta elektrifitseerimise kateedris vanemõpetajana. 1963. aastal kaitses V. Veinla tehnikateaduse kandidaadi väitekirja, mis sisaldas loomapidamisruumides sõnniku koristamiseseadmete uurimist. 1966. aastast töötas dotsendi, 1985. aastast Loomakasvatuse mehhaniseerimise kateedri professorina ning 1994. aastal valiti ta emeriitprofessoriks.

Häid organisatoorseid võimeid näitas V. Veinla üles Loomakasvatuse mehhaniseerimise kateedri loomisel (1969. aastal) ja edaspidi selle juhtimisel (kuni 1979. a septembrini). Hoogsalt algas ja jätkus pingerikas tegevus õppe-metoodilise ja teadustöö valdkonnas ning

kateedrite vaheliste välissidemete loomisel. Tema algatusel hakkasid alates 1974. aastast toimuma Balti Vabariikide Põllumajanduse Akadeemiate loomakasvatuse mehhaniseerimise kateedrite vahelised õppe-metoodilised ja teaduslikud seminarid rotatsioonina vastavate kateedrite külastamisega.

V. Veinla oli eeskujuks kolleegidele oma õppe-metoodiliste ja teaduslike tööde koostamise, avaldamise ja praktikasse juurutamisega. Viimastel aastatel oli tema teadustöö põhisuunaks lehmafarmide ja tehnoloogiate tõhususe hindamine ning loomapidamistehnoloogiate projekteerimine. Ta oli jäänud truuks ka vanale teemale, s.o sõnniku koristamise seadmete uurimisele, olles ka leiutise *Sõnniku lattkonveieri kraap* kaasautor. 1992. aastal kaitses V. Veinla doktoriväitekirja *Lehmafarmide ja nende tehnoloogiliste liinide töö tõhususe analüüs ja üldistatud hinnangu metoodika*.

Enamus farmitehnika erialasest kirjandusest on tulnud V. Veinla sulest või tema poolt koostatud. Trüki on ilmunud üle 160 nimetuse, sealhulgas 17 raamatut, neist viis monograafiat, juhendatud kaheksa dissertatsiooni. Enamus kõrgema haridusega Eesti loomakasvatuse mehaanikainseneridest on olnud tema õpilased.

V. Veinla oli oma eriala tunnustatud spetsialist ja kompromissitu teadlane. Ta aitas aktiivselt kaasa loomakasvatuse arengule, uurides, analüüsides ja andes soovitusi efektiivsemate loomapidamistehnoloogiate juurutamiseks farmidesse. Eesti teenelise (a-st 1986) ja volitatud (a-st 1998) insenerina rakendas ta oma teadustulemusi osavalt praktikas.

Ulatuslik oli tema ühiskondlik tegevus. V. Veinla oli Eesti Põllumajandusinseneride Liidu asutajaliige ja juhatuse esimees ning selle Kutseomistamise komisjoni liige, Euroopa Inseneride Komitee liige, Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi liige ja auliige (1997), Eesti Teadusfondi tehnikateaduste ekspertkomisjoni liige, Inseneride Kutsenõukogu liige jne. Oma tulemusliku tööga pälvis ta arvukalt aukirju, kiitusi ja medaleid, sealhulgas *Kalevipoeg kiindmas* (1976), *Kalevite kangem poega* (1976) ja *Prometheus* (1977). Vambola Veinla lahkus elavate seast 24. oktoobril aastal 2009.

Boris Reppo

**DOKTORIKRAADI KAITSJAD EESTI MAAÜLIKOOLIS 2016. AASTAL  
 THESIS DEFENDERS ESTONIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN 2016**

**HIIE IVANOVA, PKI**

*RESPONSES OF RESPIRATORY AND PHOTORESPIRATORY DECARBOXYLATIONS TO INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS IN C<sub>3</sub> PLANTS*  
 RESPIRATOORSE JA FOTORESPIRATOORSE DEKARBOKSÜÜLMISE VASTUSED SISEMISTE JA VÄLISTE FAKTORITE TOIMELE C<sub>3</sub> TAIMEDES

**DIEGO SANCHEZ DE CIMA, PKI**

*SOIL PROPERTIES AFFECTED BY COVER CROPS AND FERTILIZATION IN A CROP ROTATION EXPERIMENT*

VAHEKULTUURIDE JA VÄETAMISE MÕJU MULLA OMADUSTELE KÜLVIKORRAKATSES

**KRISTI PRAAKLE, VLI**

*CAMPYLOBACTER SPP. AND LISTERIA MONOCYTOGENES IN POULTRY PRODUCTS IN ESTONIA*

CAMPYLOBACTER SPP. JA LISTERIA MONOCYTOGENES LINNULIHATOODETES EESTIS

**TARMO KALL, MMI**

*VERTICAL CRUSTAL MOVEMENTS BASED ON PRECISE LEVELLINGS IN ESTONIA*

MAAKOORE VERTIKAALLIIKUMISED EESTIS TÄPPISNIVELLEERIMISTE ANDMETEL

**ELSA PUTKU, PKI**

*PREDICTION MODELS OF SOIL ORGANIC CARBON AND BULK DENSITY OF ARABLE MINERAL SOILS*

MINERAALSETE PÖLLUMULDADE ORGAANILISE SÜSINIKU JA LASUVUSTIHEDUSE STATISTILISED PROGNOOSIMUDELID

**ALICE AAV, PKI**

*PHENOTYPIC CHARACTERISATION OF POTATO LATE BLIGHT PATHOGEN PHYTOPHTHORA INFESTANS IN BALTIC COUNTRIES*

KARTULI-LEHEMÄDANIKU TEKITAJA PHYTOPHTHORA INFESTANS BALTIKUMI POPULATSIOONIDE FENOTÜÜBILINE ISELOOMUSTAMINE

**REELIKA RÄTSEP, PKI**

*EFFECT OF ORGANIC CULTIVATION TECHNIQUES ON GRAPEVINE (VITIS SP.) AND STRAWBERRY (FRAGARIA × ANANASSA DUCH.) FRUIT QUALITY*

KASVATUSTEHNoloogiliste VÕTETE MÕJU VIINAPUU (VITIS SP.) JA AEDMAASIKA (FRAGARIA × ANANASSA DUCH.) VILJADE KVALITEEDILE

**KALLE TOOMEMAA, PKI**

*FACTORS INFLUENCING THE OVERWINTERING AND POSSIBILITIES TO REDUCE WINTER MORTALITY OF HONEY BEE (APIS MELLIFERA L.) COLONIES*

MESILASPEREDE TALVISE HUKKUMISE VÄHENDAMISE VÕIMALUSED

**HARDO BECKER, MMI**

*THE EFFECT OF FOREST MANAGEMENT ON THE CARBON AND NITROGEN FLUXES AND STORAGES IN DIFFERENT FOREST ECOSYSTEMS*

METSAMAJANDAMISE MÕJU SÜSINIKU- JA LÄMMASTIKUVOOGUDELE NING VARUDELE ERINEVATES METSAÖKOSÜSTEEMIDES

**VALDEK TAMME, MMI**

*DEVELOPMENT OF RESISTANCE-TYPE CONTROL METHODS FOR WOOD DRYING*

ELEKTRILISTE TAKISTUS-TÜÜPI KONTROLLMEETODITE ARENDAMINE PUIDUKUIVATUSES

**MARTEN MADISSOO, TI**

*SURFACE QUALITY IMPROVEMENT OF HARD-TO-CUT MATERIALS WITH MODIFIED CUTTING TOOL AT FINISHING TURNING*

MODIFITSEERITUD LÕIKURIGA RASKESTI TÕODELDAVATE MATERJALIDE PINNAKVALITEEDI PARANDAMINE VIIMISTLEVAL TREIMISEL

**MARKO TEDER, MMI**

*NON-DESTRUCTIVE ASSESSMENT OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL TIMBER AND GLULAM*

PUIDU JA LIIMPUIDU FÜÜSIKALIS-MEHAANILISTE OMADUSTE UURIMINE MITTEPURUSTAVATE MEETODITEGA

**ALO ALLIK, TI**

*DESIGN OF DISTRIBUTED ENERGETICS SOLUTION BASED ON THE INCREASING OF DIRECT CONSUMPTION OF ELECTRICITY GENERATED FROM WIND AND SOLAR ENERGY*

HAJAENERGEETIKA LAHENDUSE PLANEERIMINE LÄHTUDES TUULE- JA PÄIKESEENERGIAST TOODETUD ELEKTRI KOHAPEALSE OTSETARBIMISE OSAKAALU SUURENDAMISEST

**ANNEMARI POLIKARPUS, VLI**

*MANAGEMENT AND ANIMAL EFFECTS ON THE BEHAVIOUR OF LACTATING DAIRY BUFFALOES (BUBALUS BUBALIS) AND COWS (BOS TAURUS) WHEN ENTERING THE MILKING PARLOUR*

VESIPÜHVLITE (BUBALUS BUBALIS) JA KODUVEISTE (BOS TAURUS) KÄITUMINE JA SEDA MÕJUTAVAD TEGURID LÜPSIPLATSILE SISENEMISEL

**LILIAN PUKK, VLI**

*ANALYSIS OF MOLECULAR GENETIC AND LIFE-HISTORY TRAITS IN EURASIAN PERCH (PERCA FLUVIATILIS L.)*

AHVENA (PERCA FLUVIATILIS L.) MOLEKULAARGENEETILISTE NÄITAJATE JA ELUKÄIGUOMADUSTE ANALÜÜS

**AIGI ILVES, PKI**

*THE LEVEL AND MAINTENANCE OF GENETIC DIVERSITY IN ENDANGERED PLANT POPULATIONS AT THE MARGIN OF THE DISTRIBUTION RANGE*

GENEETILINE MITMEKESISUS JA SELLE PÜSIMINE OHUSTATUD TAIMELIIKIDE ÄÄRELADE POPULATSIOONIDES

**KADRI MAIKOV, PKI**

*EXPLORING THE SALUTOGENIC PROPERTIES OF THE LANDSCAPE: FROM GARDEN TO FOREST*

MAASTIKU TERVENDAVAD OMADUSED: UURIMUS TERVENDAVATEST AEDADEST METSA VAADETENI

**KOBRA MALEKI, MMI**

*ANALYSIS OF COMPETITION AND STRUCTURAL INDICES FOR MODELLING SILVER BIRCH (BETULA PENDULA ROTH) STANDS*

PUUDE KONKURENTSI- JA STRUKTUURI-INDEKSITE ANALÜÜS ARUKASE (*BETULA PENDULA ROTH*) PUISTUTE MODELLEERIMISE EESMÄRGIL

**TERJE TÄHTJÄRV, PKI**

*CULTIVAR RESISTANCE AND POPULATION STUDIES OF LATE BLIGHT PATHOGEN IN POTATO BREEDING IN ESTONIA*

KARTULI SORDIRESISTENTSUSE JA KARTULILEHEMÄDANIKUTEKITAJA POPULATSIOONI UURINGUD EESTI SORDIARETUSES

**URMAS SANNIK, VLI**

*MODEL SYSTEM FOR MONITORING THE RESOURCES OF ANIMAL BY-PRODUCTS IN ESTONIAN MEAT INDUSTRY AND ELABORATION OF AN INTEGRATED METHOD FOR PROTEIN EXTRACTION*

MUDELSÜSTEEM LOOMSE PÄRITOLUGA KÕRVALSAADUSTE RESSURSSIDE SEIREKS EESTI LIHATÖÖSTUSES JA VALGU EKSTRAKTSIOONMEETODI VÄLJATÖÖTAMINE

MMI – metsandus- ja maaehitusinstituut

Institute of Forestry and Rural Engineering

PKI – põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Institute of Agricultural and Environmental Sciences

TI – tehnikainstituut / Institute of Technology

VLI – veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences





